

Volume 95.

N° 1.

janvier - février 1968

EDITIONS SPECIALES DU CENTENAIRE

1868 - 1968

BOTANIQUE

le naturaliste canadien



Le Naturaliste canadien
est le bulletin officiel des Forestiers
du Québec.

Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

Publication de l'Université Laval

Le Naturaliste Canadien, fondé en 1868 par l'abbé L. Provancher, dirigé de 1892 à 1929 par V.-A. Huard, est devenu, par legs testamentaire, revue scientifique de l'Université Laval depuis 1930. Cette revue paraît bimestriellement depuis 1966.

La direction de la revue accepte les travaux originaux ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

De brèves communications scientifiques seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas dépasser 1,500 mots, titre et bibliographie compris. La préparation générale de ces notes doit être particulièrement soignée, car aucune épreuve n'est adressée aux auteurs, et ce en vue d'en accélérer la parution.

Le titre abrégé de la revue pour références bibliographiques est: *Naturaliste Can.*

Envoi des manuscrits

Les manuscrits doivent être adressés aux rédacteurs qui en accuseront réception:

Le Naturaliste Canadien

G.-W. Corriveau,
Faculté des Sciences,
Université Laval, Québec 10.

Tirages à part

Les auteurs recevront gratuitement 50 tirés à part de leur travaux, sans couverture. Ils pourront en obtenir un plus grand nombre, en payant les frais de tirage du texte et des planches. **Les demandes doivent être adressées à la Direction sur le bon de commande accompagnant les épreuves.**

Le Naturaliste Canadien est publié avec l'aide du Ministère des Affaires Culturelles de la Province de Québec.

Administration

Toute correspondance relative aux abonnements, aux numéros déjà parus, aux changements d'adresse, à la publicité et aux droits de reproduction doit être ainsi adressée:

Le Naturaliste Canadien

Les Presses de l'Université Laval,
C.P. 2447, Québec 2, P.Q. Canada.

Prix de l'abonnement annuel

Pour le Canada.....\$6.00
Pour l'étranger..... 7.00
Prix par numéro 1.50

Les Presses de l'Université Laval possèdent encore un certain nombre d'anciens volumes de la revue. La liste des prix sera envoyée sur demande.

Le Ministère des Postes, à Ottawa, a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication.

LE MINISTRE DES AFFAIRES CULTURELLES
QUÉBEC

Présentation des manuscrits

Le manuscrit, écrit en français ou en anglais, doit être dactylographié sur papier de format 8½ x 11 avec double interligne, au recto seulement de chaque feuille, sans ratures. Chaque page sera numérotée et des feuilles séparées seront utilisées pour les références bibliographiques, les tableaux, les légendes des figures et des graphiques.

Au début de chaque mémoire on indiquera dans l'ordre:

- le titre du mémoire; il devra être bref et précis, ne comporter ni abréviations, ni formule chimiques (il est permis d'utiliser les symboles chimiques pour indiquer les isotopes).
- le nom de l'auteur ou des auteurs, précédé des initiales ou du prénom; il est préférable d'omettre les grades et titres académiques.
- le nom de l'établissement dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.
- un bref résumé en français et un autre en anglais, n'excédant pas 300 mots chacun, doivent précéder le texte.

Références bibliographiques

Les références peuvent être citées dans le texte par un numéro ou par le nom de l'auteur et l'année de publication. Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné, suivi de: *et al.*

A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs.

Chaque citation comprendra: 1) nom et prénom (ou initiales des prénoms) de l'AUTEUR; 2) année de publication; 3) titre de l'article; 4) titre du périodique en abrégé (selon la *Word List of Scientific Periodicals* ou *Chemical Abstracts*); 5) le tome du volume, en **chiffres arabes**; 6) première et dernière pages du mémoire.

Pour les *livres* cités dans la bibliographie, on indiquera: 1) nom et initiales des prénoms de l'AUTEUR; 2) date de publication; 3) titre de l'ouvrage; 4) nom de l'éditeur; 5) ville; 6) nombre de pages.

Plan du manuscrit

Les mémoires seront rédigés, autant que possible, d'après le plan suivant: introduction, méthodes expérimentales, matériel utilisé, résultats, discussion, conclusion, remerciements, références. L'importance des titres et sous-titres doit être mise en évidence par l'emploi judicieux des italiques et capitales. Les caractères soulignés d'un trait sont composés *en italique*, de deux traits en PETITES CAPITALES, de trois traits en GRANDES CAPITALES, d'un trait ondulé en **caractères gras**.

Les noms latins d'espèces et de variétés doivent être soulignés en vue de leur impression en italiques.

Les noms communs d'êtres vivants prennent une majuscule initiale lorsqu'ils sont employés pour désigner l'espèce dans son ensemble.

Les notes infrapaginales doivent être réduites à un strict minimum et numérotées successivement dans tout le texte.

Illustrations du manuscrit

La direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par manuscrit; tous clichés additionnels seront à la charge de l'auteur.

Les photographies doivent être de bonne qualité et finies sur papier glacé. Deux, quatre ou huit photographies peuvent être groupées sur une même planche, collées sur un carton rigide de 7" x 10", numérotées proprement et visiblement à l'extrémité droite de chaque photographie. On indiquera à l'endos le nom de l'auteur, le titre du texte et le numéro correspondant à la citation du texte.

Les graphiques ou autres dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc de type « Bristol » avec légende complète. Dans certains cas, la photographie ou le dessin doit comporter une échelle de référence indiquant la grandeur.

Les tableaux seront numérotés en chiffres romains. Leur nombre et leur dimension seront réduits au minimum. Les mêmes données numériques ne doivent pas être publiées deux fois, une fois sous forme de tableaux, une autre fois sous forme de courbes.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

Presentation of paper

Papers in either French or English should be typewritten, double-spaced throughout, (including tables, references and legends) on white bond paper 8½ x 11. Each sheet should be numbered; and references, tables, figures and legends should be on separate sheets.

The title page should give the following informations:

- Title: short and precise, without any abbreviations or chemical formulæ (except isotopes).
- Name of author or authors preceded by initials.
- Address; Author's institution.
- Abstract; both an English abstract not exceeding 300 words, and a French *résumé* should precede the text.

References

IN THE TEXT: — They should be cited either by a number or by the name of the author with the year of publication. Only the first author followed by *et al* should be given when the article has more than three authors.

REFERENCE SECTION: — Authors should be listed alphabetically or numerically and indicated the following way for periodicals (with the punctuation shown): Author's name and initials. Year of publication. Title. Name of journal spelled out or abbreviated in accordance with *the World list of scientific periodicals or Chemical Abstracts*, volume number: inclusive pagination. In the case of books, references should be listed the following way: Author's name and initials. Year of publication. Complete title. Name of publisher. Address of publisher. Number of pages.

Example: OSBORNE, F. F., 1956, Geology near Quebec City. *Naturaliste Can.*, **83**, 157-223.

Form of paper

Considerable latitude is allowable in the arrangement of the contents of a paper, however, it is felt that in many papers it is possible to adhere to an arrangement as follows: Introduction, Methods, Materials, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgments, and References.

Underlining in the text should be avoided. Contributors should know that words underlined by a single line appear in *italics* in the printed form. They appear as SMALL CAPITALS when underlined twice, and FULL CAPITAL when underlined three times.

Footnotes, which are to be avoided as far as possible, should bear consecutive numbers.

Illustrations

PHOTOGRAPHS: — Plates should bear a reasonable relationship to the length of the text and must be meaningful. A paper of 20 printed pages should have no more than 3 plates. The author can be required to pay for additional plates. For good reproduction, they should be a good quality, of high contrast, and printed on glossy paper. A plate can be made up by mounting 2-4-8- or more pictures mounted on cardboard of 7" x 10". Each picture should have a figure number on the lower right corner. The author is responsible for providing figures of a size and quality suitable for grouping into plates. The reverse side of each photograph or plate should bear the author's name with the figure number used for reference in the text.

GRAPHS AND LINE DRAWINGS: — They should be made with India ink on white drawing paper or Bristol board and have a complete legend.

TABLES: — They should bear consecutive Roman numbers. The same data should not be presented in two forms *i.e.* tables and curves.

VOLUME 95, 1968

LE NATURALISTE CANADIEN

Fondé en 1868 par l'abbé L. Provancher

PUBLICATION DE
L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC, CANADA.

Bulletin de recherches, observations et découvertes se rapportant
à l'histoire naturelle et aux sciences en général, publié avec
l'aide du Gouvernement du Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN

BUREAU DE DIRECTION

Rédacteur adjoint

G.-Wilfrid CORRIVAULT

Comités

Biochimie et Physiologie :

MM' André GAGNON
Guy TALBOT

Entomologie :

MM. René BÉIQUE
Lucien HUOT

Botanique :

MM. Lionel CINQ-MARS
Miroslav-M. GRANDTNER

Géologie :

MM. René BÉLAND
Robert LEDOUX

Écologie :

MM. Victorin LAVOIE
Gaston MOISAN

Zoologie :

MM. Raymond CAYOUCETTE
Robert LAGUEUX
Pierre TRUDEL

Sciences agronomiques :

MM. Germain BRISSON
Paul GERVAIS

Sciences forestières :

MM. BERNARD BERNIER
J.-D. GAGNON

Correspondants étrangers

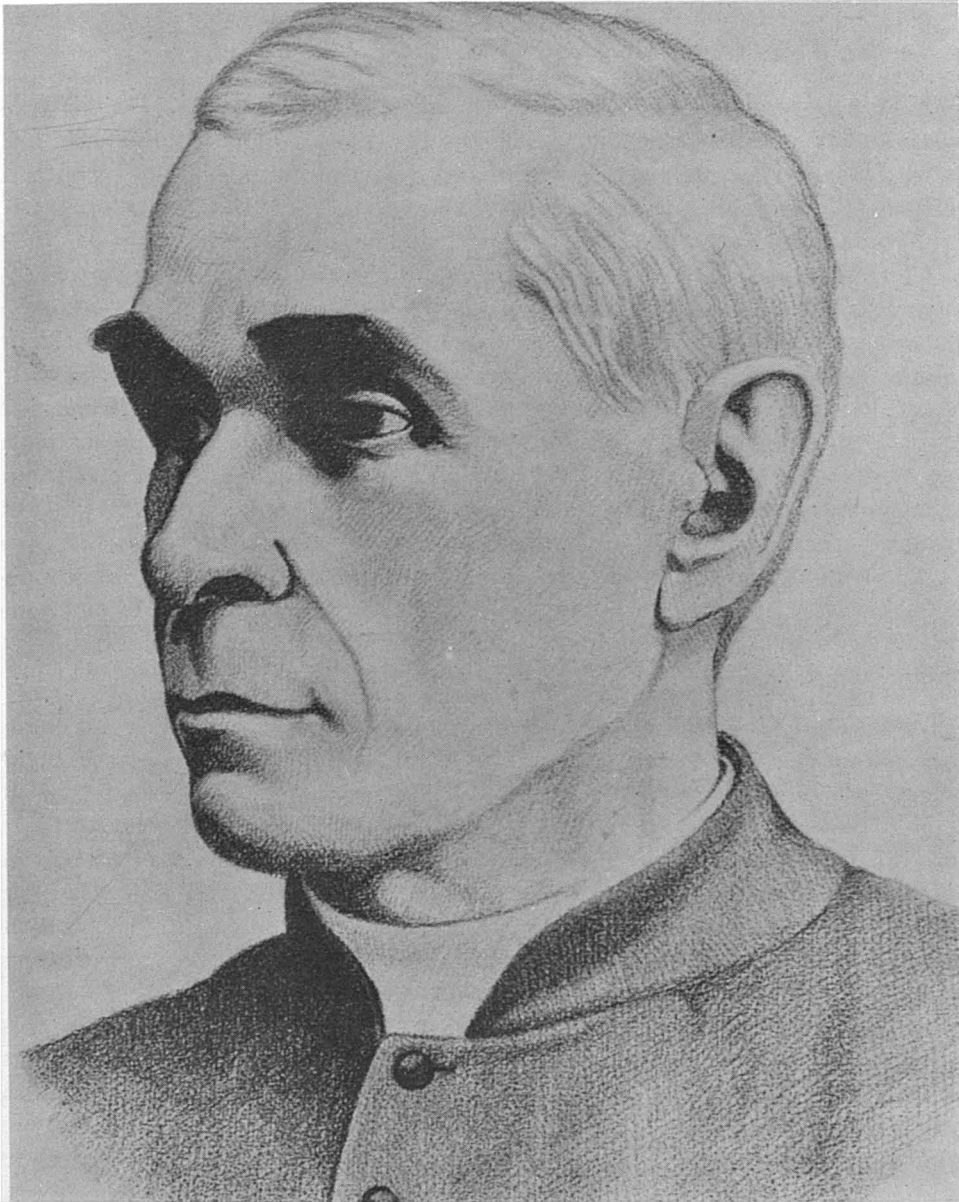
MM. Paul BERTHET, Faculté des Sciences de Lyon
Michel DELSOL, Faculté catholique de Lyon
Henri TINTANT, Faculté des Sciences de Dijon
Roger HEIM, directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 95

Janvier-Février 1968

N° 1



Fusain exécuté par son neveu Auguste Rho en 1886

L'abbé Léon Provancher, 1820-1892.

Fondateur du « Naturaliste Canadien » (1868)

Naturaliste can., 95, 1-6. (1968)

LE CENTENAIRE DU NATURALISTE CANADIEN (1868-1968)

Hommage à son fondateur l'abbé Léon Provancher (1820-1892)

GEORGES MAHEUX*
Université Laval

naissance d'une revue

Dans un pays où journaux et revues naissent nombreux, mais meurent le plus souvent avant d'avoir atteint l'âge adulte, c'est vraiment miracle qu'une revue d'histoire naturelle ait réussi à survivre contre vents et marées pendant un siècle. Tel est pourtant le cas du NATURALISTE CANADIEN, dont le premier numéro parut en décembre 1868. A notre connaissance, c'est le seul périodique du Canada français qui ait réussi ce tour de force. Un événement aussi exceptionnel mérite d'être célébré et nous donne l'occasion de rendre hommage à son valeureux fondateur, l'abbé Léon Provancher, écrivain prolifique et éminent homme de science. L'héritage qu'il nous a légué après vingt-quatre ans de labeur incessant, de luttes sans cesse renaissantes contre l'indifférence de l'élite, la mesquinerie ou la bêtise de certains gouvernants, prend à nos yeux une inestimable valeur. Le présent numéro veut être un témoignage éclatant de reconnaissance, un durable monument élevé à la mémoire de celui qui fut surnommé le Linné du Canada français. Soixante-seize ans après sa mort, ce n'est certes pas trop tôt. Mais, pour être juste, rappelons qu'en 1918 un groupe de naturalistes avait rendu hommage à Provancher, à l'occasion du cinquantenaire de la revue, en fixant aux murs du musée de l'Instruction publique une plaque commémorative.

Quel était l'homme assez téméraire pour se lancer, il y a cent ans, dans une entreprise aussi hasardeuse que la fondation d'une revue entièrement consacrée à l'histoire naturelle? Quel but poursuivait cet homme qui n'avait rien d'un rêveur? Issu du milieu rural, Provancher s'intéresse très tôt à la flore. Sa curiosité n'est jamais satisfaite; il cherche à travers prés et bois et collectionne des plantes nouvelles. Ce passe-temps devient une véritable passion et graduellement l'amateur se transforme en un naturaliste autodidacte formé à l'école de l'expérience. Il ne lésine pas sur l'achat de livres qui lui apprennent les règles de la classification scientifique et lui ouvrent de nouveaux horizons; il se fait anatomiste, afin de saisir les affinités et les différences qu'offrent selon l'espèce les plantes ou les insectes, et se plonge résolument dans la systématique. Esprit logique et réaliste, il éprouve les plus grandes satisfactions à identifier les spécimens qu'il récolte; et par son labeur acharné Provancher devient vers 1860 le premier naturaliste vraiment complet, le premier Maître ès sciences naturelles issu du terroir québécois. Alors il est mûr pour franchir une nouvelle étape: fonder une revue où il pourra publier ses travaux et fournir à ses compatriotes le moyen de se familiariser avec les merveilles de la nature.

* Professeur émérite à la Faculté de Foresterie et de Géodésie, membre de la Société Royale.

Voici, comment Provancher définissait le but qu'il poursuivait, en lançant le NATURALISTE CANADIEN, dans le prospectus qu'il adressait aux amateurs d'histoire naturelle au début de décembre 1868, prospectus dans lequel il annonçait la parution prochaine de la nouvelle revue: « *Populariser les connaissances en histoire naturelle, provoquer les recherches, recueillir les observations, constater les découvertes et faire connaître les nouvelles applications que l'on peut faire des connaissances déjà acquises au profit des arts, de l'industrie et des besoins de la vie, tel sera le but de notre publication. Nous voulons, tout en fournissant à l'amateur le moyen de s'initier lui-même à l'étude de la nature, offrir en même temps au savant un bulletin des progrès journaliers de cette importante science, et un médium pour faire participer le public à ses observations et à ses découvertes. L'histoire naturelle, plus que tout autre, est une science d'observation; ses règles fondamentales sont nées de l'observation; et ses progrès ne se soutiennent, ne se continuent que par l'observation. Et plus le nombre des observateurs est grand, et plus grandes sont les chances de nouvelles découvertes* ». Le texte du prospectus est reproduit en entier dans le premier numéro du Naturaliste qui est daté de décembre 1868.

Provancher est un homme de décision; il met sans tarder son projet à exécution. La clientèle des abonnés, il compte la recruter un peu partout: « *Le pasteur, le médecin, l'instituteur, le législateur, l'agriculteur, en un mot tous ceux qui savent lire et réfléchir, devront lire assidûment le NATURALISTE: tous y trouveront profit et instruction* ». Environ 400 personnes entendront cet appel; on peut donc en déduire que le milieu était favorable et que la revue répondait à son attente.

Il est permis de croire que cette entreprise, qualifiée par plusieurs de « *téméraire et prématurée* », était aussi aux yeux de Provancher un acte patriotique. « *A présent, écrit-il, que la langue française est celle de plus de 1,000,000 d'habitants dans la Puissance du Canada, nous avons pensé que le temps était venu pour eux d'avoir un organe dans leur langue spécialement dévoué à l'histoire naturelle* ». Il sait fort bien quel étonnant essor ont pris les sciences naturelles en Europe au début du siècle; que le même phénomène se répète aux États-Unis à partir de 1840; et en Ontario, depuis 1850, l'enseignement de ces sciences est en honneur dans les collèges et universités. Bien plus, il y a à Toronto depuis quelques années une Société de naturalistes et une Société entomologique très actives; toutes deux tiennent des congrès annuels et publient des rapports fort intéressants. Et, au surplus, une revue nouvelle ne vient-elle pas de paraître (août 1868) chez nos voisins sous le nom de « THE CANADIAN ENTOMOLOGIST ». Qu'est-ce que Québec peut offrir en comparaison? Provancher connaît la réponse et se sent humilié; aussi hâtera-t-il la réalisation de son projet de revue.

bataille pour la survie

Un pauvre curé de campagne, fut-il naturaliste réputé et plein d'enthousiasme, ne pouvait maintenir une publication mensuelle sans l'aide de l'État. Dès 1869, le premier ministre P. J. O. Chauveau, esprit cultivé et com-

préhensif, accordait au NATURALISTE CANADIEN une subvention de \$200 qu'il portait à \$400 en 1873. Tout alla bien jusqu'en 1879, année qui marque le commencement des déboires du directeur-proprétaire. Sur le plan politique, le Québec entra dans une étrange période d'instabilité, caractérisée par de fréquents changements de ministères. Porté au pouvoir en 1879, le premier ministre Joly, en mal d'économies, coupe les vivres au NATURALISTE. La revue ne paraît pas pendant quelques mois; heureusement, le gouvernement Chapleau rétablit la subvention en 1880. C'est le calme jusqu'en 1883 alors que M. Mousseau annule l'allocation; elle est de nouveau rétablie par M. Ross en 1885, mais dans l'intervalle la revue n'a pas paru. Suivent cinq années de paix malgré l'arrivée au pouvoir d'une nouvelle équipe en 1866. Hélas! les nuages s'amoncellent soudain au printemps de 1890: le gouvernement Mercier tergiverse mais n'envoie pas d'argent. Provancher décide de livrer bataille. Il met le public au courant de la situation dans un article assez violent intitulé « *Après plus de vingt ans* » qui paraît dans le NATURALISTE de juin 1890.

En voici un extrait:

« comment un jeune homme de pauvre famille (entendez Provancher) mais qui s'est déjà tellement distingué que les honneurs lui soient venus même de l'étranger, peut-il être abandonné par les siens? Il fait l'honneur de sa race et on lui refuse le pain de rigueur. Il en fut cependant ainsi; si vous avez jamais étudié les hommes, vous pouvez me comprendre. Pour un cœur noble qui se sacrifie pour le bien de ses semblables, pour l'honneur de sa nation, vous rencontrerez cinquante, cent cœurs raccornis, qui semblent n'avoir conservé qu'une fibre sensible dans leur intérieur, qui ne voient rien au-delà des cordons de leur bourse, qui méprisent tout, dès qu'ils ne rencontrent ni objet pour leur convoitise, ni appoint pour leurs ambitions. Perroquets au brillant plumage, au babil trompeur pour figurer sur l'estrade, vous n'avez plus derrière la toile, que de vulgaires dindons fouillant le fumier à la recherche de quelques graines. Ils sont ainsi faits, et ils sont nombreux »

Un peu plus loin l'auteur écrit: « *Nos gouvernants surtout ne connaissent pas l'importance de la science. Parce qu'ils s'en sont bien passés, ils croient que de même tout le monde doit s'en passer. Et là dessus les partis politiques se valent à peu près On marchandé pour un homme haut-placé dans la science, qui fait à ses propres frais la partie du gouvernement dans l'étude de notre territoire, le salaire d'un messenger de troisième classe, lorsque des sinécristes, des parasites, des tireurs de ficelles se pavanent les goussets gonflés des faveurs gouvernementales* ».

On comprend que ces phrases acérées ont été écrites sous le coup de l'indignation. Provancher croyant que tout était perdu y allait sans ménagement. Sa franchise brutale produisit l'effet contraire: le 15 novembre (enfin!) le gouvernement annonçait au directeur de la revue que l'octroi était accordé pour l'année 1890-91, et pour la dernière fois. Le numéro de mai-juin 1891 fut le dernier de la première série du NATURALISTE CANADIEN. Provancher y fait ses « *Adieux à M. Mercier* ». C'est un homme gravement malade, épuisé par le

travail et les dures luttes qu'il a dû mener par trois fois pour sauver du naufrage son œuvre de prédilection, qui exhale sa peine et sa révolte en termes cinglants frisant même le libelle. Retenons seulement ces paroles du vieux lutteur: « *Pendant 25 ans nous avons servi l'Eglise dans le saint ministère, et depuis 22 ans nous travaillons pour l'honneur et l'avantage de l'Etat il (Mercier) a voulu se venger d'offenses imaginaires en nous réduisant à la pauvreté; et il a réussi* ». Ce sont là les dernières lignes de Provancher imprimées dans son cher NATURALISTE. Neuf mois plus tard, le 23 mars 1892, s'éteignait à l'âge de 72 ans un éminent homme de science et l'une des plus pures gloires du Canada français.

éclipse et résurrection

Au lendemain de ce deuil national, les disciples de Provancher avaient raison de croire que la revue était morte en même temps que son fondateur. Cependant un mince espoir subsistait. De son lit de mort, le fondateur avait confié, à son ami et disciple, depuis 1860, l'abbé Victor-A. Huard, le soin de continuer son cher NATURALISTE. Il lui écrit le 5 mars: « *C'est cloué dans mon lit que je trace ces lignes. Il est bien juste que je fasse des efforts pour le meilleur et le plus sincère de mes amis. Eh bien, recevez mes adieux; nous n'aurons plus désormais le plaisir de nous voir Lorsque je ne serai plus, venez vous installer à ma place pour continuer le NATURALISTE. Vous aurez à votre disposition ma bibliothèque et toutes mes collections . . . relevez l'étendard de la science qui semble s'abattre avec moi. Adieu! Adieu! Adieu* »!

Pour l'héritier de Provancher, la tâche n'était pas facile. La revue était silencieuse depuis presque neuf mois; le moment n'était guère propice, à cause de la situation politique, de solliciter l'aide du gouvernement. M. Huard multiplie les démarches et toujours sans succès. Il décide finalement de ressusciter LE NATURALISTE à ses frais et avec le concours de quelques amis. Le premier numéro de cette deuxième série paraît en janvier 1894, soit trente mois après le dernier numéro de la série Provancher.

Le nouveau directeur-propriétaire promet une revue modeste de seize pages (au lieu de 32), « *moins technique et plus à la portée des lecteurs* », donc un organe « *de vulgarisation de la science plutôt que recueil de science pure* ». Il s'en tiendra à cette formule, car les collaborateurs se font rares; il devra donc avoir la plume alerte pour remplir presque la moitié des pages de ses propres articles. La section « *notes et curiosités* » tient une large place. Mais quels sacrifices pécuniaires il devra s'imposer, pour rester fidèle à la mission que Provancher lui a confiée, jusqu'à ce que le gouvernement Gouin vienne à la rescousse. Après 1910, le menu offert aux lecteurs deviendra plus original, plus varié, plus technique et restera tel jusqu'à la mort du directeur qui surviendra en 1929. Le dernier numéro de cette seconde série porte la date de septembre 1929. Il faut admirer le dévouement et l'abnégation, l'affabilité et la générosité du successeur de Provancher. Il est resté fidèle aux désirs de son maître en maintenant durant 39 ans le NATURALISTE CANADIEN: œuvre de longue patience, de tranquille tenacité qui lui vaut la reconnaissance des naturalistes du Québec.

Quelque temps avant sa mort, le chanoine V.-A. Huard léguait le NATURALISTE CANADIEN à l'Université Laval moyennant deux conditions: conserver à la revue son nom et assumer la continuité de sa publication. L'accord étant fait entre les deux parties, le recteur, Mgr Camille Roy, demande à l'auteur de cet article de prendre la direction du NATURALISTE avec le concours d'Omer Caron comme secrétaire de la rédaction et de l'abbé Arthur Robitaille, chargé de l'administration. Ainsi commence une période de transition qui durera trois ans. La nouvelle équipe s'applique à donner au NATURALISTE un caractère plus scientifique en s'assurant la collaboration de professeurs attachés à un large éventail de disciplines scientifiques, sans pour cela délaisser les sciences naturelles. La tâche du triumvirat est grandement facilitée par l'adhésion de collaborateurs de Québec, Montréal et Ottawa, tous membres de l'Association canadienne française pour l'avancement des sciences. A la tête de ce groupe, on trouve le nom du Frère Marie-Victorin, l'éminent botaniste qui a joué un rôle déterminant dans l'évolution scientifique du Canada français. A la fin de 1933, le triumvirat croit avoir fait la preuve que le champ d'action du NATURALISTE peut embrasser d'autres disciplines que l'histoire naturelle et qu'il devrait devenir en fait l'organe officiel de toutes les écoles qui formeront bientôt la faculté des Sciences, la faculté de Foresterie et de Géodésie et la faculté d'Agriculture. Cette proposition est acceptée par les autorités universitaires; une nouvelle équipe est appelée à diriger la revue sous la présidence de l'abbé Alexandre Vachon, assisté de l'abbé W. Laverdière.

Le premier numéro publié par cette nouvelle équipe paraît en janvier 1934. Ce n'est pas du jour au lendemain que les tenants des sciences, autres que la biologie, prendront l'habitude de réserver au NATURALISTE une part équitable de leurs publications. A cet égard, il n'est pas exagéré de dire que l'indifférence des professeurs, qui a été le cauchemar du directeur de la revue pendant trente ans, reste encore un problème. Par ailleurs, rien ne prouve que la multiplication des professeurs de carrière se soit traduite par une « production » écrite plus intensive, plus régulière. Souhaitons que dans l'avenir la « revue des sciences » de l'Université Laval n'ait pas à souffrir d'anémie ou de paralysie par manque de collaborateurs. On se réjouit que le NATURALISTE ait subi une métamorphose complète au début de 1967: format, typographie, illustration, valeur et variété des articles, en font une publication dont Laval et Québec ont raison d'être fiers. De toute évidence, l'université veut que le NATURALISTE prenne place au rang de ses « grandes revues ». Il convient de féliciter les auteurs de cette transformation (revue et numéros spéciaux compris) et de leur souhaiter tout le succès qu'ils méritent dans cette ascension vers le sommet.

Après un long périple qui a duré cent ans, après avoir triomphé de tant d'obstacles et de misères, voici que commence pour le NATURALISTE CANADIEN, sous d'heureux auspices, un second siècle au service de la culture et de la science au Canada français. Que les dieux, c'est-à-dire les mécènes et les collaborateurs, lui soient en tout temps favorables!

HOMMAGE D'UN BOTANISTE A L'ABBÉ LÉON PROVANCHER (1820-1892), FONDATEUR DU NATURALISTE CANADIEN.

LIONEL CINQ-MARS

*Herbier Louis-Marie,
Faculté d'Agriculture, Université Laval.*

I

« Dieu, sans doute, n'a pas besoin de nos suffrages pour la valeur et la classification de ses œuvres; mais si nous les examinons attentivement pour en apprécier l'excellence, presque involontairement une exclamation d'admiration s'échappera de nos lèvres, et nous nous écrirons avec le prophète: *Mirabilia opera tua Domine* »! L. Provancher

Cette phrase sublime tirée d'un Mémoire inédit préparé pour la Société royale du Canada en 1891 (Appendix A, 1923 et 1966), est de l'abbé Léon Provancher et montre bien la foi profonde qui poussa ce grand naturaliste québécois à accomplir le nombre considérable de travaux biologiques qu'il compte à son crédit. Attiré dès le jeune âge vers les différentes avenues de la biologie, il a œuvré et poursuivi des recherches aussi bien en botanique fondamentale et systématique qu'en zoologie et entomologie. Pour diffuser sa science, il prit très tôt le parti et nous pourrions ajouter le risque, car c'était vraiment un risque à cette époque, de fonder, en 1868, une revue scientifique qu'il intitula « *Le Naturaliste canadien* », revue qui, cent ans plus tard, est encore bien vivante et fait honneur à son fondateur. A l'occasion de ce centenaire, dont nous avons raison de nous réjouir, qu'il nous soit permis de faire ressortir l'aspect botanique de la personnalité de ce biologiste éminent et de lui rendre ainsi l'hommage admirateur des botanistes canadiens-français. N'oublions pas en effet que trois de ses premières et de ses plus importantes publications en furent de botanique:

1) le « *Traité élémentaire de Botanique* (Provancher, 1858) à l'usage des maisons d'éducation et des amateurs qui voudraient se livrer à l'étude de cette science sans le secours d'un maître — Ouvrage illustré de plus de 80 gravures sur bois — Volume de 118 pages ». Ce traité, inspiré d'un livre emprunté d'un ami et intitulé: « *Le bon jardinier* », fut publié en 1858; aujourd'hui, c'est une rareté bibliographique.

2) « *Le Verger canadien* (Provancher, 1862a) ou culture raisonnée des fruits qui peuvent réussir dans les vergers et les jardins du Canada, ouvrage orné de nombreuses gravures sur bois — 154 pages ». Succès considérable de librairie, le Verger reçut la faveur du public et fut longtemps d'une grande popularité. Ses deux premières éditions traitaient du pommier, du poirier, du prunier, du cerisier, du groseillier, du gadelier, du framboisier, de la ronce, du fraisier et de la conservation des fruits.

En 1874, une troisième édition considérablement augmentée (332 pages), d'ailleurs rééditée deux autres fois, portait ce nouveau titre: « Le Verger, le Potager et le Parterre dans la province de Québec, ou Culture raisonnée des fruits, légumes et fleurs qui peuvent réussir sous le climat du Québec ».

3) Publiée quelques mois après le précédent, la « Flore canadienne (Provancher, 1862b) ou description de toutes les plantes des forêts, champs, jardins et eaux du Canada donnant le nom botanique de chacune, ses noms vulgaires français et anglais, indiquant son parcours géographique, les propriétés qui la distinguent, le mode de culture qui lui convient, etc.; accompagnée d'un vocabulaire des termes techniques, et de clefs analytiques permettant de rapporter promptement chaque plante à la famille, au genre et à l'espèce qui la déterminent; ornée de plus de quatre cents figures sur bois ». Largement inspirée d'une Flore américaine de publication récente (Gray, 1848, 1856), ce qui provoqua d'ailleurs une mise au point assez piquante d'Asa Gray lui-même, qui en faisait l'appréciation (Rousseau, 1942), la Flore canadienne comprenait deux volumes, le premier de 474 pages, le second de 369 pages. C'était la première Flore publiée en français par un Canadien-français authentique.

Est-il besoin de rappeler en détail la vie et l'œuvre de l'abbé Provancher? Nous ne le croyons pas; d'autres, influencés ou impressionnés par l'esprit scientifique et la forte personnalité du prêtre naturaliste, l'ont fait bien avant nous et d'excellente façon (Holland, 1966, Huard, 1926, Maheux, G. 1924, Marie-Victorin, 1937). Nous aimerions cependant indiquer brièvement à nos lecteurs les grandes étapes de sa vie, le situer dans son époque scientifique contemporaine et évaluer la partie de son œuvre qui traite de la botanique, théorique ou appliquée.

II

Léon Provancher naquit en 1820 à Bécancour, comté de Nicolet, de Joseph-Étienne Provancher, descendant de Sébastien qui vint de France à Québec vers 1668. Septième d'une famille de dix enfants, il fut adopté par le curé de sa paroisse à l'âge de 14 ans. Admis au Séminaire de Nicolet, il y termine ses études en 1840; il se destine aussitôt à la prêtrise et est ordonné à Québec en 1844. De 1844 à 1848, il dessert plusieurs paroisses dont Bécancour, St-Roch de Québec, St-François, St-Georges et Ste-Marie de Beauce, St-Gervais de Bellechasse; en 1847, il va même, comme quarante autres prêtres missionnaires, assister avec beaucoup de dévouement des immigrants irlandais en quarantaine sur la Grosse-Ile, comté de Montmagny. Il est curé à St-Victor-de-Tring (Beauce) en 1848 et à L'Isle-Verte (Témiscouata) en 1852.

On le retrouve curé à St-Joachim, comté de Montmorency, en 1854. Il y restera huit ans. C'est à cette période qu'il manifeste particulièrement de l'intérêt à la botanique et qu'il en publie ses premiers ouvrages. Il gagnera même sous un pseudonyme un troisième prix de \$15.00 pour un travail intitulé « Es-

sai sur les insectes et les maladies qui affectent le blé » (Provancher, 1857), lors d'un concours organisé par le Ministère de l'Agriculture du temps.

L'année même de la publication de « La Flore canadienne », les autorités religieuses le nomment curé à Portneuf, comté de Portneuf. De plus en plus, il fait montre d'une initiative et d'une activité incroyables. « Malgré un ministère paroissial très chargé, il se livre à des entreprises fort diverses, allant depuis la fondation d'une compagnie de navigation, jusqu'à l'introduction au pays du tiers-ordre de Saint-François et à la rédaction de gazettes rurales et religieuses » (Marie-Victorin, 1935). Il publie de grands travaux d'histoire naturelle, surtout entomologiques et botaniques, fonde et dirige en 1868 le *Naturaliste canadien*, première revue scientifique publiée au Canada français et qui connaît aujourd'hui un regain de vigueur après cent ans d'existence à peine interrompus par de courtes périodes de difficultés temporaires. Il en assura seul la rédaction jusqu'à sa mort (Caron, 1934) ⁽¹⁾. En résumé, l'objet de la revue, suivant son fondateur, est de fournir « à l'amateur le moyen de s'initier par lui-même à l'étude de la nature » et d'« offrir en même temps au savant un bulletin des progrès journaliers de cette importante science, et un médium pour faire participer le public à ses observations et ses découvertes ». Ce texte faisait partie du prospectus distribué pour annoncer la nouvelle publication et reproduit dans le premier numéro du *Naturaliste canadien*.

En 1871, l'abbé Provancher se retire à Cap Rouge, près de Québec et y vivra jusqu'à sa mort survenue en 1892; il avait 72 ans. On y conserve encore sa maison comme musée. L'endroit est merveilleux pour un naturaliste et il y fait de nombreuses collections et observations. Il y délaisse un peu la botanique cependant et cette période de sa vie deviendra plus fructueuse en entomologie. Il ira jusqu'à dire: « La chasse aux insectes, c'est ma vie ».

« A côté du nom de Provancher se place celui d'un contemporain, l'abbé Ovide Brunet, né à Québec en 1826 et qui fut titulaire de la chaire de Botanique à l'Université Laval, de 1858 jusqu'à sa mort, survenue en 1876. Bien qu'il n'ait laissé aucun ouvrage important, Brunet possédait une bonne culture botanique et il a publié un certain nombre d'opuscules. Son herbier est également à l'Université Laval » (Marie-Victorin, 1935). Mgr. Arthur Maheux en a récemment tracé la biographie (Maheux, A. 1960) et trouve le jugement de Marie-Victorin un peu trop sévère. Il fait une comparaison très à point des œuvres botaniques et des mérites respectifs des deux contemporains, et regrette surtout que Brunet soit disparu si tôt: « Mourir à l'âge de cinquante ans, c'est mourir jeune. Provancher vécut 72 ans, . . . ; si celui-ci eût vécu aussi longtemps il aurait pu terminer et publier une Flore canadienne plus parfaite

⁽¹⁾ A la suite de Caron, on peut diviser la carrière du *Naturaliste Canadien* en trois périodes: 1) celle de Provancher qui va de décembre 1868 à 1891, 2) celle de Huard, de 1894 à 1929 et 3) celle de l'Université Laval, de 1930 à nos jours. La revue célèbre donc son centenaire en 1968.

que celle de Provancher, celle qu'Asa Gray et autres botanistes attendaient de lui » (Maheux, A. 1962).

Nous y voyons une autre explication possible. Il semble que les professeurs d'universités, malgré leur bon vouloir, n'aient pas tout le loisir de poursuivre des travaux de recherche et de préparer des publications scientifiques, accaparés qu'ils sont par une foule de fonctions quotidiennes souvent nécessaires, mais peu productrices. L'abbé Brunet souffrit très probablement d'une telle condition en son temps. Sans attaches professorales universitaires, l'abbé Provancher connut-il plus de liberté et de loisirs pour observer la nature et publier ? Sans doute.

Il est vrai qu'il faut tenir compte aussi du tempérament de chacun des deux hommes, qui étaient bien différents. De toute évidence, Brunet était le type du chercheur, précis, méticuleux, et par conséquent lent à publier ses observations. Provancher au contraire était le type du vulgarisateur, publiant beaucoup mais ne prenant pas toujours le temps de vérifier tout ce qu'il affirmait.

Retenons ici que Brunet, qui connut Provancher au temps où celui-ci était curé de St-Joachim, fit quelques excursions avec lui et contribua ainsi à la préparation de la « Flore canadienne ». Ces bonnes relations furent cependant de courte durée et dégénérent même en une certaine mésentente assez regrettable.

Plusieurs contemporains de Provancher nous le présentent comme un homme de caractère emporté, très volontaire, cherchant la polémique²; d'autres au contraire le décrivent comme un bon vivant, jovial, de grande objectivité et de commerce facile. Il ne fut cependant pas tendre pour l'abbé Brunet lorsque ce dernier publia en 1870, ses *Eléments de botanique et de physiologie végétale*. « Ils méritaient un meilleur sort mais, peut-être à cause de cet accueil peu favorable, on leur préféra le *Cours élémentaire de botanique et flore du Canada*, paru l'année suivante sous la signature du sulpicien Jean Moyen, qui fut largement utilisé dans l'enseignement » (Lortie, 1966).

III

Dans un travail récent sur l'abbé Provancher et son œuvre, Holland (1966) situe merveilleusement bien ce naturaliste canadien-français dans son époque, tenant compte des œuvres scientifiques qui avaient marqué le siècle qui le précédait et des courants d'idées nouvelles qui prenaient naissance en ce XIXe siècle. Holland le juge sous l'aspect zoologique et entomologique, mais son appréciation vaut autant pour l'angle botanique du prêtre naturaliste;

(2). Mgr Maheux note « On a vu que Provancher n'était ni « cordial », ni « commode », mais assez fantasque et mauvais coucheur » (Maheux, A. 1962).

aussi puiserons-nous abondamment à cette excellente information écrite en anglais et que nous traduirons souvent presque littéralement, tout en en résumant l'essentiel.

Mayr, Linsley et Usinger (1953) distinguent, dans la systématique zoologique, trois périodes qui chevauchent partiellement. Durant la première période, on étudie et on décrit des faunes (ou flores) locales. C'est l'ère des amateurs, passés et présents, de la Grèce antique aux temps modernes. Elle atteint son sommet avec l'œuvre de Linné (1753), père de la taxonomie actuelle. Les concepts sont plutôt statiques que dynamiques: on ne parle pas d'évolution. Pour Linné, l'espèce est fixe « *Species tot sunt, quot formæ ab initio creatæ sunt* ».

La deuxième période suit l'apparition de l'idée d'évolution dont les théories, déjà répandues à la fin du XVIII^e siècle, prennent leur forme classique avec des naturalistes d'extérieur tels que Charles Darwin et Alfred Russell Wallace. Le premier présente d'abord en 1858, devant la "Linnæan Society", un essai de Wallace auquel il ajoute un résumé de son propre travail sur la sélection naturelle, puis publie un an plus tard son *Origin of Species* qui fait époque et provoque pour longtemps à venir la question suivante: Est-ce que l'évolution existe? On a maintenant répondu à cette question mais elle est devenue: Comment l'évolution s'est-elle accomplie? Cette période fut fertile en description d'espèces, de genres et de groupes supérieurs et en présentations de systèmes de classification de plus en plus élaborés.

C'est à la fin du XIX^e siècle que commence la troisième période, celle de l'étude des populations. L'intérêt qu'on porte à l'évolution à l'intérieur d'une espèce en est la caractéristique. On revise les faunes (ou les flores) locales, en mettant l'accent cette fois sur les variations qui existent *en dedans des* et *entre les* populations. On étudie aussi bien les différences de comportement que les différences de structure et le systématisateur examine de plus en plus son matériel d'abord dans le champ, puis au laboratoire, au musée ou à l'herbier. Vient s'ajouter à cette ambiance, en 1900, la redécouverte du travail de Gregor Mendel, pionnier de la génétique moderne. Les Mendéliens du début du présent siècle croient à l'origine brusque des taxa par mutations et viennent le plus souvent en conflit avec la plupart des taxonomistes qui, à la suite de Lamarck, expliquent les variations par un effet direct de l'environnement. En posant les fondements du champ de recherche maintenant appelé « génétique des populations », Goldschmidt, Dobzhansky et d'autres ont réussi à réunir généticiens et taxonomistes, ouvrant ainsi la voie à la « nouvelle systématique », proposée par Huxley (1940) alors qu'on remplace l'approche morphologique traditionnelle par l'approche biologique qui considère à la fois les facteurs écologiques, géographiques, physiologiques, génétiques et autres dans la détermination des taxa. Nous sommes présentement au stade de la biologie des populations dont l'étude s'aide des outils les plus modernes comme le microscope électronique, l'irradiateur nucléaire, l'accélérateur atomique, l'ordinateur IBM et les machines mécanographiques.

Au point de vue chronologique, l'abbé Provancher fait évidemment partie de la deuxième période décrite plus haut. Mais au point de vue scientifique, se situe-t-il encore à cette période ? Laissons-le répondre lui-même à la question :

« Il y a une certaine école qui veut que tous les êtres ne soient descendus que de quelques types ou même d'un seul, et que par des variations extrêmement lentes et dans la lutte pour la vie, qui ne laisse subsister que les plus parfaits, ils en seraient venus aux formes et aux variétés qui les distinguent aujourd'hui.

On a donné différents noms à cette école; darwinisme, évolutionnisme, sélection naturelle, *struggle for life*, etc.

Inutile de vous observer que je ne suis point de cette école » (Appendix A, 1923 et 1966). La réponse est claire, sèche, péremptoire. Mais lisons la suite : « Tous descendraient de quelques types primitifs ou même d'un seul. Mais d'où venaient ces types ?

De Dieu sans doute, car jamais l'homme, avec son puissant génie et les ressources de la science, par ses calculs et ses combinaisons chimiques, n'a pu produire le plus infime être animé, pas même une punaise, un pou, un bacille, un microbe ».

« Et quant au transformisme, j'avoue que j'ai peine à croire, avec les millions de siècles qu'on voudra bien accorder, comment un ciron a pu devenir un éléphant, comment une monade en est venue à former une autruche. Quant à la conformation du premier, le hasard, qu'on fait si puissant, aurait-il pu permettre à ce colosse de prendre le boire et le manger sans courber vers le sol sa lourde masse, comme le font tous les autres herbivores ? . . . »

L'abbé Provancher est donc de la tradition linnéenne, appartenant ainsi à la période qui le précédait. Tout de conformisme, expression à la mode encore aujourd'hui, il s'en remet à la Providence pour la création de chaque espèce ou variété d'êtres vivants. C'était d'ailleurs la doctrine officielle des théologiens de l'Église à cette époque, et l'abbé se devait d'y adhérer sans discussion ³. Cette dernière a modifié lentement ses vues et admet maintenant qu'en biologie, il y eut évolution, mais n'a-t-on pas vu même récemment un Teilhard de Chardin tour à tour critiqué ou louangé en haut lieu ecclésiastique pour son

(3). Son disciple, l'abbé Huard, professe la même doctrine, vingt-cinq ans plus tard. Il l'exprime en note dans un article paru dans le *Naturaliste Can.* 40: 7 (1914) et intitulé: Ce qu'il en coûte d'être antitransformiste.—



FIGURE 1. *Erigeron Provancheri*. Au bas, trois plantes croissant à l'état sauvage. En haut, une plante de la même espèce cultivée au Jardin botanique de Montréal. X 2/5. (Reproduction de: Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal. No. 36. p. 59).

(Photo G. Desbiens)

adhésion trop sincère et trop militante à la théorie de l'évolution, qu'il mêle en plus à la métaphysique et la théologie ⁴.

IV

L'œuvre botanique de l'abbé Provancher, sans être aussi grande et aussi variée que son œuvre zoologique et entomologique, n'en dépasse pas moins tout ce qui s'était écrit avant lui dans cette science et tout ce qui lui est contemporain. S'il a décrit plus d'un millier d'espèces d'insectes et plusieurs genres (avec moins de succès, semble-t-il) (Gahan and Rohwer, 1917) il n'a cependant pas, à notre connaissance, décrit des plantes nouvelles pour la science. Il a tenté de modifier la nomenclature (*Abies Americana* Prov., *Pinus alba Canadensis* Prov., *Tsuga Canadensis* Prov., *Rupestrina pubescens* Prov., *Aster Borealis* Prov., etc.), mais ces noms ne furent pas acceptés et n'eurent pas de suite. Son œuvre principale fut sans doute sa « Flore canadienne » publiée en 1862. On l'accusa bien d'avoir manqué d'originalité en reprenant assez librement les descriptions de la Flore de Gray publiée quatorze ans auparavant, mais il eut cependant le mérite d'adapter celle-ci aux conditions du Québec suivant sa propre expérience de la flore locale et d'en faire une synthèse des connaissances taxonomiques de son temps. « La Flore canadienne de Provancher était un ouvrage étonnant pour le temps où elle parut et le mérite de l'auteur est d'autant plus grand qu'il travaillait seul, loin des grands centres intellectuels et des bibliothèques techniques; de plus personne autour de lui ne s'intéressait à ses études ». (Marie-Victorin, 1935). Par surcroît, il devait financer lui-même ses travaux. « N'oublions pas que Brunet et Provancher n'eurent jamais de subventions pour leurs ouvrages; tout fut publié à leurs frais personnels » (Maheux, A. 1962). « Ce livre fit redécouvrir la Botanique aux Canadiens-français qui l'avaient complètement délaissée depuis la conquête anglaise. Il a été, durant trois quarts de siècle, le bréviaire des amateurs de botanique canadiens-français » (Marie-Victorin, 1935).

Quant à son « Traité élémentaire de botanique » de 1858, on s'en servit pour l'enseignement dans de nombreuses institutions. L'œuvre qui l'a fait connaître le mieux et dans laquelle il a mis le plus de lui-même, tant du point

(4). Russo, F. et al. Essais sur Teilhard de Chardin. Recherches et Débats 40. Librairie A. Fayard, Paris. (1962). On y cite dans le Liminaire, pages 11 et 12, des extraits d'un article de l'*Ossevatore Romano* rapportant puis commentant des jugements du Père de Lubac sur la pensée religieuse du P. Teilhard de Chardin: « Pour nous, ce défaut méthodologique est grave et fondamental, parce que Teilhard de Chardin fait trop souvent un passage indu sur le plan métaphysique et théologique des termes et concepts de sa thèse évolutionniste: transposition qui est une des causes des ambiguïtés conceptuelles et, disons-le, des erreurs qui se trouvent dans les œuvres de Teilhard, . . . ». Plus loin, le commentateur ajoute: « Le livre (du P. de Lubac) met en relief de nombreux défauts de Teilhard, mais, dans son fond, il le défend et en fait l'éloge. Quant à nous, franchement et loyalement, nous devons déclarer que nous ne sommes pas d'accord avec le jugement substantiellement favorable donné par le P. de Lubac ».

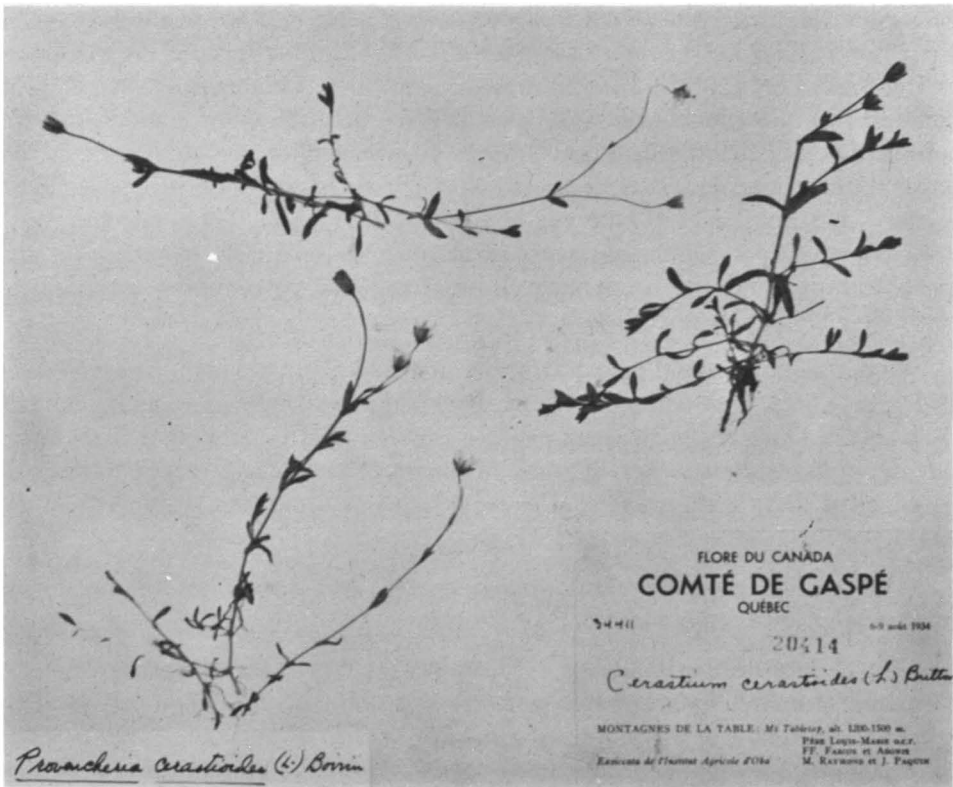


FIGURE 2. Photographie d'un spécimen de *Provancheria cerastioides* (L.) Boivin.

de vue botanique que du point de vue zoologique est sans contredit la revue scientifique: « Le Naturaliste canadien » qu'il fonda en 1868 et qu'il édita, alimenta et soutint jusqu'en 1891, année précédant sa mort. A cette époque, ce dut être un travail immense et très accaparant que d'assurer la publication régulière d'une revue scientifique durant près de 25 ans. Il le fit avec enthousiasme et persévérance. Sans doute se disait-il qu'il contribuait ainsi à l'avancement des sciences naturelles au Québec et dans tout le Canada. En dehors des quelques volumes qu'il publia séparément, on sait que c'est dans le « Naturaliste canadien » que Provancher publia la presque totalité de ses travaux scientifiques. Un regard sous « Provancher » dans l'Index (Anonyme, 1956) de cette revue, publié en 1956, montre bien l'étendue de son œuvre et la diversité de ses intérêts. La seule liste des titres d'ouvrages qu'il signa de 1868 à 1891 couvre cinq pages de l'index (plus de 230 titres): une production jusqu'ici inégalée.

Quelques-uns de ses contemporains et ceux qui vinrent par la suite ont su reconnaître ses mérites. Plusieurs entomologistes l'ont honoré en nommant des espèces et même des genres d'insectes en son nom. « L'un des quelques modes de la gloire, pour un naturaliste » écrit l'abbé Huard, son disciple et

biographe (Huard, 1914), « c'est de voir son nom attaché à telle ou telle espèce du règne végétal ou du règne animal » . . . « voilà donc le nom de la personnalité, à qui l'on a voulu faire hommage, parti pour l'immortalité sur l'aile de quelque humble moucheron ou la feuille de quelque plante modeste! Son nom sera connu jusqu'à la fin du monde, au moins chez les adeptes de la zoologie ou de la botanique ». « . . . voir un 'genre' de la nomenclature scientifique recevoir son nom, c'est l'honneur suprême. Mais ne le reçoit pas qui veut! soit parce que la création d'un genre nouveau n'arrive que rarement, soit parce que le savant qui la fait n'est pas toujours frappé de votre mérite supérieur au point de vouloir l'immortaliser ».

Ainsi, deux genres d'insectes furent dédiés à Provancher: *Provancherella* de Dalla Torre (Ichneumonides) et *Provancheria* d'Ashmead (aussi Ichneumonides). D'autres part, deux espèces portent son nom: *Trogus Provancheri* Burque et *Lyda Provancheri* Huard. Malheureusement, tous ces noms ont subi les caprices de la synonymie qui les remplaça par d'autres (Muesebeck et al., 1951).

Provancher est cependant considéré par les entomologistes modernes comme le grand spécialiste des Hyménoptères.

En dehors de l'entomologie, Huard (1926) cite trois autres descriptions d'espèces animales ou végétales portant son nom: un mollusque, *Unio Provancheriana* Pilsburg; un zoophyte infusoire, *Amiba Provancheri* Crevier et un champignon, *Gnomonia Provancheriana* de Thumen. Nous ignorons la destinée de ces noms d'espèces.

Il faut attendre à 1940 pour qu'une plante supérieure lui soit dédiée. A cette date, Victorin et Rousseau (1940) décrivent une Vergerette des grèves estuariennes du comté de Bellechasse sous le nom d'*Erigeron Provancheri*. (Famille: Composées). (Fig. 1). Fernald (1950) reconnaît la validité de cette espèce dans son Gray's Manual de 1950 mais Boivin (1966b), dans un travail récent, réduit l'espèce au rang variétal ainsi: *Erigeron philadelphicus* L., var. *Provancheri* (Vict. et Rouss.) Boivin. Par contre le même auteur créait quelque temps auparavant le genre botanique *Provencheria* (Boivin, 1966a) en séparant du genre *Stellaria* (ou *Cerastium*) (Famille: Caryophyllacées) deux plantes qui deviennent: *Provencheria cerastioides* (L.) Boivin (Fig. 2) et *Provencheria dubium* (Bast.) Boivin ⁽⁵⁾. A notre connaissance, ces quelques plantes sont les seules à immortaliser le nom de Provancher.

En plus de ces marques symboliques d'admiration et de respect, l'abbé reçut de son vivant plusieurs distinctions honorifiques et qualifications extraordinaires; après sa mort, au moins deux monuments furent élevés à sa mémoire, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de sa mort. La Société

(5) A remarquer l'erreur d'orthographe; l'abbé signait: Provancher. Boivin a corrigé cette erreur depuis et le Genre est devenu: *Provancheria*.

de Québec pour la Protection des Plantes installait une plaque commémorative au Musée de l'Instruction publique de Québec et en 1917, l'abbé Huard érigait, au moyen d'une souscription, un monument de marbre sur son tombeau dans l'église de Cap-Rouge. On trouvera au dernier chapitre de la biographie écrite par Huard (1926) les différents honneurs que Provancher se mérita (6).

Ajoutons la fondation de la Société Provancher, à Québec, en 1918. Vouée surtout à la propagande éducative et à la vulgarisation des sciences naturelles, cette société, qui a son siège à Québec et dont la devise est « J'aime, j'instruis, je protège », est toujours active et fait honneur à son patron.

Tout dernièrement, les responsables de l'Herbier Louis-Marie décidaient de consacrer à leur tour la mémoire de l'abbé Provancher botaniste en inaugurant, sous le titre de « *Provancheria* », une série de publications appelée « Mémoires ». Celle-ci s'ajoute à une autre série, celle des « Contributions de l'Herbier Louis-Marie », déjà en marche sous le nom de « *Ludoviciana* » et dédiée au fondateur de l'Herbier, le Père Louis-Marie (Louis Lalonde) o.c.s.o.

Ainsi donc se perpétuera dans le monde scientifique de la botanique en particulier et de la biologie en général, le souvenir toujours vivace de ce pionnier canadien-français des sciences de la nature, du fondateur d'une revue qui continue, après cent ans, de diffuser la connaissance de ces sciences, de cet admirateur de toutes les œuvres de la création que fut l'abbé Léon Provancher.(7)

(6) Au cours d'une récente visite à Cap Rouge, nous avons visité l'église et observé la plaque de marbre dédiée à Provancher, sur le mur sud-ouest, près du chœur. A peu de distance de l'église, en direction nord, on peut aussi voir la maison de l'abbé, gardée en musée, sur la rue Provancher. Elle mériterait d'être rafraîchie et restaurée.

(7) Nous tenons à remercier de tout cœur Monsieur René Béique, entomologiste et conservateur des collections Provancher au Musée provincial de Québec, Monsieur G.-W. Corrivault, rédacteur du *Naturaliste Canadien* et Monsieur Richard Cayouette, agronome-botaniste du Ministère provincial de l'Agriculture (Québec) qui nous assistèrent dans nos recherches bibliographiques. Nous remercions également monsieur Ernest Rouleau, conservateur de l'Herbier Marie-Victorin, pour sa permission d'utiliser la vignette d'*Erigeron Provancheri* illustrant notre texte.

Références

- ANONYME, 1956. Liste des noms d'auteurs et de leurs travaux publiés dans les vol. 1 à 82 inclus. (1868-1955) du bull. *Naturaliste can.* **83**: 1-3.
- APPENDIX A, (1966) tiré du *Naturaliste can.*, **50**: 9 (1923). Les Pionniers de la science canadienne. Société Royale du Canada. University of Toronto Press.
- BOIVIN, B., 1966a. Énumération des plantes du Canada. III — Herbidées, 1ière partie: Digtatæ: Dimeræ, Liberæ. *Naturaliste can.* **93**: 5.
- BOIVIN, B. 1966b. Énumération des plantes du Canada. IV — Herbidées, 2e partie: Connatæ. *Naturaliste can.* **93**: 6.

- CARON, Omer, 1934. L'œuvre du « Naturaliste canadien ». *Naturaliste can.* **61**: 1.
- FERNALD, M. L., 1950. *Gray's Manual of Botany*. 8th edit. New York.
- GAHAN, A. B. and S. A. ROHWER, 1917. Lectotypes of the Species of Hymenoptera (except Apoidea) described by the Abbé Provancher. *Can. Ent.* **49**: 298.
- GRAY, A., 1848, 1856. *Manual of the Botany of the Northern United States*. New York.
- HOLLAND, G. P., 1966. L'abbé Léon Provancher 1820-1892. Dans: *Les Pionniers de la science canadienne*. Société Royale du Canada, University of Toronto Press.
- HUARD, V. A., 1914. En l'honneur de Provancher. *Naturaliste can.*, **40**: 11.
- HUARD, V. A., 1926. *La Vie et l'Oeuvre de L'Abbé Provancher*. Ed. Spes (Paris) et Librairie J.-P. Garneau (Québec).
- HUXLEY, J.-S., 1940. *The New Systematics*. (Oxford).
- LINNAEUS, C., 1753. *Species Plantarum*.
- LORTIE, Léon., 1966. La trame scientifique de l'histoire du Canada. Dans *les Pionniers de la Science canadienne*. University of Toronto Press.
- MAHEUX, A., 1960. L'Abbé Ovide Brunet, botaniste (1826-1876). *Mémoires de la Société Royale du Canada*, 3e série, section 1, vol. 54.
- MAHEUX, A., 1962. Louis-Ovide Brunet. *Naturaliste can.* **89**: 10.
- MAHEUX, G., 1924. Provancher, the Canadian Linnæus. *Naturaliste Can.* **50**: 80.
- MARIE-VICTORIN, Fr. 1935. *Flore laurentienne*. Montréal.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1937. L'Abbé Provancher. *Soc. Can. d'Histoire naturelle tract* 29.
- MARIE-VICTORIN, Fr. et J. ROUSSEAU, 1940. Nouvelles entités de la flore phanérogame du Canada oriental. *Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal* No 36.
- MAYR, E., E. G. LINSLEY and R. L. USINGER., 1953. *Methods and Principles of Systematic Zoology*. (New York).
- MUESEBECK, C. F. W. et al., 1951. *Hymenoptera of America North of Mexico*. U.S.D.A. Agr. Monograph No. 2.
- PROVANCHER, L., 1857. (Pseudonyme: Émilien Dupont) *Essai sur les insectes et les maladies qui affectent le blé*. Manuscrit présenté au Ministère de l'Agriculture.
- PROVANCHER, L., 1858. *Traité élémentaire de Botanique*, Imp. de St-Michel et J. Darveau (Québec).
- PROVANCHER, L., 1862a. *Le Verger canadien*. Imp. J. Darveau, (Québec).
- PROVANCHER, L., 1862b. *Flore canadienne*. Imp. J. Darveau, (Québec).
- ROUSSEAU, J., 1942. Asa Gray et la Flore de Provancher. *Naturaliste can.* **69**: 207.

Note: Depuis la rédaction de cet article, nous avons appris que les herbiers des abbés Brunet et Provancher sont conservés au Musée de Sciences Naturelles du Séminaire de Québec.

ÉTUDES SUR LES SOLIDAGO. VIII. RÉSULTATS ET
ANALYSE DE CROISEMENTS EFFECTUÉS ENTRE LE
SOLIDAGO CANADENSIS L. ET LE *SOLIDAGO LEPIDA*
VAR. *FALLAX* FERN.

Jean R. BEAUDRY

Département des Sciences biologiques
Université de Montréal

Résumé

Des croisements réciproques entre quelques souches de *S. canadensis* et des souches du Lac Saint-Jean et de Gaspésie de la plante du nord-est de l'Amérique du nord désignée par Fernald (1915) *S. lepida* var. *fallax*, ont montré que les souches de ces deux plantes peuvent être facilement croisées pour produire de nombreux individus de F₁ viables et très fertiles. Ces individus de F₁ peuvent à leur tour être croisés entre eux ou rétrocroisés à *S. canadensis* et à *S. lepida* var. *fallax* pour produire, selon le cas, de nombreux individus de F₂ ou de rétrocroisements viables et normaux. Les différents stades de la microgamétogenèse et les grains de pollen sont aussi normaux chez les hybrides de F₁, de F₂ et de rétrocroisements qu'ils le sont chez *S. canadensis* et *S. lepida* var. *fallax*. Ces observations indiquent très clairement que cette plante du nord-est de l'Amérique du nord, que Fernald désigna *S. lepida* var. *fallax* en 1915 et qui ne diffère du *S. canadensis* typique que par des caractères quantitatifs, n'est en somme qu'une variété géographique (ou une sous-espèce) de cette dernière entité. L'auteur remplace la désignation *S. lepida* var. *fallax* par *S. canadensis* var. *fallax* (Fern.) *comb. nov.*

Abstract

Reciprocal crosses between a few strains of *S. canadensis* and strains from Lac Saint-Jean and the Gaspé Peninsula of the northeastern plant designated *S. lepida* var. *fallax* by Fernald (1915), have shown that the strains of these two plants can be easily crossed to produce numerous F₁ individuals, which are viable and highly fertile. These F₁ individuals can, in turn, be intercrossed or backcrossed to *S. canadensis* and *S. lepida* var. *fallax* to produce numerous F₂ or backcross individuals which are also viable and normal. The different stages of microgametogenesis and the pollen grains are as normal in the F₁, F₂ and backcross hybrids, as they are in *S. canadensis* and *S. lepida* var. *fallax*. These observations clearly indicate that this northeastern plant, designated *S. lepida* var. *fallax* by Fernald in 1915, and which differs from typical *S. canadensis* by quantitative characters only, is a geographical variety (or subspecies) of the latter entity. The designation *S. lepida* var. *fallax* should be replaced by *S. canadensis* var. *fallax* (Fern.) *comb. nov.*

Introduction

En 1915, Fernald affirmait que dans la région formée par Terre-Neuve, le sud du Labrador, la péninsule de Gaspé, le nord du Nouveau-Brunswick et le nord du Maine, le *Solidago canadensis* typique était remplacé par une entité

voisine qu'il assimila au *S. lepida* DC. de la côte du Pacifique (Fernald, 1915). D'après lui, le *S. lepida* était constitué par les quatre variétés suivantes: (1) *S. lepida* var. *lepida*, distribuée dans l'est du Canada autour du détroit de Belle-Isle et dans certaines parties de l'est de Terre-Neuve; (2) *S. lepida* var. *molina*, localisée à Percé, comté de Gaspé; (3) une plante rencontrée sur les graviers de la rivière Sainte-Anne-des-Monts, Comté de Gaspé, P. Qué., qu'il assimila au *S. elongata* de Nuttall de la côte du Pacifique, en réduisant cependant ce dernier au rang de variété du *S. lepida*, le désignant *S. lepida* var. *elongata*; (4) *S. lepida* var. *fallax*, une variété à distribution beaucoup plus étendue, rencontrée depuis Terre-Neuve et Gaspé jusqu'au comté de Montmorency, P. Qué., et au comté d'Aroostook dans le Maine et aussi à travers le continent: Ontario, Michigan, Saskatchewan, Colombie-Britannique, Montana, Wyoming, Utah, etc. Donc, d'après Fernald, les trois premières variétés étaient très localisées, en autant que le Québec était concerné, et l'entité commune dans presque tout le Bas-de-Québec était le *S. lepida* var. *fallax*.

Trente-cinq ans plus tard, dans le Gray's Manual, Fernald (1950) présentait essentiellement les mêmes vues, mais en modifiant légèrement la distribution de certaines des variétés mentionnées plus haut. Ajoutons que l'entité désignée *S. lepida* var. *fallax* par Fernald est très répandue non seulement en Gaspésie, mais aussi dans la région du Lac Saint-Jean.

Les botanistes qui connaissent le *S. canadensis* typique, qui est très commun dans toute la zone du Québec située au sud de l'aire de distribution du *S. lepida* var. *fallax*, ont facilement admis que la plante de la région du Bas-de-Québec différait du *S. canadensis* typique, mais les déterminations de ces deux plantes ont toujours été sources de difficultés parce que les différences entre elles ne sont que quantitatives, le *S. canadensis* typique ayant des involucre plus petits (2-2.8 mm versus 3-5 mm), des feuilles caulinaires plus étroites et des tiges plus longues que le *S. lepida* var. *fallax*. Les deux entités ont même nombre chromosomique: $2n = 18$ (Beaudry and Chabot, 1959).

En 1959, j'ai effectué une série de croisements dans le but d'obtenir des données qui permettraient de déterminer si le *S. lepida* var. *fallax* doit être considéré comme une espèce distincte du *S. canadensis* ou comme une variété de cette dernière entité.

Matériaux et Méthodes

Le tableau I indique les localités d'origine des souches utilisées. Le code employé pour désigner les souches ou les croisements est inscrit au bas du tableau.

Les inflorescences des plantes autofécondées ou croisées ont été protégées contre le pollen indésirable en les recouvrant de petits sacs de coton avant et après l'anthèse. Les plantes croisées ne furent pas émasculées puisque, tel qu'on le verra plus loin, les *Solidago* sont autostériles.

TABLEAU I

Graines et plantules obtenues à partir de fécondations réalisées en 1959 et impliquant *Solidago canadensis* et *S. lepida* var. *fallax* 1.

Numéro de code	Souches	Nombre de graines obtenues	Densité des plantules obtenues 0-5*
Autofécondations			
C-2	Hudson, P.Q.	0	—
C-3	Hudson, P.Q.	0	—
C-6	Rimouski, P.Q.	0	—
C-10	Mendon, Mass.	0	—
L-15	Murdochville, P.Q.	0	—
L-17	Lac St-Jean, P.Q.	0	—
L-18	Port-Daniel, P.Q.	0	—
Croisements entre <i>S. canadensis</i>			
CC-21	Mendon × St-Adolphe-de-Howard, P.Q.	33	0
Croisements entre <i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i>			
LL-22	Port-Daniel × Lac St-Jean	257	5
LL-23	Lac St-Jean × Murdochville	563	4
Croisements entre <i>S. canadensis</i> et <i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> (F ₁)			
CL-24	Hudson × Murdochville	108	1
LC-24	Murdochville × Hudson	116	2
CL-25	Rimouski × Lac St-Jean	248	4
LC-25	Lac St-Jean × Rimouski	417	5
CL-26	Mendon × Lac St-Jean	434	5
LC-26	Lac St-Jean × Mendon	388	4
CL-27	Rimouski × Port Daniel	159	3
LC-27	Port Daniel × Rimouski	366	5

1 Les graines ont été mises en germination le 19 avril 1960 et la densité des plantules notée le 22 juin 1960.

* Les graines obtenues ont été semées en une rangée ou fraction de rangée continue; les chiffres, de 0 à 5, désignent les rendements obtenus en plantules: 0 = nul; 1 = très faible; 2 = faible; 3 = moyen; 4 = élevé; 5 = très élevé.

C = *S. canadensis*; L = *S. lepida* var. *fallax*; CC = *S. canadensis* × *S. canadensis*; LL = *S. lepida* var. *fallax* × *S. lepida* var. *fallax*; CL = *S. canadensis* × *S. lepida* var. *fallax*; LC = *S. lepida* var. *fallax* × *S. canadensis*; (dans les croisements, la première plante indiquée est la plante mère).

Les boutons floraux qui ont servi à l'étude de la microsporogénèse ont été fixés au Carnoy et les étalements colorés au carmin acétique.

Les observations microscopiques ont été faites au moyen d'un photomicroscope Zeiss.

Observations

LES SOUCHES PARENTALES ET LES INDIVIDUS DE F₁

Tel que prévu, les quatre souches de *S. canadensis* et les trois de *S. lepida* var. *fallax* qui ont été autofécondées n'ont pas produit de graines (Tableau I).

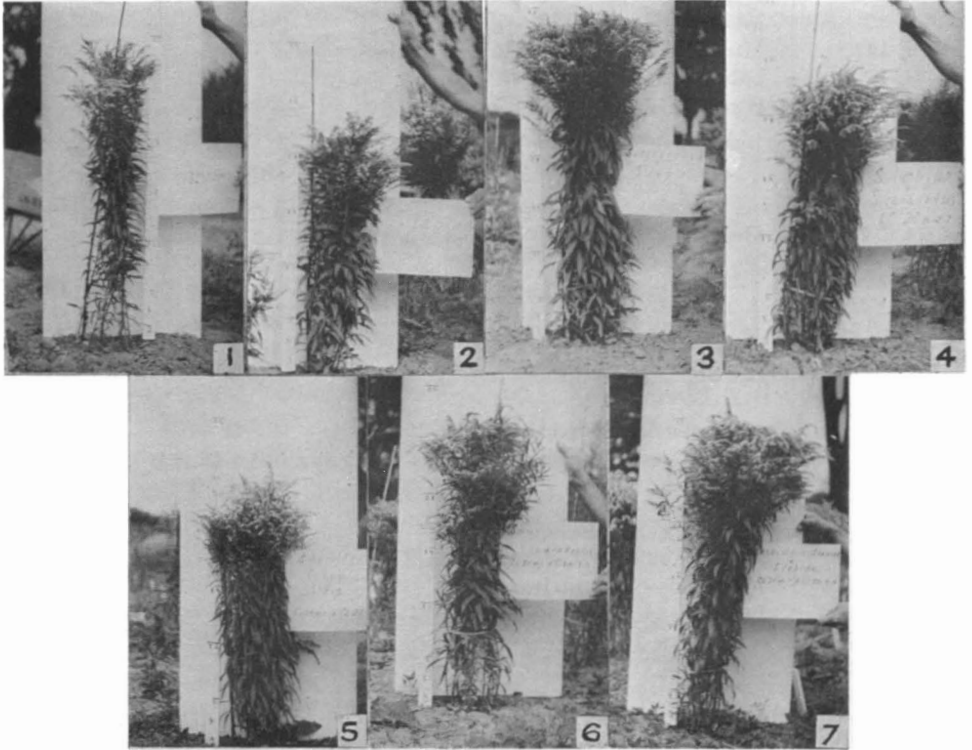


Fig. 1. *S. canadensis*. Fig. 2. *S. lepida* var. *fallax*. Fig. 3. *S. canadensis* × *S. lepida* var. *fallax*. Fig. 4. *S. lepida* var. *fallax* × *S. canadensis*. Fig. 5. [(*S. canadensis* × *S. lepida* var. *fallax*) × (*S. canadensis* × *S. lepida* var. *fallax*)]. Fig. 6. [(*S. canadensis* × *S. lepida* var. *fallax*) × *S. canadensis*]. Fig. 7. [(*S. canadensis* × *S. lepida* var. *fallax*) × *S. lepida* var. *fallax*].

Le croisement CC-21, entre deux souches de *S. canadensis*, a produit 33 graines apparemment bien développées mais dont aucune n'a germé, alors que les deux croisements entre souches de *S. lepida* var. *fallax*, LL-22 et LL-23, ont donné de nombreuses graines qui ont bien germé. Le fait que les deux souches de *S. canadensis* utilisées dans le croisement CC-21 aient produit 33 graines

TABLEAU II

Longueur de la plus longue tige (cm) d'individus de *Solidago canadensis*, de *S. lepida* var. *fallax* et de leurs hybrides de F₁ (1961).

Numéro de code	Souches	Longueur de la plus longue tige (cm)								N	\bar{X}	$S_{\bar{x}}$	C.V.	
		-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120					121-130
	<i>S. canadensis</i> (C)			2	1	3		5	1	2	14	96.4	5.33	20.7
	Mendon, Mass. Hudson, P.Q. St-Eustache, P.Q. Lachute, P.Q. St-Adolphe-de-Howard, P.Q. Rimouski, P.Q.			1	1	2		2	1	2	3 6 1 1			
	<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> (L)			2	2	2	2	2			10	85.0	4.97	17.54
	Lac St-Jean, P.Q. Port Daniel, P.Q. Marsoui, P.Q. Murdochville, P.Q.				1	1	2	2			5 1 1 3			
	F ₁ :													
CL-24	Hudson × Murdochville				1						1			
LC-24	Murdochville × Hudson		1		4						5			
CL-25	Rimouski × Lac St-Jean		1	3	4	1					9			
LC-25	Lac St-Jean × Rimouski	2		4	2	2					10			
CL-26	Mendon × Lac St-Jean					2	3	4		1	10			
LC-26	Lac St-Jean × Mendon				2	1	3	4			10			
CL-27	Rimouski × Port Daniel	1	2	5	2	1					11			
LC-27	Port Daniel × Rimouski		3	2	1	1					7			
Les CL	<i>S. canadensis</i> × <i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i>	1	3	8	7	4	3	4		1	31	78.2	3.38	23.7
Les LC	<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> × <i>S. canadensis</i>	2	4	6	9	4	3	4			32	75.6	3.04	22.8

d'apparence normale suggère que ces deux souches sont compatibles et que l'absence de germination soit attribuable à des facteurs internes (c'est-à-dire ayant leur siège dans les graines) ou externes qui ont agi après la mise en germination de ces graines.

Les quatre croisements effectués entre des souches de *S. canadensis* et de *S. lepida* var. *fallax* et leurs réciproques ont produit plus de 100 graines chacun. Dans le cas des croisements 25, 26 et 27, le rendement de ces graines en plantules a été de « moyen » à « très élevé », alors que pour le croisement 24 ce rendement n'a été que « très faible » ou « faible ». L'obtention d'un faible rendement en plantules tant dans le croisement CL-24 que dans son réciproque LC-24 indique que les deux souches impliquées sont peut-être moins compatibles que les combinaisons de souches qui ont été utilisées dans les autres croisements. Il faut cependant mentionner que les quelques plantes obtenues à partir de CL-24 et LC-24 étaient d'apparence tout à fait normale.

Pour établir de façon non équivoque que les souches utilisées dans le croisement 24 (Hudson et Murdochville) sont partiellement incompatibles, il faudrait refaire ce croisement. Cette vérification n'a cependant pas été faite.

Les plantules obtenues à partir des croisements réalisés en 1959 furent transplantées en pleine terre au cours de l'été de 1960, produisirent des rosettes la même année et des tiges florifères en 1961. Le tableau II contient un résumé des déterminations de la longueur de la plus longue tige de ces individus faites durant cette dernière année et aussi le résumé des déterminations correspondantes faites sur la même tige d'individus de certaines des souches de *S. canadensis* et de *S. lepida* var. *fallax*.

Les données qui concernent *S. canadensis* et *S. lepida* var. *fallax* appuient les impressions du botaniste-herborisant: (1) la longueur de la tige chez ces deux entités est un caractère quantitatif et un caractère très variable; (2) la moyenne de la longueur de la tige est plus élevée chez *S. canadensis* (Figure 1) que chez *S. lepida* var. *fallax* (Figure 2), mais il y a un chevauchement si considérable des données individuelles que la différence de 11.4 cm n'est pas significative; (3) les données concernant *S. canadensis* suggèrent que la longueur de la tige diminue du sud au nord, mais elles sont loin d'être assez substantielles pour établir sans équivoque l'existence d'un cline sud-nord.

L'examen des données concernant les individus de F_1 (Figures 3 et 4) (croisements 24 à 27) suggère les remarques suivantes: (1) les croisements réciproques ont produit substantiellement les mêmes types d'individus: en effet, la correspondance entre les individus CL et LC de chacun des trois croisements 25, 26 et 27 (les données concernant le croisement 24 étant exclues à cause de la représentation du croisement CL-24 qui est limitée à un individu) est remarquable; (2) cette correspondance indique que ces individus de F_1 sont de véritables hybrides entre les souches désignées puisque s'ils avaient été produits par contamination, et non par fécondation contrôlée, de telles

TABLEAU III

Dates de l'épanouissement des premières fleurs chez *Solidago canadensis*, *S. lepida* var. *fallax* et leurs hybrides de F₁ (1961).

Taxon ou numéro de code	Souches	Date de l'épanouissement des premières fleurs										N	Nombre moyen de jours à partir du 1er avril	S \bar{x}	C.V.
		26-VI 2-VII	3-VII 9-VII	10-VII 16-VII	17-VII 23-VII	24-VII 30-VII	31-VII 6-VIII	7-VIII 13-VIII	14-VIII 20-VIII	21-VIII 27-VIII					
S. canadensis S. lepida var. fallax	plusieurs souches			1		8	2				1	12	120	2.77	8.0
	plusieurs souches	2	1	7	7	1						18	106	1.76	7.0
CL-24	Hudson × Murdochville			1								1	104		
LC-24	Murdochville × Hudson		3	1	1							5	101		
CL-25	Rimouski × Lac St-Jean		1	7	1	1						10	105		
LC-25	Lac St-Jean × Rimouski		5	4	1							10	101		
CL-26	Mendon × Lac St-Jean			6	4							10	107		
LC-26	Lac St-Jean × Mendon			2	7	1						10	112		
CL-27	Rimouski × Port Daniel			9	1							10	105		
LC-27	Port Daniel × Rimouski		2	7	1							10	103		
Les CL	<i>S. canadensis</i> × <i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i>		1	23	6	1						31	106	0.70	3.7
Les LC	<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> × <i>S. canadensis</i>		10	14	10	1						35	104	0.99	5.6

* VI = Juin; VII: juillet, VIII = août.

correspondances entre chacun des CL et son LC auraient été des évènements presque irréalisables; (3) la souche Mendon du *S. canadensis*, qui est constituée par des individus à très longues tiges, a fourni les individus de F_1 qui possèdent les plus longues tiges du groupe des individus de F_1 ; (4) les tailles moyennes des individus CL (78.2 cm) et LC (75.6) sont inférieures à celles des parents (96.4 cm pour *S. canadensis* et 85.0 cm pour *S. lepida* var. *fallax*) et les différences entre la moyenne de *S. canadensis* et les deux moyennes de F_1 sont significatives alors que celles qui existent entre la moyenne de *S. lepida* var. *fallax* et les deux mêmes moyennes de F_1 ne le sont pas; à ce sujet, il faut remarquer que si la longueur de la tige est déterminée par un complexe polygénique, comme le suggère l'allure des données, ces faibles moyennes de F_1 peuvent être dues au fait que quatre des six combinaisons de F_1 (en excluant toujours CL-24 et LC-24) sont constituées par des souches à tige courte, dont les complexes polygéniques produiraient, en combinaison, une variation qui transgresserait les limites inférieures de la variation des mêmes souches parentales.

Le tableau III présente les dates de l'épanouissement des premières fleurs chez les mêmes plantes, c'est-à-dire celles du tableau II.

Tous les individus des souches parentales et de F_1 ont fleuri normalement. La date de floraison moyenne de *S. lepida* var. *fallax* précéda de 14 jours celle de *S. canadensis* et le test de *t* indique que cette différence est très significative. La date de floraison des individus de F_1 fut, en général, voisine de celle de *S. lepida* var. *fallax*, mais l'influence des souches impliquées est évidente: Mendon, qui est la souche *canadensis* la plus tardive, a produit les hybrides de F_1 les plus tardifs (les CL-26 ont une moyenne de 107 jours et les LC-26 de 112 jours). Pour la date de la floraison, comme pour la longueur de la plus longue tige, les croisements réciproques ont produit des résultats identiques (la différence entre la moyenne des CL et celle des LC n'est pas significative), autre indice que les plantes de F_1 sont de véritables hybrides entre les souches impliquées.

LES INDIVIDUS DE F_2 ET DE RÉTROCROISEMENTS

En 1963, certains individus de F_1 furent intercroisés pour produire une F_2 et aussi rétrocroisés avec *S. canadensis* et *S. lepida* var. *fallax*. Le tableau IV présente les nombres de plantules de F_2 obtenus dans un croisement entre deux individus de F_1 , CL-24-1 et CL-25-1, et les nombres de plantules de rétrocroisement obtenus dans des croisements entre certains individus de F_1 et des individus de *S. canadensis* et de *S. lepida* var. *fallax*. Le même tableau contient aussi les nombres de plantules obtenus à la suite de divers croisements témoins.

L'autofécondation de deux individus de *S. canadensis*, de deux individus de *S. lepida* var. *fallax* et de trois individus de F_1 n'ont donné en tout que trois plantules qu'il faut sans doute attribuer à des contaminations. Tel qu'indiqué

TABLEAU IV

Nombre de plantules obtenues à partir de fécondations réalisées en 1963 et impliquant le *Solidago canadensis*, le *S. lepida* var. *fallax* et leurs hybrides ^{1, 2}

Numéro de code	Souches	Nombre de plantules obtenues
Autofécondations		
C-2-1	Hudson	0
C-2-2	Hudson	0
LL-22-1	Port Daniel × Lac St-Jean	2
LL-22-2	Port Daniel × Lac St-Jean	0
CL-24-1	Hudson × Murdochville	1
LC-24-1	Murdochville × Hudson	0
LC-24-2	Murdochville × Hudson	0
Pollinisations naturelles		
C-2-1	Hudson	21
C-2-2	Hudson	37
C-2-3	Hudson	42
LL-22-1	Port Daniel × Lac St-Jean	77
LL-22-2	Port Daniel × Lac St-Jean	31
LL-22-4	Port Daniel × Lac St-Jean	34
CL-24-1	Hudson × Murdochville	54
LC-24-1	Murdochville × Hudson	36
LC-24-2	Murdochville × Hudson	38
CL-25-1	Rimouski × Lac St-Jean	53
Croisements entre <i>S. canadensis</i>		
C-2-1 × C-2-2	Hudson × Hudson	0
C-2-2 × C-2-1	Hudson × Hudson	68
C-2-1 × C-2-3	Hudson × Hudson	0
Croisements entre <i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i>		
LL-22-1 × LL-22-2	(Port Daniel × Lac St-Jean) × (Port Daniel × Lac St-Jean)	0
LL-22-2 × LL-22-1	(Port-Daniel × Lac St-Jean) × (Port Daniel × Lac St-Jean)	5
Croisements entre F ₁ (individus de F ₂)		
CL-24-1 × CL-25-1	(Hudson × Murdochville) × (Rimouski × Lac St-Jean)	40
Rétrocroisements		
CL-24-1 × C-2-3	(Hudson × Murdochville) × Hudson	41
LC-24-2 × C-2-3	(Murdochville × Hudson) × Hudson	33
CL-24-1 × LL-22-4	(Hudson × Murdochville) × (Port Daniel × Lac St-Jean)	4
LC-24-1 × LL-22-4	(Murdochville × Hudson) × (Port Daniel × Lac St-Jean)	0

¹ environ 10 capitules ont été pollinisés et/ou récoltés.

² les graines ont été mises en germination le 5 mars 1964 et les plantules ont été comptées le 14 mai 1964.

TABLEAU V

Distribution des fréquences de la longueur de la plus longue tige (cm) chez *Solidago canadensis*, *S. lepida* var. *fallax* et chez leurs hybrides de F₁, de F₂ et de rétrocroisements (1965)

Souches	Longueur de la plus longue tige (cm)									N	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	C.V.
	-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120				
<i>S. canadensis</i> (C)				2		1	4	6		13	94.2	4.0	15.3
<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> (L)		3	2	2	8	2	2			19	70.3	3.5	21.9
F ₁ : CL et LC	5	5	2	4	3	6	1	2		28	64.6	4.2	34.6
F ₂ : CL24 × CL25			2	14	14	7	2			39	73.2	1.6	13.3
F ₁ × C					1	3	1	4	1	10	96.0	4.1	13.4
F ₁ × L					2	1	1			4	82.5	4.8	11.6

plus bas dans le tableau IV, la plante qui a donné deux plantules (LL-22-1) et celle qui en a donné une (CL-24-1), ont respectivement donné 77 et 54 plantules lorsqu'elles furent pollinisées naturellement.

Les pollinisations naturelles de trois individus de *S. canadensis*, trois de *S. lepida* var. *fallax* et de quatre individus de F_1 ont produit d'excellents résultats. Si on compare les nombres de plantules ainsi obtenus à partir des quatre individus de F_1 à ceux qu'ont donné les six plantes représentant les deux espèces parentales, il est évident que les premiers étaient aussi fertiles que les dernières.

Certains individus de la souche Hudson de *S. canadensis* furent intercroisés. Bien que le croisement C-2-1 \times C-2-2 n'ait pas donné une seule plantule, il est évident que ces deux plantes sont interfertiles puisque le croisement réciproque a fourni 68 plantules. L'une des plantes impliquée dans ces deux croisements, C-2-1, fut aussi croisée à C-2-3, mais sans succès.

Un croisement entre deux individus de *S. lepida* var. *fallax* (LL-22-1 \times LL-22-2) n'a pas donné de plantules alors que le croisement réciproque en fournissait cinq.

Quarante plantules de F_2 furent obtenues à partir d'un croisement entre deux individus de F_1 , soit autant que le nombre moyen de plantules obtenu à partir des pollinisations libres.

Des quatre rétrocroisements effectués, les deux premiers, à *S. canadensis*, ont donné des nombres assez élevés de plantules (41 et 33), alors que les deux autres, à *S. lepida* var. *fallax*, n'ont donné que 4 et 0 plantules.

Ces résultats indiquent que les individus de F_1 , tant CL que LC, sont très fertiles et qu'ils peuvent produire d'abondantes progénitures lorsqu'on les croise entre eux ou qu'on les rétrocroise. Les faibles rendements en plantules obtenus dans les rétrocroisements à *S. lepida* var. *fallax* sont probablement attribuables aux difficultés inhérentes à la réalisation des pollinisations artificielles chez *Solidago* plutôt qu'à l'infertilité de cette catégorie de rétrocroisements.

En 1965, la longueur de la plus longue tige des individus F_2 (Figure 5) et de rétrocroisements produits en 1963 (Figures 6 et 7) fut déterminée et comparée à celle d'individus de *S. canadensis*, de *S. lepida* var. *fallax* et d'hybrides de F_1 entre des individus de ces deux taxons. Ces données sont présentées dans le tableau V. Les valeurs moyennes qui concernent *S. canadensis*, *S. lepida* var. *fallax* et les individus de F_1 ont même allure en 1965 qu'en 1961: la tige chez *S. canadensis* est nettement plus longue que chez *S. lepida* var. *fallax* et les individus de F_1 puisque les différences (C-L) et (C- F_1) sont très significatives. La différence (L- F_1) n'est cependant pas significative, ce qui indique que les tiges ont à peu près même longueur chez *S. lepida* var. *fallax* et les individus de F_1 . De même, si la différence (C- F_2) est très

TABLEAU VI

Dates de l'épanouissement des premières fleurs chez *Solidago canadensis*, *S. lepida* var. *fallax*, et leurs hybrides de F₁, de F₂ et de rétrocroisements (1965).

Taxon ou numéro de code	Dates de l'épanouissement des premières fleurs									N	Nombre moyen de jours à partir du 1er avril	S _X	C.V.
	26-VI 2-VII	3-VII 9-VII	10-VII 16-VII	17-VII 23-VII	24-VII 30-VII	31-VII 6-VIII	7-VIII 13-VIII	14-VIII 20-VIII	21-VIII 27-VIII				
<i>S. canadensis</i> (C)			2	5	2	3			1	13	117	3.15	9.7
<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> (L)	1	2	6	5	1					15	105	1.83	6.8
F ₁ : CL		8	2	2	1					13	102	2.00	7.1
F ₁ : LC		3	4	3	2					17	106	2.17	7.1
F ₂ : CL24 × CL25	12	19	4	1	1					37	96	1.03	6.5
F ₁ × C	2	5	2	1						10	98	2.03	6.6
F ₁ × L		2		1	1					4	106	5.25	9.9

TABLEAU VII

Distribution des fréquences de la largeur (mm) des feuilles caulinaires situées à mi-hauteur de la tige chez *Solidago canadensis*, *S. lepida* var. *fallax*, et leurs hybrides de F₁, de F₂ et de rétroissements (1965).

Souches	Largeur d'une feuille caulinaire située à mi-hauteur de la tige (mm)															N	\bar{X}	$S_{\bar{x}}$	C.V.
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
<i>S. canadensis</i> (C)		1	4	2		1	2	1	1	1						13	12.3	0.72	21.6
<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> (L)				1	1	1	2	3	1		2	2			1	14	15.8	0.82	19.4
F ₁ : CL et LC	1	2	5	3	3			2		1						17	11.3	0.64	23.4
F ₂ : CL24 × CL25		4	4	10	5	5	7	3	1							39	12.0	0.31	15.9
F ₁ × C				1	2	2	2	2	1							10	13.5	0.50	11.7
F ₁ × L					1	1	2									4	13.2	0.48	7.2

significative, la différence (L-F₂) ne l'est pas. La différence de 8.6 cm entre les moyennes de la F₁ et de la F₂ n'est pas significative. Enfin dans les rétrocroisements, la moyenne des plantes rétrocroisées à *S. canadensis* fut plus élevée que celle des plantes rétrocroisées à *S. lepida* var. *fallax*, tel que prévu, mais la différence de 13.5 cm entre les deux moyennes n'est pas significative.

Les dates d'épanouissement des premières fleurs chez *S. canadensis*, *S. lepida* var. *fallax* et leurs hybrides de F₁, de F₂ et de rétrocroisements, qui furent déterminées en 1965, sont consignées dans le tableau VI. Les données qui concernent les individus des souches mères et de F₁ ne diffèrent presque pas de celles qui furent obtenues en 1961: c'est-à-dire que les différences (C-L), (C-CL), (C-LC) sont très significatives, alors que les différences (L-CL) et (L-LC) ne le sont pas. De même, la différence (CL-LC) n'est pas significative. Quant à la F₂, bien que sa date moyenne d'épanouissement se rapproche beaucoup plus de celle de *S. lepida* var. *fallax* que de celle de *S. canadensis*, la différence (L-F₂) est quand même très significative. La comparaison et l'interprétation des dates d'épanouissement des deux rétrocroisements sont trop aléatoires parce que le rétrocroisement à *S. lepida* var. *fallax* n'est représenté que par quatre individus.

La largeur d'une feuille caulinaire située à mi-hauteur de la tige a aussi été déterminée, en 1965, sur les mêmes individus et les données obtenues sont groupées dans le tableau VII. La largeur de la feuille se présente bien comme un caractère quantitatif et la moyenne de *S. lepida* var. *fallax* (15.8 mm) est plus élevée que celle de *S. canadensis* (12.3 mm) (différence très significative). La largeur moyenne de la feuille des individus de F₁ et de F₂ ne diffère guère de celle de la feuille de *S. canadensis* (différences non significatives), mais la largeur moyenne de la feuille des individus de *S. lepida* var. *fallax* est nettement supérieure à celle des individus de F₁ et de F₂ (différences très significatives).

Au cours de l'été de 1965, des boutons floraux ont été prélevés sur des individus de *S. canadensis*, *S. lepida* var. *fallax* et leurs hybrides de F₁, de F₂ et de rétrocroisements, dans le but de faire l'analyse de la microgamétogenèse. Les données obtenues sont consignées dans le tableau VIII. Pour ce qui est des stades, diacynèse, métaphases I et II, prophase II et anaphases I et II, seules des cellules dans lesquelles tous les chromosomes pouvaient être comptés ont été étudiées; pour les autres stades, seule l'apparence générale des cellules a été considérée pour décider si ces cellules étaient normales ou anormales.

La microgamétogenèse de *S. canadensis* a été étudiée en détail et s'est révélée tout à fait normale. Chez *S. lepida* var. *fallax* et les individus de F₂, tous les stades du même phénomène furent aussi soigneusement examinés, mais sans faire de comptage parce que toutes les cellules examinées étaient normales. Chez les individus de F₁ (CL et LC) et de rétrocroisements (CL × C et CL × L), pas une seule cellule anormale ne fut observée.

TABLEAU VIII

Analyse de la microgamétogenèse chez *Solidago canadensis*, *S. lepida* var. *fallax* et leurs hybrides de F₁, de F₂ et de rétrocroisements (1965).

Souches	Nombre d'individus	Division I								Division II								Microspores		Pollen		0/0 de cellules normales
		Diacinèse		Méta-phase		Anaphase		2-nuclée		Pro-phase		Méta-phase		Anaphase		4-nuclée		Nor	Anor	Nor	Anor	
		Nor	Anor	Nor	Anor	Nor	Anor	Nor	Anor	Nor	Anor	Nor	Anor	Nor	Anor	Nor	Anor					
<i>S. canadensis</i> (C)	6	14	0	10	0	4	0	77	0	8	0	48	0	3	0	179	0	—	—	5452	12	99.8
<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> (L)	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4526	1	99.9
F ₁ : CL	6	99	0	34	0	13	0	174	0	3	0	30	0	6	0	240	0	679	0	2059	0	100
F ₁ : LC	6	19	0	5	0	8	0	197	0	2	0	79	0	29	0	167	0	1376	0	3890	0	100
F ₂ : CL24 × CL25	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1998	0	100
CL × C	5	109	0	41	0	21	0	—	—	—	—	7	0	3	0	158	0	400	0	2397	0	100
CL × L	4	40	0	14	0	1	0	26	0	—	—	16	0	—	—	161	0	935	0	1518	0	100

* Nor = normales; Anor = anormales.

Dans le but de comparer la vigueur des individus de F_1 à celle d'individus représentant les entités mères, un certain nombre d'individus ont été observé de 1961 à 1965. Les données concernant la mortalité comparée de ces individus sont groupées dans le Tableau IX. De 1961 à 1964, la mortalité a été moins élevée chez les individus de F_1 que chez ceux de *S. canadensis* et *S. lepida* var. *fallax*. Mais au cours de l'hiver 1964-1965, qui fut très rigoureux, de très nombreux individus de F_1 sont morts. Si cependant, on compare les pourcentages de mortalité en cinq ans (1961-1965) et aussi ceux qui concernent la mortalité au cours de l'hiver 1964-65, il semble bien que les nombres qui concernent les individus de F_1 sont à peu près du même ordre que ceux relatifs à *S. lepida* var. *fallax* mais peut-être plus élevés que ceux qui se rapportent à *S. canadensis*. Lorsque cependant on compare, non plus la mortalité de plantes adultes mais de plantules plantées en 1964 et aussi soumises aux rigueurs de l'hiver de 1964-1965 (Tableau X), on constate que les individus de F_1 , de F_2 et de rétrocroisements ont résisté aussi bien que les individus des deux entités mères.

Discussion et Conclusions

Les données consignées dans les différents tableaux qui précèdent montrent clairement que les entités désignées *S. canadensis* et *S. lepida* var. *fallax* sont constituées par des individus très interfertiles, c'est-à-dire qui peuvent facilement être croisés pour produire de nombreuses plantules de F_1 (Tableau I), qui se développent en plantes adultes de taille normale (Tableaux II et V), et à floraison normale (Tableaux III et VI), quelle que soit la plante mère employée.

Ces plantes de F_1 sont très fertiles puisqu'elles peuvent produire d'abondantes progénitures lorsqu'elles sont pollinisées naturellement ou artificiellement (Tableau IV). Dans ce dernier cas, elles peuvent produire de nombreuses plantules de F_2 , lorsqu'on les croise entre elles, ou de rétrocroisements lorsqu'on les croise à *S. canadensis* ou à *S. lepida* var. *fallax* (Tableau IV). Ces plantes de F_2 et de rétrocroisements sont à leur tour de taille normale (Tableau V) et à floraison normale (Tableau VI).

L'étude de la microgamétogenèse révèle qu'à tous les stades de ce phénomène, les individus de F_1 , de F_2 et de rétrocroisements produisent des cellules aussi normales que celles des entités mères et que leurs grains de pollen sont aussi normaux (Tableau VIII).

Enfin des observations portant sur la mortalité comparée de plantes adultes ou des plantules des entités mères et de leurs divers types d'hybrides ont indiqué que de nombreux individus de F_1 , de F_2 et de rétrocroisements peuvent être aussi viables que des individus représentant les deux entités mères (Tableaux IX et X).

TABLEAU IX

Mortalité comparée chez des plantes adultes de *Solidago canadensis*, de *S. lepida* var. *fallax* et de leurs hybrides de F₁.

Souches	Nombre de plantes en 1961	Nombre de plantes mortes par année					0/0 de mortalité en 5 ans	0/0 de mortalité au cours de l'hiver 1964-65
		1961	1962	1963	1964	1965		
<i>S. canadensis</i>	16			4		4	50.0	33.3
<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i>	19		5		4	6	78.9	60.0
F ₁ : CL	31	1				23	77.4	76.7
F ₁ : LC	35			1		25	74.3	73.5

TABLEAU X

Mortalité comparée chez des plantules de *Solidago canadensis* de *S. lepida* var. *fallax*, de leurs hybrides de F₁, de F₂ et de rétrocroisement au cours de l'hiver de 1964-65.

Souches	Nombre de plantules à l'automne de 1964	Nombre de plantes adultes à l'automne 1965	0/0 de mortalité entre ces deux périodes
<i>S. canadensis</i> *	12	12	0
<i>S. lepida</i> var. <i>fallax</i> *	14	14	0
F ₁ : CL*	7	7	0
F ₁ : LC*	6	6	0
F ₂ : CL24 × CL25	40	40	0
F ₁ × C	9	9	0
F ₁ × L	4	4	0

* plantules obtenues à partir de graines produites par pollinisation libre ou non contrôlée à partir des souches indiquées.

La conclusion qui se dégage de ces observations est que *S. canadensis* et la collectivité désignée par Fernald (1915) *S. lepida* var. *fallax* doivent être considérés non pas comme appartenant à deux espèces distinctes, mais plutôt comme deux variétés géographiques (ou deux sous-espèces) d'une même espèce: (1) parce qu'ils ne diffèrent que peu l'un de l'autre au point de vue morphologique; (2) qu'ils sont très interfertiles, c'est-à-dire produisent d'abondantes progénitures de F_1 , elles-mêmes très viables et fertiles; (3) que ces individus de F_1 peuvent aussi être croisés entre eux ou rétrocroisés aux deux parents pour produire des progénitures très viables. La désignation de *S. lepida* var. *fallax* doit donc être changée et je propose que cette entité soit nommée comme suit: *Solidago canadensis* L. var. ***fallax*** (Fern.) *comb. nov.* (Basionyme: *S. lepida* var. *fallax* Fernald, *Rhodora* 17: 9, 1915).

Si ce transfert associe la plante du Bas-de-Québec, du Lac Saint-Jean, du Nouveau-Brunswick, du Maine et de Terre-Neuve à l'espèce à laquelle elle appartient évidemment, il est loin d'être certain qu'il faille aussi attribuer au *S. canadensis*, les plantes du nord du Michigan, de l'Utah et de l'état de Washington que Fernald a référé au *S. lepida* var. *fallax* à la suite de sa description originale de 1915. La nature des relations qui doivent exister entre ces plantes et le *S. canadensis* ne sera connue avec un degré suffisant d'objectivité que lorsqu'elles auront été aussi croisées avec cette espèce. La même remarque s'applique aussi au *S. lepida* var. *lepida* et au *S. lepida* var. *elongata* (*S. elongata* Nutt.) de la côte du Pacifique, qui n'ont malheureusement pu être inclus dans la série de croisements qui font l'objet du présent article.

Les nombres d'individus que j'ai conservés pour fin d'observation et d'étude parmi les progénitures de F_1 , de F_2 et de rétrocroisements présentées plus haut ne sont pas suffisamment grands pour révéler clairement la nature du déterminisme génétique des caractères qui distinguent le *S. canadensis* var. *canadensis* de sa variété *fallax*. L'allure de la variation observée dans les divers échantillons présentés dans certains des tableaux qui précèdent, suggère cependant que la longueur de la tige, l'époque de la floraison et la largeur de la feuille sont, chez ces deux entités, déterminés par des facteurs quantitatifs.

Remerciements

Je remercie les autorités du Jardin botanique de la Ville de Montréal qui ont mis à ma disposition les parcelles où les plantes qui ont fait l'objet de cette recherche ont été cultivées et qui, en plus, ont contribué de nombreuses façons à la réalisation des procédés culturaux; madame Ingeborg Blume de Orozco et monsieur Louis Pontecaille pour leur précieuse aide technique; enfin, le Conseil National des Recherches du Canada pour son assistance financière.

Références

- BEAUDRY, J. R. and CHABOT, D. L., 1959. Studies on *Solidago* L. IV. The chromosome numbers of certain taxa of the genus *Solidago*. *Can. J. Bot.* 3: 209-228.
- FERNALD, M. L., 1915. Some new or unrecorded Compositæ chiefly of Northeastern America. *Rhodora* 1: 1-20.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany. Eighth Edition. American Book Co. New-York.

DEVELOPMENT OF PERICARP AND SEED COAT IN THE CYPERACEAE

C. K. SHAH

Botany Department, Gujarat University, Ahmedabad 9.

Résumé

Une étude du développement et de la structure du péricarpe et des téguments séminaux a été conduite sur 5 espèces de la famille des Cypéracées, savoir: *Bulbostylis barbata*, *Carex wallichiana*, *Cyperus niveus* et *Kyllinga triceps*. Chez toutes ces espèces, l'ovule est anatrophe, bi-tégumentaire et crassi-nucellaire. Chacun des téguments possède deux couches cellulaires, mais le tégument interne s'épaissit en 3 ou 4 couches près du micropyle. A la chalaze, le nucellus est le siège d'une accumulation de tanin et il s'y forme une hypostase. De ce centre hypostasique, le tanin diffuse dans la couche externe du tégument interne et dans la couche interne du tégument externe. Le testa et le tegmen se fusionnent et forment un mince tégument. Ce tégument unifié présente des épaisissements cutinisés et des replis onduleux.

La paroi ovarienne est constituée de 5 à 6 couches cellulaires insérées entre un épiderme externe et un épiderme interne. Les cellules de l'épiderme externe présentent des dépôts siliceux en forme de pyramides; ces épaisissements granuleux, de forme conique se prolongent jusque dans la lumière des cellules. Les couches sous-épidermiques du péricarpe se différencient en couches fibreuses.

Le testa n'est pas soudé au péricarpe.

Abstract

The development and structure of the seed coat and pericarp have been studied in 5 members of the family Cyperaceæ, viz. *Bulbostylis barbata*, *Carex wallichiana*, *Cyperus articulatus*, *Cyperus niveus* and *Kyllinga triceps*. In all the species, the ovule is anatropous, bitegminal and crassi-nucellar. Each integument is 2-layered. The inner integument becomes 3- or 4-layered at the micropylar end. Tannin accumulates in nucellar cells at the chalazal end, where a hypostase is formed. From this centre, tannin spreads into the outer layer of the inner integument and the inner layer of the outer integument. The testa and tegmen are coalescent and form a thin skin. They also exhibit cutin-like thickenings and develop undulating folds.

The ovary wall comprises the outer epidermis, 5 or 6 middle layers and an inner epidermis. The cells of the outer epidermis show silica pyramids and its granulated peg-like thickenings project into the cell lumen. The middle layers develop into fibres.

The testa is free from the pericarp.

Introduction

The information on the structure and development of the pericarp and seed coat in the family Cyperaceæ is limited only to a few publications. Wilczek (1892) believed that in *Scirpus* the cuticle lining the inner integument helps in preventing exosmosis from the endosperm. Netolitzky (1926) referred to the presence of a thick cuticle on the outer seed coat of *Carex paludosa*. Shah (1962) reported the presence of a horny, palisadelike inner epidermis in the integument and pericarp and the formation of branched sclereids in the pericarp of *Cyperus niveus*, as has also been observed by Padhye (1960) in *Kyllinga triceps*. Khanna (1965) assigned a mechanical role to the cutinized nucellar cells of *Scirpus mucrinatus*.

In the Cyperaceæ, the ovule is bitegmic. A comparative study of development of the pericarp and seed coat may prove helpful in ascertaining the relationship of the various taxa of the family. This paper deals with such a study and covers 5 members of the Cyperaceæ family, namely, *Bulbostylis barbata*, *Carex wallichiana*, *Cyperus articulatus*, *C. niveus* and *Kyllinga triceps*.

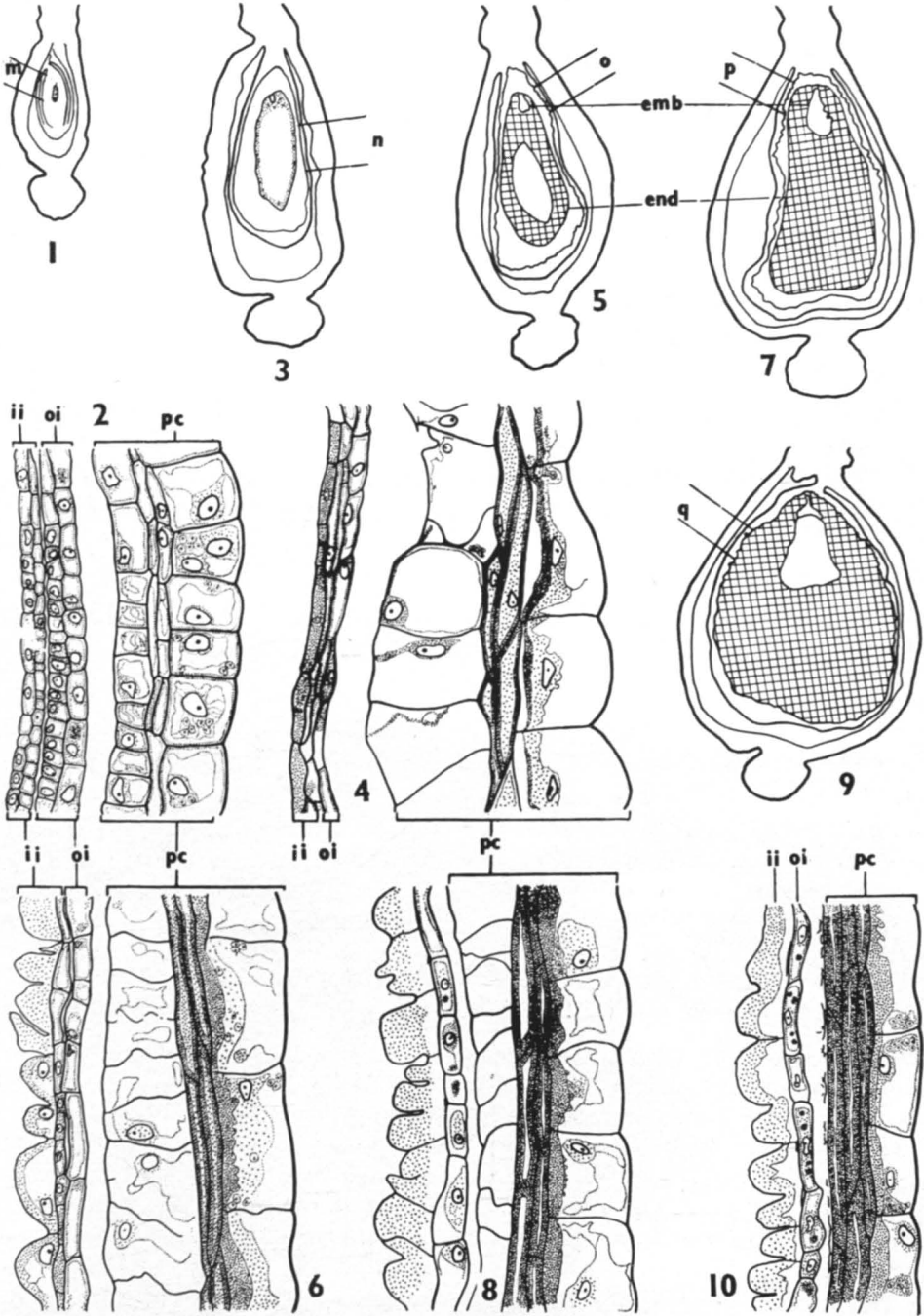
Materials and Methods

The material of *Bulbostylis barbata* Kunth was collected from the fields near Okhla, Delhi; that of *Carex wallichiana* Presc. from the Delhi Canal, and that of *Cyperus articulatus* Linn. from the Botanical Gardens of the University of Delhi. *Cyperus niveus* Retz. and *Kyllinga triceps* Rottb. were collected from Ahmedabad during February-August in 1957 and 1958. The fruits were fixed in Maheshwar's fluid (Yakovlev & Yoffe, 1957) and processed in the customary way for paraffin embedding. Sections were cut 15-20 μ thick and stained with iron-hæmatoxylin or safranin-fast green.

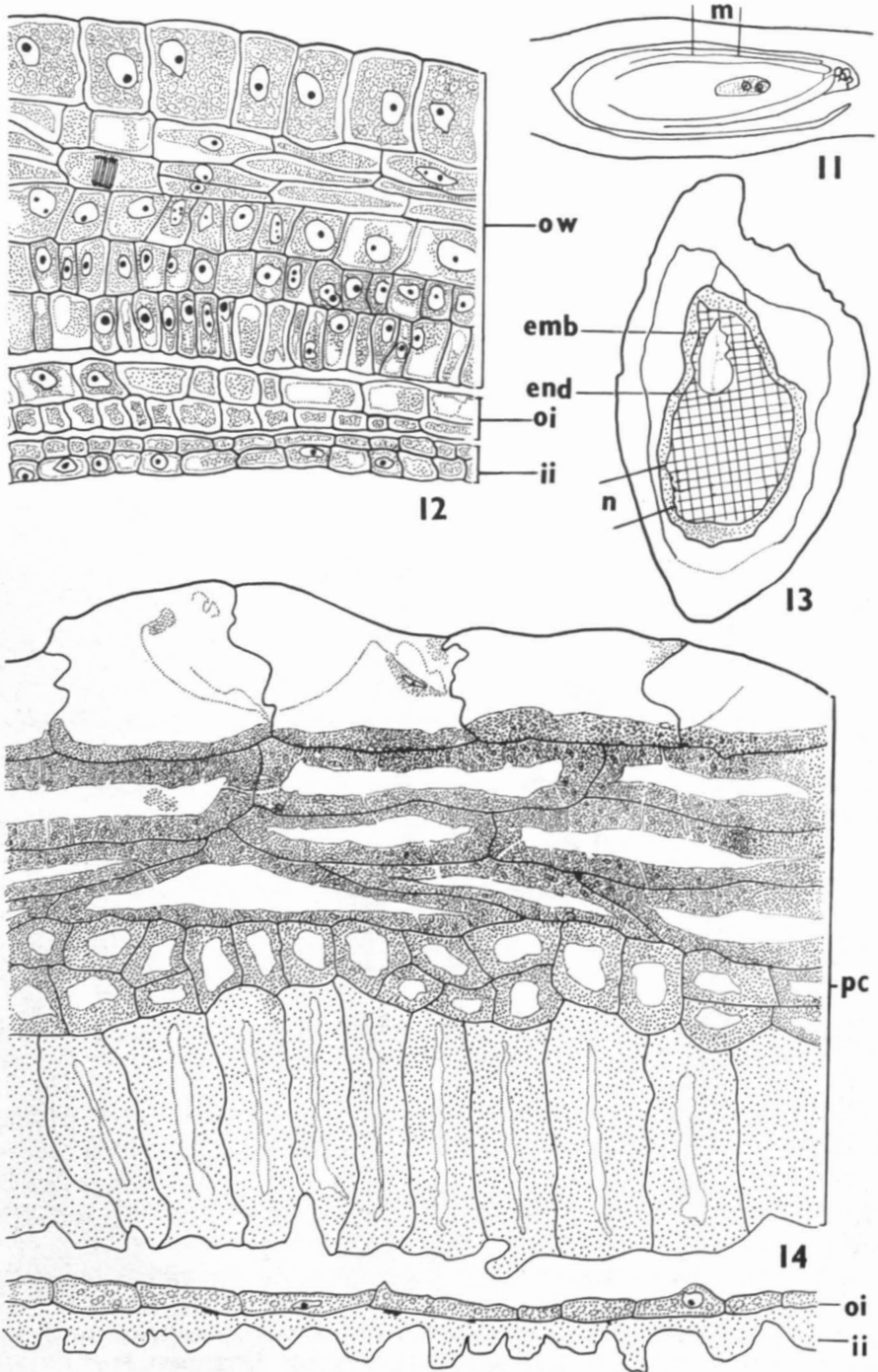
Observations

BULBOSTYLIS BARBATA.— Before fertilization, the ovary wall comprises 4 layers of cells (Figs. 1, 2). The cells of the outer epidermis contain starch grains. The occurrence of starch grains in these cells is first indicated when the embryo sac is mature. Subsequently, the deposition of starch increases steadily and, in the ripe fruit, the outer epidermal cells are rich in starch. The inner tangential wall of these cells becomes highly thickened, while the outer tangential as well as the radial walls remain thin. In the inner epidermis of the pericarp, the cells enlarge, become vacuolated and show scanty cytoplasm. They stretch radially only to collapse (Figs. 3-10). The pericarp remains free from the testa.

Each ovulary integument is initially 2-layered. After fertilization the cells greatly elongate in the direction of the longitudinal axis of the ovule



Figs. 1-10. *Bulbostylis barbata* Kunth. Development of pericarp and seed coat (*emb* = embryo; *end* = endosperm; *ii* = inner integument, *oi* = outer integument, *pc* = pericarp). Fig. 1. L. S. ovule at mature embryo sac stage, x 54. Fig. 2. Magnified view of the portions of ovary wall and integuments marked *m* in Fig. 1, x 540. Figs. 3, 5, 7, 9. L. s. fruit at quadrantal, globular, kidney-shaped and mature embryo stages, x 54. Figs. 4, 6, 8, 10. Portions marked *n*, *o*, *p* and *q* in Figs. 3, 5, 7 and 9 respectively, enlarged to show the details of pericarp and seed coat.



Figs. 11-14. *Carex wallichiana* Presc. Pericarp and seed coat (*emb* = embryo, *end* = endosperm, *ii* = inner integument, *oi* = outer integument, *ow* = ovary wall, *pc* = pericarp). Fig. 11. L. s. ovule at mature embryo sac stage, x 50. Fig. 12. Magnified view of the region marked *m* in Fig. 11, x 750. Fig. 13. L. s. ripe fruit (diagrammatic), x 20. Fig. 14. Portion marked *n* in Fig. 13 enlarged to show details of pericarp and seed coat, x 750.

(Figs. 1, 2). The cells of the inner layer of the inner integument develop a thick cuticle on their inner tangential wall which becomes highly distended (Figs. 6, 8, 10). The lumen of these cells is considerably narrow. The outer layer of the inner integument becomes crushed. In the outer integument, the inner layer disorganizes (Figs. 6, 8, 10), whereas the outer layer becomes tanniferous. Thus, the mature seed coat comprises only 2 layers — the inner layer of the inner integument and the outer layer of the outer integument.

CAREX WALLICHIANA.— The ovary wall comprises 5-7 layers of cells (Figs. 11, 12). Its outer epidermal cells contain abundant starch grains. Following fertilization, thickenings are laid on the inner tangential wall of these cells. The inner epidermis forms a layer of columnar palisade cells which are thick-walled (Fig. 14). The differentiation of the columnar cells occurs simultaneously all through the epidermal layer, but in some instances it proceeds from the region of the hilum to the chalaza. The remaining 3-5 layers of the ovary wall develop into sclerenchymatous fibres placed at right angles to each other.

The impermeability of the dry fruit of *Carex wallichiana* to water is due to the palisade cells which become more compact as the seed ripens. The cells of the funicle and of the adjacent regions become thickened and contribute to the hardness of the seed.

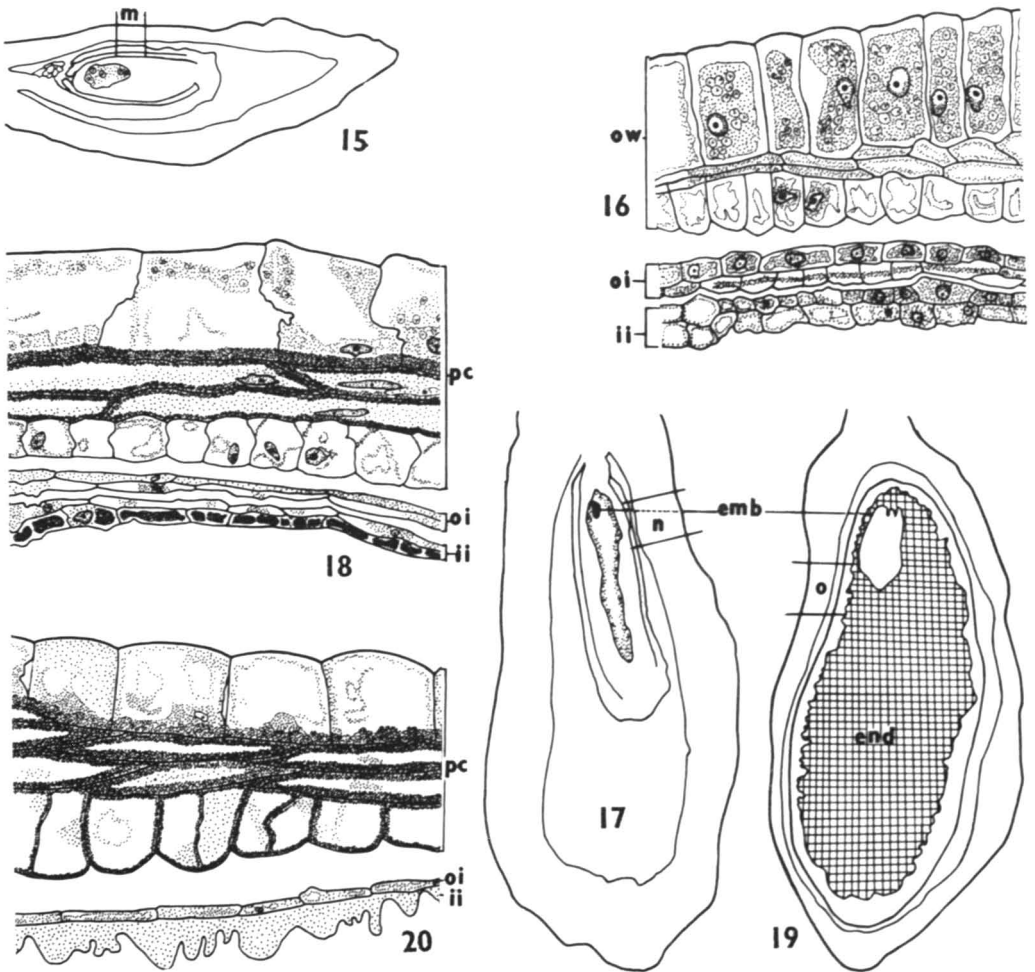
The seed coat is formed by both integuments (Figs. 12, 14). The inner layer of the inner integument becomes highly cutinized, while the cells of the outer layer of the outer integument show a general enlargement. Eventually, the outer layer of the inner integument and the inner layer of the outer integument become flattened and crushed. Thus, at maturity the seed coat consists of only 2 layers (Figs. 13, 14).

CYPERUS ARTICULATUS.— The fruit is a small trigonous nut which remains enclosed in a boat-shaped glume and faces the rachilla on its flat side. It is smooth, brownish black and bears a persistent stylar base.

The ovary wall comprises 4 layers of cells (Figs. 15, 16). Those of the outer epidermis are filled with starch grains (Fig. 16). The inner tangential wall of the outer epidermal cells develops thickenings (Fig. 18). The inner epidermis forms a palisade of horny columnar cells. The cells of the other 2 layers develop into sclereids (Figs. 18, 20). The macerated material revealed numerous pits on the cell walls of the sclereids and some sclereids were branched cells. The pericarp remains free from the testa (Figs. 19, 20).

At mature embryo sac stage, the inner integument consists of 2 layers of elongated cells, except in the region of the micropyle where it is 3 or 4 cells thick. The outer integument is uniformly 2 cells thick (Figs. 15, 16).

After fertilization, the outer layer of the inner integument and the inner layer of the outer integument are gradually crushed and absorbed. On the other hand, the inner layer of the inner integument becomes cutinized and



Figs. 15-20. *Cyperus articulatus* Linn. Pericarp and seed coat (*emb* = embryo, *end* = endosperm, *ii* = inner integument, *oi* = outer integument, *ow* = ovary wall, *pc* = pericarp). Fig. 15. L. s. of ovule at mature embryo sac stage, x 50. Fig. 16. Magnified view of portion marked *m* in Fig. 15 showing ovary wall, inner and outer integuments, x 750. Figs. 17, 19. L. s. fruits (diagrammatic) at pröembryo and mature embryo stages. Fig. 17 x 75, Fig. 19 x 50. Figs. 18, 20. Portions *n* and *o* marked in Fig. 17 and 19 respectively enlarged to show the details of pericarp and testa, x 750.

forms an undulated papery seed coat (Figs. 17-20). The seed is endospermous and contains a minute embryo which lies embedded in the massive endosperm laterally towards the micropylar end (Fig. 19).

CYPERUS NIVEUS.—The ovary wall is 5-6 cells thick. When the ovule contains the megaspore mother cell, the cells of the epidermis and those lining the ovarian cavity elongate radially (Figs. 23). During the development of the

embryo, the epidermal cells of the ovarian wall become enlarged and silicified. The deposition of silica occurs on the inner tangential wall of the outer epidermal cells as well as on the outer tangential wall of the inner epidermal cells. The silicification is so dense that the thickening projects into the lumen of the cells in the form of silica pyramids (Fig. 24). The middle layers of the ovary wall elongate mostly longitudinally and tangentially. Their cells are much thickened, bear numerous pits, and develop into branched sclereids (Figs. 23-25).

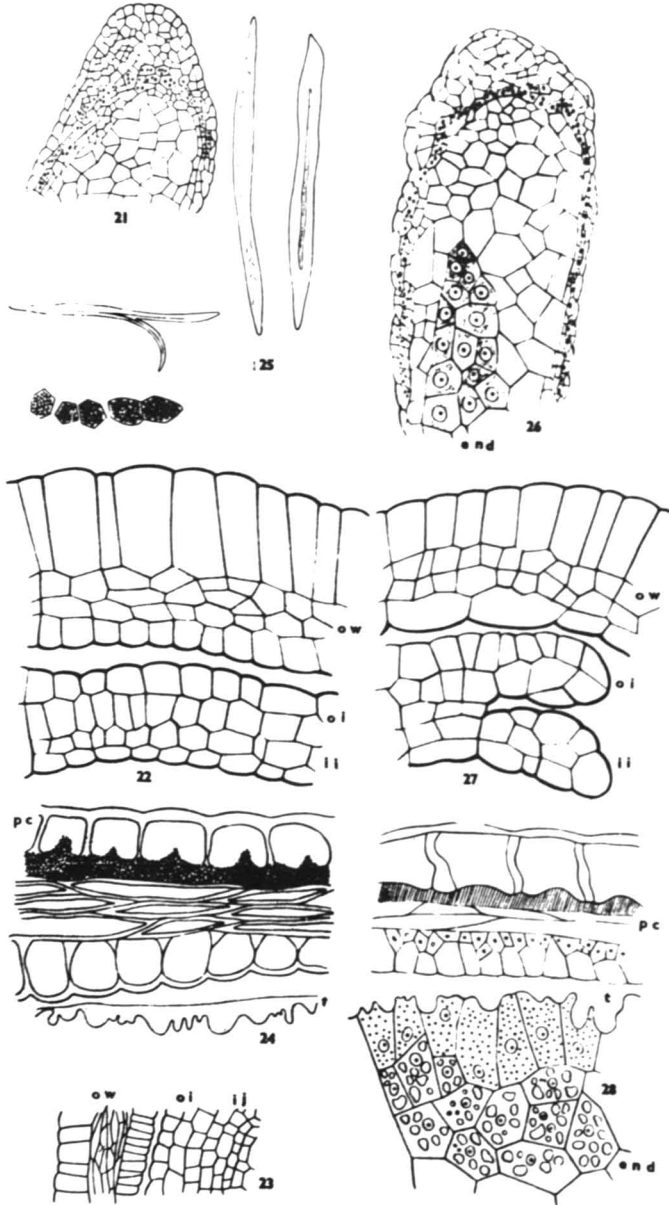
When the embryo is 4 to 8-celled, tannin begins to accumulate in the nucellar cells at the chalazal region of the young seed and forms an hypostase (Fig. 21). This region becomes the centre of deposition of tannin. Later, tannin is formed in the outer layer of the inner integument as well as in the inner layer of the outer integument in continuation with the thickened hypostase. In the mature seed, both integuments become crushed due to the growth of the embryo and the development of the endosperm; their tannin-impregnated cell walls become closer and present a wavy outline (Figs. 22-24). Thus, in the mature seed, there is no clear distinction between the testa and the tegmen.

KYLLINGA TRICEPS.— The nut is small, oblong and biconvex. It is apiculate by the persistent base of the style and remains enclosed in the glume. The ovary wall is initially 4-6 cells thick (Fig. 27). At the time of fertilization, the wall becomes horny due to the deposition of silica on the inner tangential and radial walls of the outer epidermis of the pericarp. Heavy circular deposition of silica crystals occurs on the inner tangential wall of the inner epidermis of the pericarp (Fig. 28).

When the embryo is 5-celled, tannin begins to accumulate at the chalazal region of the ovule (Fig. 26). Gradually, tannin is deposited in the inner and outer layers of the outer and inner integuments. The seed coat is formed by both integuments. The inner layer of the inner integument becomes transformed into a prominent, thick cuticular zone.

Summary and Conclusions

In all the five species studied in this paper, the middle layers of the ovary wall develop into fibres. In layers proximal to the outer epidermis of the ovary, the fibres are arranged longitudinally, whereas in layers distal to the outer epidermis of the ovary, the fibres are transversely arranged. However, not all of the middle layers become fibrous, for some of them degenerate during earlier stages of development. Studies on macerated pericarp have clearly revealed the branched nature of some of the fibres. In sections the branching appears like a transverse arrangement of the fibres. Khanna (1965) did not report the branched nature of the fibers likely because macerated materials were not included in her study.



Figs. 21-25. *Cyperus niveus* Retz. Development of pericarp and seed coat (*emb* = embryo, *end* = endosperm, *ii* = inner integument, *ob* = obturator, *oi* = outer integument, *ow* = ovary wall, *pc* = pericarp, *t* = testa). Fig. 21. Chalazal portion of the ovule showing endosperm cells and tannin in the integument. Figs. 22-24. Stages in the development of inner integument, outer integument and ovary wall into tegmen, testa and pericarp respectively. Fig. 24 shows the fruit wall and undulating membrane formed by the fusion of the testa and tegmen (*t*). All x 1025. Fig. 25. Macerated fibre elements, x 1525.

Figs. 26-28. *Kyllinga triceps* Rottb. Pericarp and seed coat. Fig. 26. Chalazal portion of the ovule showing the spread of tannin in chalaza and integumentary cells. Fig. 27. Part of the ovary wall and integuments before fertilization. Fig. 28. Pericarp and testa formed after fertilization. All x 1525.

Many systematists have suggested a close alliance between the families Cyperaceæ and Gramineæ (Shah, 1966). In the Cyperaceæ, the development and structure of the pericarp have been of considerable systematic value (Clarke, 1908; Isley, 1947; Marek, 1958). In all of the five species which have made the object of this study, the testa can be easily separated from the pericarp. Thus the two are distinct structures. The following table summarizes the contrasting features of pericarps and seed coats in the Cyperaceæ and Gramineæ.

Cyperaceæ	Gramineæ
The pericarp is distinctly free from the testa.	The pericarp and the testa are adnate.
The testa is formed by both integuments.	Both integuments become obliterated or only the inner integument forms the testa.

Several functions have been attributed to the hypostase (Maheshwari, 1950). In the present study, it serves as a tannindiffusing centre; the cell contents permeate the integuments, while a thin skin is formed of the testa. At the mature embryo sac stage, this tissue arising between the embryo sac and the funiculus becomes more prominent and can be regarded as a hypostase contrary to the contention of Khanna (1965).

References

- CLARKE, C. B., 1908. New genera and species of Cyperaceæ. *Kew Bull. Add. Ser.* **8**: 1-196.
- ISLEY, D., 1947. Investigations in seed classification by family characteristics. *Iowa Agric. Expt. Sta. Res. Bull.* **351**: 317-380.
- KHANNA, P., 1965. A contribution to the embryology of *Cyperus rotundus* L., *Scirpus mucri-natus* L., and *Kyllinga melanospora* Nees. *Can. J. Bot.* **43**: 1539-1547.
- MAHESHWARI, P., 1950. An Introduction to the Embryology of Angiosperms. New York & London.
- MAREK, S., 1958. A study on the anatomy of fruits of European genera in the sub-families Scirpoideæ Pax, Rhynchosporoideæ Aschers et Græbner and some genera of Caricoideæ Pax. *Monographiæ Botanica* **6**: 151-177.
- MARTIN, A. C., 1946. The comparative internal morphology of seeds. *Amer. Midl. Nat.* **36**: 573-660.
- METCALFE, C. R. & GREGORY, M., 1964. Comparative anatomy of monocotyledons. Some new descriptive terms for Cyperaceæ with a discussion of variations in leaf form noted in the family. Notes Jodrell. *Lab. Bot. Gard. Kew* 1-11.
- NATOLITZKY, F., 1926. Anatomie der Angiospermensamen. In K. Linsbauer. Handbuch der Pflanzenanatomie. *Abt. II, Teil 2*, Bd. X. Berlin.
- PADHYE, M. D., 1960. A contribution to the life history of *Kyllinga triceps* Rottb. *Bull. bot. Soc. Coll. Sci. Nagpur* **1**: 1-15.

- SHAH, C. K., 1962. The life history of *Cyperus niveus* Retz. *J. Gujarat Univ.* 5: 148-158.
- SHAH, C. K., 1967. A taxonomic evaluation of the families Cyperaceæ and Juncaceæ. Symp. Newer Trends in Taxonomy. *Natl. Inst. Sci. India*: 34: 248-256.
- WILCZEK, E., 1892. Beitrage zur Kenntnis des Baues der Frucht und des Samens der Frucht der Cyperaceen. *Bot. Zbl.* 51: 129-138; 193-201; 225-233; 257-265.
- YAKOVLEV, M. S. & YOFFE, M. D., 1957. On some peculiar features in the embryogeny of *Pæonia*. *Phytomorphology* 7: 74-82.

HISTOIRE, HABITAT ET DISTRIBUTION DE 220 PLANTES INTRODUITES AU QUÉBEC ¹

CAMILLE ROUSSEAU

*Biologiste-Agronome,
Herbier Louis-Marie, Université Laval.*

Résumé

Pour chacune des 220 espèces étudiées, l'auteur a essayé de retracer le plus ancien spécimen d'herbier ou la première mention dans la littérature confirmant leur présence au Québec. Il précise ensuite l'habitat où ces plantes se rencontrent le plus fréquemment et tente d'expliquer leur distribution dans notre province. A cette fin, il les classe en douze groupes. Il établit ensuite les comparaisons suivantes: les mauvaises herbes du Québec comparées à celles de l'Alaska et du Groenland; date d'introduction en relation de la distribution présente; distribution des espèces intentionnellement introduites en regard des adventices; distribution selon leur lieu d'origine. Il donne aussi une liste la plus complète possible des entités qu'il croit introduites au Québec.

Abstract

For each of the 220 species studied, the writer tried to find the oldest herbarium sheet or the first quotation in literature proving their occurrence in Quebec. The habitat where those species are more commonly found is mentioned. To explain their distribution in our Province, he classifies them in twelve groups and presents the following comparisons: The Quebec weeds and those of Alaska and Greenland; date of introduction in relation to present occurrence; distribution of both intentionally and unintentionally introduced species; distribution according to place of origin. An as complete as possible list of the entities introduced in Quebec is also given.

Introduction et méthodes

Il est malheureusement difficile de savoir avec certitude quand et comment une espèce donnée est arrivée dans le nord-est de l'Amérique. La raison en est fort simple puisque les premiers botanistes n'ont pas noté les nouvelles introductions; leurs travaux sont d'ailleurs très imprécis. Josselyn (1672) publia le premier ouvrage dans ce domaine sous le nom de "New England Rarities". Nous pouvons cependant affirmer que toutes nos plantes introduites sont probablement arrivées de l'une ou l'autre des façons suivantes.

1. Travail poursuivi sous la direction de MM. Lionel Cinq-Mars, professeur de botanique à la Faculté d'Agriculture de l'Université Laval et Bernard Boivin, professeur-visitateur à la même Faculté, d'octobre 1965 à décembre 1966 et attaché à l'Institut de recherche sur les végétaux, Ministère de l'Agriculture, Ottawa.

Premièrement, comme impureté dans les semences de Graminées et de Légumineuses. Ce transport s'est effectué depuis le temps des premiers colons jusqu'à nos jours; c'est ainsi que Fernald (1905) explique l'apparition de *Hieracium floribundum* en Nouvelle-Angleterre. L'auteur du "Gray's Manual" a lui-même observé l'expansion de la première colonie de cette entité. Deuxièmement, des plantes ont été apportées d'Europe par les premiers colons pour nourrir les animaux domestiques et sans le vouloir, ces gens ont introduit un grand nombre d'espèces indésirables. Troisièmement, on a importé des plantes ornementales et comme on leur a permis de s'échapper des jardins, certaines ont pris des propensions qui devinrent très rapidement incontrôlables; c'est le cas de *Hieracium aurantiacum*. Plus récemment, certains pépiniéristes ont occasionné l'introduction de nuisances comme *Rorippa sylvestris*. Quatrièmement, les ballasts de bateaux et de chemins de fer doivent aussi être tenus responsables de la venue d'une certaine quantité d'indésirables. Cinquièmement, les moulins de laine et les manufactures de toutes sortes ont apporté leur contribution pour grossir le nombre des adventices. Sixièmement, le déboisement a immédiatement favorisé le déplacement vers nos régions d'espèces indigènes plus au sud-ouest; c'est le cas de *Rudbeckia hirta*.

Plusieurs de ces espèces ont fait preuve de comportements imprévisibles. Fernald (loc. cit.) raconte qu'il s'est écoulé quelques décades après l'arrivée de *Brassica campestris* et *Echium vulgare* avant que ces espèces ne deviennent de véritables fléaux dans les États de New-York et de la Nouvelle-Angleterre. Par contre, *Hyoscyamus niger*, qui était jugé commun par les premiers botanistes, a presque complètement disparu de la Nouvelle-Angleterre et du Québec.

Nous remarquons que la grande majorité de nos plantes les plus envahissantes proviennent d'Europe alors que la plupart de nos espèces indigènes demeurent restreintes à leur habitat propre. Des facteurs génétiques nous semblent donner une réponse à cette constatation. En effet, on a déboisé l'Europe plusieurs siècles avant l'Amérique, ce qui a amené l'apparition d'espèces avec lignées génétiques bien adaptées aux lieux ouverts et de plein soleil. Ces entités sont devenues beaucoup plus tolérantes devant les facteurs du milieu par suite de la forte compétition qu'elles ont subie. Ces plantes peuvent donc envahir les lieux vagues et le bord des routes beaucoup plus facilement que nos espèces indigènes. Ajoutons que certains êtres vivants, transplantés de leur pays d'origine vers d'autres contrées favorables à leur développement, peuvent proliférer d'une façon extraordinaire. L'invasion du lapin en Australie n'est-il pas un cas classique ?

Il nous paraît opportun d'énumérer immédiatement le nom des espèces que nous croyons introduites au Québec; nous avons complété cette liste à l'aide du Gray's Manual of Botany de Fernald (1950), du travail de Boivin (1966) et de l'Encyclopédie de Bailey (1943). Un certain nombre (15 à 20%) de ces éléments sont labiles et susceptibles de ne se rencontrer qu'occasionnellement. Chaque nom est suivi de deux lettres; la première représente le lieu

d'origine et la seconde essaie d'expliquer la raison de l'introduction de l'entité mentionnée. On peut considérer comme « échappée de culture » toute plante qui porte un autre sigle que « X », celui-ci s'appliquant aux plantes adventices. Voici les symboles utilisés et leur signification :

Lieu d'origine

A	=	Asie
E	=	Eurasie
T	=	Amérique tropicale
U	=	États-Unis, au sud de nos latitudes
W	=	Ouest de l'Amérique du Nord

Mode d'introduction

C	=	Plante condimentaire
F	=	Plante fourragère
G	=	Plante de gazon
I	=	Plante industrielle
M	=	Plante médicinale
N	=	Plante servant à l'alimentation
O	=	Plante ornementale
X	=	Plante adventice

Au niveau des familles, nous avons suivi l'ordre de Fernald (1950); au niveau des genres et des espèces, nous avons opté pour l'ordre alphabétique. Dans la liste qui suit, les plantes faisant l'objet de la présente étude sont signalées en *italiques* et les autres en PETITES CAPITALES. Le numéro indiqué correspond à celui qui accompagne les commentaires et la carte de distribution propres à chaque espèce étudiée.

SPARGANIACEÆ

SPARGANIUM GLOMERATUM Læst. (E, X).

ZOSTERACEÆ

POTAMOGETON CRISPUS L. (E, X).

BUTOMACEÆ

1. *Butomus umbellatus* L. (E, X).

HYDROCHARITACEÆ

HYDROCHARIS MORSUS-RANAE L. (E, échappée d'aquarium).

GRAMINEÆ

AGROPYRON CRISTATUM (L.) Gært. (E, X).

2. *Agropyron repens* (L.) Beauv. (E, X).
 AGROSTIS ALBA L. (E, X).
 AGROSTIS CANINA L. (E, X).
 AGROSTIS TENUIS L. (E, X).
 ALOPECURUS GENICULATUS L. (E, X).
 ALOPECURUS PRATENSIS L. (E, F).
 ANTHOXANTHUM ODORATUM L. (E, F).
 ARRHENATHERUM ELATIUS (L.) Mert. & Koch (E, F).

3. *Avena fatua* L. (E, X).

4. *Avena pubescens* Huds. (E, X).

AVENA SATIVA L. (E, N).

BROMUS COMMUTATUS Schrad. (E, X).

BROMUS INERMIS Leyss. (E, F).

BROMUS JAPONICUS Thunb. (E, X).

BROMUS MOLLIS L. (E, X).

BROMUS SECALINUS L. (E, X).

BROMUS TECTORUM L. (E, X).

CYNOSORUS CRISTATUS L. (E, X).

DACTYLIS GLOMERATA L. (E, F).

5. *Digitaria Ischæmum* (Schreb.) Muhl. (E, X).

6. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (E, X).

7. *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. (E, X).

ELEUSINE INDICA (L.) Gært. (E, X).

8. *Eragrostis megastachya* (Kœl.) Link. (E, X).

ERAGROSTIS MULTICAULIS Steud. (A, X).

9. *Eragrostis poæoides* Beauv. (E, X).

ERAGROSTIS SPECTABILIS (Pursh) Steud. (U, X).

FESTUCA ELATIOR L. (E, F).

FESTUCA OVINA L., var. OVINA (E, F).

GLYCERIA FLUITAN (L.) R. Br. (E, X).

HOLCUS LANATUS L. (E, X).

HORDEUM VULGARE L. (E, N).

LOLIUM MULTIFLORUM Lam. (E, G et F).

- LOLIUM PERENNE L. (E, G et F).
 LOLIUM TEMULENTUM L. (E, X).
 NARDUS STRICTA L. (E, X).
 PANICUM DICHOTOMIFLORUM Michx.
 var. DICHOTOMIFLORUM (U, X).
 PHALARIS CANARIENSIS L. (E, X).
 PHELEUM PRATENSE L. (E, F).
 POA ANNUA L. (E, X).
 POA CHAIXII Vill. (E, X).
 POA COMPRESSA L. (E, X).
 POA NEMORALIS L. var. NEMORALIS
 (E, X).
 POA PRATENSIS L. var. PRATENSIS (E,
 F).
 POA TRIVIALIS L. (E, F).
 POLYPOGON MONSPELIENSIS (L.) Desf.
 (E, X).
 PUCCINELLIA DISTANS (L.) Parl. (E, X).
 10. *Setaria glauca* (L.) Beauv. (E, X).
 SETARIA ITALICA (L.) Beauv. (E, X).
 SETARIA VERTICILLATA (L.) Beauv.
 (E, F ?).
 11. *Setaria viridis* (L.) Beauv. (E, X).
 SORGHUM SUDANENSE (Piper) Staff (E,
 F).
 TRISETUM FLAVESCENS (L.) Beauv. (E,
 X).
 ZEA MAYS L. (Inconnue, N).

CYPERACEÆ

- CAREX DISTICHA Huds. (E, X).
 CAREX HIRTA (E, X).
 CAREX NUTANS Host (E, X).

COMMELINACEÆ

- COMMELINA COMMUNIS L. (A, O).

JUNCACEÆ

- JUNCUS COMPRESSUS Jacq. (E, F).
 12. *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy &
 Wilmott (E, X).

LILIACEÆ

- ASPARAGUS OFFICINALIS L. (E, N).
 CONVALLARIA MAJALIS L. (E, O).
 HEMEROCALLIS FULVA L. (A, O).
 HEMEROCALLIS LILIOASPHODELUS L.
 (A, O).
 LILIUM BULBIFERUM L. (E, O).
 LILIUM TIGRINUM L. (A, O).

- ORNITHOGALUM UMBELLATUM L. (E, O).
 POLYGONATUM MULTIFLORUM All. (E,
 O).

IRIDACEÆ

- IRIS PSEUDOACORUS L. (E, O).

ORCHIDACEÆ

13. *Epipactis Helleborine* (L.) Crantz (E,
 X).

SALICACEÆ

- POPULUS ALBA L. (E, O).
 POPULUS NIGRA L., cv. ITALICA (E, O).
 SALIX ALBA L. (E, O).
 SALIX BABYLONICA L. (E, O).
 SALIX FRAGILIS L. (E, O).
 SALIX PENTANDRA L. (E, O).
 SALIX PURPUREA L. (E, O).
 SALIX VIMINALIS L. (E, O).

CANNABINACEÆ

- CANNABIS SATIVA L. (A, X).
 HUMULUS JAPONICUS Sieb. & Zucc.
 (A, O).

URTICACEÆ

14. *Urtica urens* L. (E, X).

ARISTOLOCHIACEÆ

- ARISTOLOCHIA CLEMATITIS L. (E, O).

POLYGONACEÆ

- FAGOPYRUM SAGITTATUM Gilib. (A, N).
 FAGOPYRUM TATARICUM (L.) Gærtn.
 (A, X).
 15. *Polygonum aviculare* L. (E, X).
 POLYGONUM CAREYI Olney (U, X).
 16. *Polygonum Convolvulus* L. (E, X).
 POLYGONUM CUSPIDATUM Sieb. & Zucc.
 (A, O).
 POLYGONUM ORIENTALE L. (E, O).
 17. *Polygonum Persicaria* L. (E, X).
 POLYGONUM SACHALINENSE F. Schmidt
 (A, O).
 18. *Polygonum scabrum* Mœnch. (E, X).
 RHEUM RHPONTICUM L. (E, N).
 19. *Rumex Acetosa* L. (E, N).
 20. *Rumex Acetosella* L. (E, X).

21. *Rumex crispus* L. (E, X).
RUMEX DOMESTICUS Hartm. (E, X).
22. *Rumex obtusifolius* L. (E, X).
RUMEX STENOPHYLLUS Led. (E, X).

CHENOPODIACEÆ

- ATRIPLEX HORTENSIS L. (A, N).
23. *Axyris amaranthoides* L. (E, X).
24. *Chenopodium album* L. (E, X).
25. *Chenopodium ambrosioides* L. (T, X).
CHENOPODIUM BONUS-HENRICUS L. (E, N).
26. *Chenopodium Botrys* L. (E, N).
27. *Chenopodium glaucum* L. (E, X).
CHENOPODIUM MURALE L. (E, X).
CHENOPODIUM PAGANUM Reichenb. (E, X).
28. *Chenopodium polyspermum* L., var. *acutifolium* (Sm.) Gaudin (E, X).
CHENOPODIUM STRICTUM Roth, var. *GLAUCOPHYLLUM* (Aellen) Wahl (E, X).
CHENOPODIUM URBICUM L. (E, X).
CHENOPODIUM VULVARIA L. (E, X).
29. *Corispermum hyssopifolium* L. (W, X).
30. *Cycloloma atriplicifolia* (Spreng.) Coult.
31. *Kochia Scoparia* (L.) Roth (E, X et O).
32. *Monolepis Nuttalliana* (R. & S.) Greene (W, X).
33. *Salsola Kali* L., var. *tenuifolia* Tausch (E, X).

AMARANTHACEÆ

34. *Amaranthus albus* L. (W, X).
AMARANTHUS ALTISSIMA Riddell (U, X).
35. *Amaranthus graecizans* L. (W, X).
AMARANTHUS HYBRIDUS L., var. *HYBRIDUS* (T, X).
AMARANTHUS HYBRIDUS L., var. *CRUENTUS* (L.) Moq. (A, O).
36. *Amaranthus lividus* L. (T, X).
37. *Amaranthus retroflexus* L. (T, X).

NYCTAGINACEÆ

- MIRABILIS NYCTAGINEA (Michx.) MacM. (W, X).

AIZOACEÆ

38. *Mollugo verticillata* L. (T, X).

PORTULACACEÆ

39. *Portulaca oleracea* L. (E, N).

CARYOPHYLLACEÆ

- AGROSTEMMA GITHAGO L. (E, X).
40. *Arenaria serpyllifolia* L. (E, X).
CERASTIUM TOMENTOSUM L. (E, O).
41. *Cerastium vulgatum* L. (E, X).
DIANTHUS ARMERIA L. (E, O).
DIANTHUS BARBATUS L. (E, O).
DIANTHUS DELTOIDES L. (E, O).
GYPSOPHILA ELEGANS Bieb. (E, O).
GYPSOPHILA MURALIS L. (E, O).
GYPSOPHILA PANICULATA L. (E, O).
42. *Lychnis alba* Mill. (E, X).
LYCHNIS CHALCEDONICA L. (A, O).
LYCHNIS CORONARIA (L.) Desr. (E, O).
43. *Lychnis Flos-cuculi* L. (E, O).
MYOSOTON AQUATICUM (L.) Mœnch (E, X).
44. *Paronychia fastigiata* (Raf.) Fern. (U, X).
45. *Saponaria officinalis* L. (E, O).
SAPONARIA VACCARIA L. (E, X).
46. *Scleranthus annuus* L. (E, X).
47. *Scleranthus perennis* L. (E, X).
SILENE ARMERIA L. (E, O).
SILENE CSEREI Baumg. (E, X).
48. *Silene Cucubalus* Wibel (E, X).
49. *Silene dichotoma* Ehrh. (E, X).
50. *Silene noctiflora* L. (E, X).
51. *Spergula arvensis* L. (E, X).
52. *Stellaria graminea* L. (E, X).
53. *Stellaria media* (L.) Cyrill. (E, X).
STELLARIA PALUSTRIS Retz. (E, X).

RANUNCULACEÆ

- ACONITUM BICOLOR Schultes (E, O).
ACONITUM LYCOCTONUM L. (E, O).
ACONITUM VARIEGATUM L. (E, O).
ANEMONE RANUNCULOIDES L. (E, O).
AQUILEGIA VULGARIS L. (E, O).
CLEMATIS VITICELLA L. (E, O).
NIGELLA DAMASCENA L. (E, O).
54. *Ranunculus acris* L. (E, X).
RANUNCULUS FICARIA L. (E, X).
55. *Ranunculus repens* L. (E, X).

BERBERIDACEÆ

- BERBERIS THUNBERGII DC. (A, O).
56. *Berberis vulgaris* L. (E, O).

PAPAVERACEÆ

57. *Chelidonium majus* L. (E, M).
 58. *Fumaria officinalis* L. (E, X).
MACLEAYA CORDATA (Willd.) R. Br.
 (A, O).
PAPAVER RHOEAS L. (E, O).
PAPAVER SOMNIFERUM L. (E, O).

CAPPARIDACEÆ

- CLEOME SERRULATA* Pursh (W, X).

CRUCIFERÆ

59. *Alliaria officinalis* Andrz. (E, X).
ALYSSUM ALYSSOIDES L. (E, X).
ARABIS CAUCASICA Willd. (E, O).
 60. *Armoracia lapathifolia* Gilib. (E, C).
 61. *Barbarea vulgaris* R. Br. (E, X).
 62. *Berteroa incana* (L.) DC. (E, X).
 63. *Brassica campestris* L. (E, N).
BRASSICA HIRTA Mœnch (E, C).
 64. *Brassica juncea* (L.) Coss. (E, X).
 65. *Brassica Kaber* (DC.) L. C. Wheeler
 (E, X).
 66. *Brassica nigra* (L.) Koch (E, C).
BRASSICA OLERACEA L. (E, N).
 67. *Bunias orientalis* L. (E, X).
CAMELINA MICROCARPA Andrz. (E, X).
CAMELINA SATIVA (L.) Crantz (E, X).
 68. *Capsella Bursa-pastoris* (L.) Medic. (E,
 X).
 69. *Conringia orientalis* (L.) Dum. (E, X).
CORONOPUS DIDYMUS (L.) Sm. (E, X).
 70. *Descurainia Sophia* (L.) Webb (E, X).
 71. *Diplotaxis eruroides* (L.) DC. (E, X).
 72. *Diplotaxis muralis* (L.) DC. (E, X).
 73. *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. (E, X).
DRABA VERNA L. (E, X).
ERUCA SATIVA Miller (E, X).
 74. *Erucastrum gallicum* (Willd.) O. E.
 Schulz (E, X).
ERYSIMUM ASPERUM (Nutt.) DC., var.
ASPERUM (W, X).
 75. *Erysimum cheiranthoides* L. (E, X).
ERYSIMUM HIERACHIFOLIUM L. (E, X).
 76. *Hesperis matronalis* L. (E, O).
IBERIS UMBELLATA L. (E, O).
ISATIS TINCTORIA L. (E, X).
 77. *Lepidium campestre* (L.) R. Br. (E, X).
LEPIDIUM DENSIFLORUM Schrad. (U et
 W, X).
 78. *Lepidium latifolium* L. (E, X).
LEPIDIUM RUDERALE L. (E, X).
LEPIDIUM SATIVUM L. (E, C).
LEPIDIUM VIRGINICUM L. (U, X).
LOBULARIA MARITIMA (L.) Desv. (E,
 O).
LUNARIA ANNUA L. (E, O).
MYAGRUM PERFOLIATUM L. (E, X).
 79. *Nasturtium officinale* R. Br. (E, N).
 80. *Neslia paniculata* (L.) Desv. (E, X).
 81. *Raphanus Raphanistrum* L. (E, X).
RAPHANUS SATIVUS L. (E, N).
RAPISTRUM RUGOSUM (L.) All. (E, X).
 82. *Rorippa amphibia* (L.) Bess. (E, X).
RORIPPA SUBGLOBOSA Borbas (E, X).
 83. *Rorippa sylvestris* (L.) Bess. (E, X).
 84. *Sisymbrium altissimum* L. (E, X).
 85. *Sisymbrium Loeselii* L. (E, X).
 86. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. (E, X).
 87. *Thlaspi arvense* L. (E, X).

RESEDACEÆ

- RESEDA ALBA* L. (E, X).

CRASSULACEÆ

- SEDUM ACRE* L. (E, O).
SEDUM HYBRIDUM L. (E, O).
 88. *Sedum Telephium* L. (E, O).

SAXIFRAGACEÆ

- PHILADELPHUS CORONARIUS* L. (E, O).
RIBES GROSSULARIA L. (E, N).
RIBES NIGRUM L. (E, N).
RIBES SATIVUM Syme (E, N).

ROSACEÆ

89. *Alchemilla vulgaris* L. (E, X).
ARUNCUS SYLVESTER Kost. (U, O).
CRATÆGUS MONOGYNA Jacq. (E, O).
FILIPENDULA RUBRA (Hill) Rob. (U, O).
FILIPENDULA ULMARIA (L.) Max. (E,
 O).
 90. *Potentilla argentea* L. (E, X).
POTENTILLA CANESCENS Bess. (E, X).
POTENTILLA GRACILIS Dougl., var. *GRA-*
CILIS (W, X).
POTENTILLA HIPPIANA Lehm. (W, X).
POTENTILLA INTERMEDIA L. (E, X).

91. *Potentilla recta* L. (E, X).
 POTENTILLA THURINGIACA Berth. (E, X).
 PRUNUS AVIUM L. (E, N).
 PRUNUS CERASUS L. (E, N).
 PYRUS AUCUPARIA (L.) Gärtner (E, O).
 PYRUS BACCATA L. (A, N et O).
 PYRUS MALUS L. (E, N).
 ROSA CINNAMOMEA L. (E, O).
 ROSA EGLANTERIA L. (E, O).
 ROSA MICRANTHA Sm. (E, O).
 ROSA RUGOSA Thunb. (A, O).
 SORBARIA SORBIFOLIA (L.) Braun (A, O).

LEGUMINOSÆ

- AMORPHA FRUTICOSA L., var. FRUTICOSA (U, O).
 ANTHYLLIS VULNERARIA L. (E, F).
 CARAGANA ARBORESCENS Lam. (E, O).
 CORONILLA VARIA L. (E, X).
 GENISTA TINCTORIA L. (E, O).
 GLEDITSIA TRIACANTHOS L. (U, O).
 LATHYRUS LATIFOLIUS L. (E, O).
 92. *Lathyrus pratensis* L. (E, X).
 LATHYRUS SATIVUS L. (E, X).
 LATHYRUS SYLVESTRIS L. (E, O ?).
 LATHYRUS TUBEROSUS L. (E, X).
 LENS CULINARIS Med. (E, N).
 LOTUS CORNICULATUS L. (E, F).
 LOTUS ULIGINOSUS Schkuhr (E, X).
 LUPINUS POLYPHYLLUS Lindley (W, O).
 MEDICAGO FALCATA L. (E, F).
 MEDICAGO HISPIDA Gärtner (E, F).
 93. *Medicago lupulina* L. (E, X).
 MEDICAGO SATIVA L. (E, F).
 94. *Melilotus alba* Desr. (E, F).
 95. *Melilotus officinalis* (L.) Lam. (E, F).
 ONOBRYCHIS VICIIFOLIA Scop. (E, X).
 PISUM SATIVUM L. (E, N).
 ROBINIA PSEUDO-ACACIA L. (U, O).
 ROBINIA VISCOSA Vent. (U, O).
 96. *Trifolium agrarium* L. (E, X).
 97. *Trifolium arvense* L. (E, X).
 TRIFOLIUM HYBRIDUM L. (E, F).
 TRIFOLIUM MEDIUM L. (E, F).
 TRIFOLIUM PRATENSE L. (E, F).
 98. *Trifolium procumbens* L. (E, X).
 TRIFOLIUM REPENS L. (E, F).
 VICIA ANGSTIFOLIA Reichard (E, X).
 99. *Vicia Cracca* L. (E, X).
 VICIA HIRSUTA (L.) S. F. Gray (E, X).
 VICIA SATIVA L. (E, F ?).

100. *Vicia sepium* L. (E, X).

- VICIA TETRASPERMA (L.) Mœnch (E, X).
 VICIA VILLOSA Roth (E, X).

LINACEÆ

- LINUM CATHARTICUM L. (E, ?).
 LINUM USITATISSIMUM L. (E, I).

OXALIDACEÆ

101. *Oxalis corniculata* L. (E, X).

GERANIACEÆ

102. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. (E, X).
 ERODIUM MOSCHATUM (L.) L'Hér. var. PRÆCOX Lange (E, X).
 103. *Geranium molle* L. (E, X).
 104. *Geranium pratense* L. (E, O).
 105. *Geranium pusillum* L. (E, X).
 106. *Geranium pyrenaicum* Burm. f. (E, X).
 107. *Geranium sylvaticum* L. (E, O).

EUPHORBIACEÆ

108. *Euphorbia Cyparissias* L. (E, O).
 109. *Euphorbia Esula* L. (E, X).
 110. *Euphorbia Helioscopia* L. (E, X).
 EUPHORBIA PEPLUS L. (E, X).
 EUPHORBIA PLATYPHYLLOS L. (E, X).
 EUPHORBIA SERPYLLIFOLIA Pers. (W, X).
 MERCURIALIS ANNUA L. (E, X).

CALLITRICHACEÆ

111. *Callitriche stagnalis* Scop. (E, X).

CELASTRACEÆ

- CELASTRUS ORBICULATUS Thunb. (A, O).
 EUONYMUS EUROPÆUS L. (E, O).

ACERACEÆ

- ACER NEGUNDO L. (W, O).

BALSAMINACEÆ

- IMPATIENS GLANDULIFERA Royle (A, O ?).
 IMPATIENS PARVIFLORA DC. (E, X).

RHAMNACEÆ

- RHAMNUS CATHARTICA L. (E, M).
RHAMNUS FRANGULA L. (E, O).

TILIACEÆ

- TILIA EUROPÆA L. (E, O).
TILIA PLATYPHYLLOS Scop. (E, O).

MALVACEÆ

112. *Abutilon Theophrasti* Medic. (A, X).
ALTHÆA OFFICINALIS L. (E, O).
ALTHÆA ROSEA Cav. (E, O).
113. *Hibiscus Trionum* L. (E, O).
LAVATERA THURINGIACA L. (E, X).
MALVA ALCEA L. (E, X).
114. *Malva moschata* L. (E, O).
115. *Malva neglecta* Wallr. (E, X).
MALVA PARVIFLORA L. (E, X).
MALVA ROTUNDIFOLIA L. (E, X).
MALVA SYLVESTRIS L. (E, X).
MALVA VERTICILLATA L. (E, X).

GUTTIFERÆ

116. *Hypericum perforatum* L. (E, X).

VIOLACEÆ

- VIOLA ARVENSIS Murray (E, X).
VIOLA ODORATA L. (E, O).
VIOLA TRICOLOR L. (E, O).

THYMELÆACEÆ

- DAPHNE MEZEREUM L. (E, O).

LYTHRACEÆ

117. *Lythrum Salicaria* L. (E, X).

ONAGRACEÆ

118. *Epilobium hirsutum* L. (E, X).
EPILOBIUM PANICULATUM Nutt. (W, X).
OENOTHERA GRANDIFLORA Ait. (E, O).
119. *Oenothera pilosella* Raf. (E, X).

UMBELLIFERÆ

120. *Aegopodium Podagraria* L. (E, O et M).
AETHUSA CYNAPIUM L. (E, X).

ANETHUM GRAVEOLENS L. (A, C).

ANTHRISCUS CEREFOLIUM (L.) Hoffm.
(E, C).

121. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (E, X).
122. *Carum Carvi* L. (E, C).
123. *Conium maculatum* L. (E, X).
CORIANDRUM SATIVUM L. (E, C).
124. *Daucus Carota* L. (E, X).
ERYNGIUM PLANUM L. (E, O).
125. *Heracleum Sphondylium* L. (E, X).
LEVISTICUM OFFICINALE W. D. J. Koch
(E, C).

126. *Pastinaca sativa* L. (E, X).
PIMPINELLA SAXIFRAGA L. (E, C ?).
TORILIS JAPONICA (Houtt.) DC. (E, X).

PRIMULACEÆ

- ANAGALLIS ARVENSIS L. (E, X).
LYSIMACHIA CLETHROIDES Duby (E, O).
127. *Lysimachia Nummularia* L. (E, O).
128. *Lysimachia punctata* L. (E, O).
LYSIMACHIA VULGARIS L. (E, O).
PRIMULA VERIS L. (E, O).

OLEACEÆ

- SYRINGA VULGARIS L. (E, O).

GENTIANACEÆ

- CENTAURIUM UMBELLATUM Gilib. (E, X).

APOCYNACEÆ

- VINCA MINOR L. (E, O).

ASCLEPIADACEÆ

- VINCETOXICUM NIGRUM (L.) Mœench
(T, X).

CONVOLVULACEÆ

129. *Convolvulus arvensis* L. (E, X).
CONVOLVULUS JAPONICUS Thunb. (A, O).
CUSCUTA CAMPESTRIS Yuncker (T, X).
CUSCUTA EPILINUM Weihe (E, X).

POLEMONIACEÆ

- COLLOMIA LINEARIS Nutt. (W, X).

PHLOX MACULATA L., var. MACULATA
(U, X).

PHLOX PANICULATA L. (U, O).

PHLOX SUBULATA L. (U, O).

POLEMONIUM CÆRULEUM L. (E, O).

POLEMONIUM REPTANS L. (U, O ou X).

BORAGINACEÆ

130. *Borago officinalis* L. (E, M et C, O ?).

131. *Cynoglossum officinale* L. (E, X).

132. *Echium vulgare* L. (E, X).

133. *Lappula echinata* Gilib. (E, X).

134. *Lithospermum officinale* L. (E, X).

135. *Lycopsis arvensis* L. (E, X).

MYOSOTIS ARVENSIS (L.) Hill (E, X).

MYOSOTIS SCORPIOIDES L. (E, O).

MYOSOTIS STRICTA Link (E, X).

MYOSOTIS SYLVATICA Hoffm. (E, O).

OMPHALODES VERNA Mœnch (E, O).

SYMPHYTUM ASPERUM Lepechin (E, X).

136. *Symphytum officinale* L. (E, M)..

LABIATÆ

AJUGA REPTANS L. (E, O).

DRACOCEPHALUM PARVIFLORUM Nutt.
(W, X).

ELSHOLTZIA CILIATA (Thunb.) Hyl.
(A, X).

137. *Galeopsis Ladanum* L. (E, X).

138. *Galeopsis speciosa* Mill. (E, X).

139. *Galeopsis Tetrahit* L. (E, X).

140. *Glechoma hederacea* L. (E, X).

HYSSOPUS OFFICINALIS L. (E, C).

LAMIUM ALBUM L. (E, X).

LAMIUM AMPLEXICAULE L. (E, X).

LAMIUM MACULATUM L. (E, X).

LAMIUM PURPUREUM L. (E, X).

141. *Leonurus Cardiaca* L. (E, X).

LEONURUS SIBIRICUS L. (E, X).

142. *Lycopus europæus* L. (E, X).

MARRUBIUM VULGARE L. (E, M et C).

MENTHA CARDIACA Baker (E, X).

MENTHA GENTILIS L. (E, X).

MENTHA LONGIFOLIA (L.) Hudson, var.
MOLLISSIMA (Borkh.) Rouy (E, X).

143. *Mentha piperita* L. (E, X).

144. *Mentha spicata* L. (E, M).

MONARDA DIDYMA L. (U, O).

145. *Nepeta Cataria* L. (E, M).

NEPETA GRANDIFLORA Bieb. (E, O).

ORIGANUM VULGARE L. (E, C).

PYCNANTHEMUM TENUIFLORUM Schrad.
(U, X).

PYCNANTHEMUM VERTICILLATUM
(Michx.) Pers. (U, X).

SALVIA OFFICINALIS L. (E, C).

SALVIA REFLEXA Horn. (W, X).

SATUREJA ACINOS (L.) Scheele (E, X).

SATUREJA HORTENSIS L. (E, C).

TEUCRIUM SCORODONIA L. (E, X).

THYMUS SERPYLLUM L. (E, O).

SOLANACEÆ

DATURA METEL L. (T, X).

146. *Datura Stramonium* L. (T, X).

147. *Hyoscyamus niger* L. (E, M).

LYCOPERSICUM ESCULENTUM Miller (A-
mérique du Sud, N).

NICANDRA PHYSALODES (L.) Pers. (T,
O).

PHYSALIS IXOCARPA Brotero (Mexique,
X).

PHYSALIS PUBESCENS L., var. PUBES-
CENS (U, N).

PHYSALIS VIRGINIANA Miller, var. VIR-
GINIANA (U, X).

SCOPOLIA CORNIOLICA Jacq. (E, X).

148. *Solanum Dulcamara* L. (E, X).

SOLANUM NIGRUM L. (E, X).

SOLANUM ROSTRATUM Dunal (W, X).

149. *Solanum sarachoides* Sendtner (Amé-
rique du Sud, X).

150. *Solanum triflorum* Nutt. (W, X).

SOLANUM TUBEROSUM L. (Amérique
du Sud, N).

SCROPHULARIACEÆ

151. *Chænorrhinum minus* (L.) Lange (E, X).

DIGITALIS LUTEA L. (E, X).

LINARIA DALMATICA (L.) Mill. (E, O).

152. *Linaria vulgaris* Hill (E, X).

153. *Odontites serotina* (Lam.) Dum. (E, X).

PENSTEMON DIGITALIS Nutt. (U, O).

154. *Verbascum Blattaria* L. (E, X).

VERBASCUM PHLOMOIDES L. (E, O ?).

155. *Verbascum Thapsus* L. (E, X).

VERONICA AGRESTIS L. (E, X).

156. *Veronica arvensis* L. (E, X).

157. *Veronica Beccabunga* L. (E, M).

158. *Veronica Chamædryis* L. (E, X).

VERONICA FILIFORMIS Sm. (E, X).

VERONICA LONGIFOLIA L. (E, O).

159. *Veronica officinalis* L. (E, X).
 VERONICA PERSICA Poir. (E, X).
 160. *Veronica serpyllifolia*, L. var. *serpyllifolia* (E, X).
 VERONICA SPICATA L. (E, O).

PLANTAGINACEÆ

161. *Plantago lanceolata* L. (E, X).
 162. *Plantago major* L. (E, X).
 163. *Plantago media* L. (E, X).
 164. *Plantago Psyllium* L. (E, X).
 165. *Plantago Rugelii* Dcne (U, X).

RUBIACEÆ

- GALIUM ERECTUM Huds. (E, X).
 GALIUM MOLLUGO L. (E, X).
 GALIUM SAXATILE L. (E, X).
 GALIUM VERUM L. (E, X).
 SHERARDIA ARVENSIS L. (E, X).

CAPRIFOLIACEÆ

- LONGICERA MORROWII Gray (E, O).
 LONGICERA PROLIFERA, var. *PROLIFERA* (Kirchner) Rehder (W?, O).
 LONGICERA SEMPERVIRENS L., var. *SEMPERVIRENS* (U, O).
 LONGICERA TATARICA L. (E, O).
 LONGICERA XYLOSTEUM L. (E, O).
 SAMBUCUS EBULUS L. (E, O).
 VIBURNUM LANTANA L. (E, O).

VALERIANACEÆ

- VALERIANA OFFICINALIS L. (E, O).

DIPSACACEÆ

- CEPHALARIA ALPINA Schrader (E, O).
 166. *Dipsacus sylvestris* Huds. (E, X).
 KNAUTIA ARVENSIS (L.) Duby (E, X).
 SUCCISA AUSTRALIS (Wulf.) Reichenb. (E, X).

CUCURBITACEÆ

- CITRULLUS VULGARIS Schrader (T, N).
 CUCUMIS SATIVUS L. (A, N).
 THLADIANTHA DUBIA Bunge (A, O).

CAMPANULACEÆ

- CAMPANULA GLOMERATA L. (E, O).

167. *Campanula rapunculoides* L. (E, O).
 CAMPANULA TRACHELIUM L. (E, O).

COMPOSITÆ

Subfam. I. TUBULIFLORÆ

- ACHILLEA MILLEFOLIUM L., f. *PURPUREA* (Gouan) Schinz & Thellung (E, O).
 ACHILLEA PTARMICA L. (E, O).
 ANTHEMIS ARVENSIS L., var. *AGRESTIS* (Wallr.) DC. (E, X).
 168. *Anthemis Cotula* L. (E, X).
 ANTHEMIS TINCTORIA L. (E, O).
 169. *Arctium Lappa* L. (E, X).
 170. *Arctium minus* (Hill) Bernh. (E, X).
 ARCTIUM NEMOROSUM Lej. & Court. (E, X).
 ARCTIUM TOMENTOSUM Mill. (E, X).
 ARTEMISIA ABROTANUM L. (E, O).
 ARTEMISIA ABSINTHIUM L. (E, M).
 ARTEMISIA ANNUA L. (E, X).
 171. *Artemisia biennis* Willd. (W, X).
 ARTEMISIA FRIGIDA Willd. (W, X).
 172. *Artemisia ludoviciana* Nutt., var. *gnaphalodes* (Nutt.) T. & G. (W, X).
 ARTEMISIA FONTICA L. (E, X).
 173. *Artemisia Stelleriana* Bess. (A, O).
 174. *Artemisia vulgaris* L. (E, X).
 175. *Aster laurentianus* Fern. (W, X).
 (syn. *A. brachyactis* Blake ou *A. angustus* (Lind.) T. & G.)
 BELLIS PERENNIS L. (E, O).
 CALENDULA OFFICINALIS L. (E, O).
 176. *Carduus acanthoides* L. (E, X).
 177. *Carduus nutans* L. (E, X).
 CENTAUREA CYANUS L. (E, O).
 178. *Centaurea Jacea* L. (E, X).
 CENTAUREA MACROCEPHALA Puschk. (A, O).
 179. *Centaurea maculosa* Lam. (E, X).
 CENTAUREA MONTANA L. (E, O).
 180. *Centaurea nigra* L. (E, X).
 181. *Centaurea Scabiosa* L. (E, X).
 CHRYSANTHEMUM BALSAMITA L. (E, O).
 182. *Chrysanthemum Leucanthemum* L. (E, X).
 CHRYSANTHEMUM PARTHENIUM (L.) Bernh. (E, O).
 CHRYSANTHEMUM ULIGINOSUM Pers. (E, O).

183. *Cirsium arvense* (L.) Scop. (E, X).
 184. *Cirsium vulgare* (Savi) Tenore (E, X).
 COREOPSIS TINCTORIA Nutt. (W, O).
 COREOPSIS VERTICILLATA L. (U, O).
 COSMOS BIPINNATUS Cav. (Mexique, O).
 COTULA CORONOPIFOLIA L. (? , X).
 ECHINOPS EXALTATUS Schrader (E, O).
 ECHINOPS SPHÆROCEPHALUS L. (E, O).
 ERIGERON PULCHELLUS Michx. (U, X).
 185. *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake (T, X).
 GALINSOGA PARVIFLORA Cav. (T, X).
 186. *Gnaphalium sylvaticum* L. (E, X).
 187. *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal (W, X).
 HELENIUM NUDIFLORUM Nutt. (U, X).
 HELIANTHUS ANNUUS L., cv. GIGANTEUS (E, O).
 HELIANTHUS LÆTIFLORUS Pers. (U, O).
 HELIOPSIS HELIANTHOIDES (L.) Sweet, var. SCABRA (Dunal) Fern. (U, X).
 188. *Inula Helenium* L. (E, X).
 189. *Iva xanthifolia* Nutt. (W, X).
 190. *Madia glomerata* Hook. (W, X).
 191. *Matricaria maritima* L. (E, X).
 192. *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter (W, X).
 193. *Onopordum Acanthium* L. (E, X).
 194. *Rudbeckia hirta* L. (U, O).
 RUDBECKIA LACINIATA L., cv. HORTENSIS (E, O).
 RUDBECKIA TRILOBA L., var. TRILOBA (U, O?).
 195. *Senecio Jacobæa* L. (E, X).
 SENECIO SYLVATICUS L. (E, X).
 196. *Senecio viscosus* L. (E, X).
 197. *Senecio vulgaris* L. (E, X).
 198. *Silybum Marianum* (L.) Gært. (E, O).
 199. *Tanacetum vulgare* L. (E, M).
 200. *Tussilago Farfara* L. (E, X).
 Subfam. II LIGULIFLORÆ
 201. *Cichorium Intybus* L. (E, X).
 202. *Crepis capillaris* (L.) Wallr. (E, X).
 CREPIS TECTORUM L. (E, X).
 203. *Hieracium aurantiacum* L. (E, O).
 204. *Hieracium florentinum* All. (E, X).
 205. *Hieracium floribundum* Wimm. & Grab. (E, X).
 206. *Hieracium Lachenalii* C. C. Gmelin (E, X).
 (syn. *H. vulgatum* Fries).
 207. *Hieracium murorum* L. (E, X).
 208. *Hieracium Pilosella* L. (E, X).
 209. *Hieracium pratense* Tausch (E, X).
 210. *Hieracium tridentatum* Fries (E, X).
 HYPOCHÆRIS RADICATA L. (E, X).
 LACTUCA MURALIS (L.) Gærtner (E, X).
 211. *Lactuca Scariola* L. (E, X).
 212. *Lapsana communis* L. (E, X).
 213. *Leontodon autumnalis* L. (E, X).
 214. *Sonchus arvensis* L. (E, X).
 215. *Sonchus asper* (L.) Hill (E, X).
 216. *Sonchus oleraceus* L. (E, X).
 TARAXACUM ERYTHROSPERMUM Andr. (E, X).
 217. *Taraxacum officinale* Weber (E, X).
 218. *Tragopogon dubius* Scop. (E, X).
 219. *Tragopogon porrifolius* L. (E, N).
 220. *Tragopogon pratensis* L. (E, X).

Total: 585

Pour chacune des 220 espèces étudiées dans le présent travail, nous avons tenté de retrouver le plus ancien spécimen d'herbier ou la première mention dans la littérature confirmant leur présence au Québec. Nous avons aussi noté les habitats où ces plantes se rencontrent le plus fréquemment. A la lumière des données recueillies, nous essayerons dans ce travail d'expliquer leur distribution présente.

A cette fin, nous avons consulté les herbiers suivants:

- Herbier Louis-Marie, Faculté d'Agriculture, Université Laval. (QFA).
 Herbier Marie-Victorin, Université de Montréal. (MT).
 Herbier du Ministère fédéral de l'Agriculture, Ottawa. (DAO).
 Herbier du Musée National, Ottawa. (CAN).
 Herbier de l'Université McGill, Montréal. (MTMG).
 Herbier du Ministère provincial de l'Agriculture, Québec. (QUE).

Herbier de la Faculté des Sciences, Université Laval. (QFS).

Herbier du Musée de la Province de Québec. (QMP).

Herbier de la Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval.

Herbier personnel du professeur L. Cinq-Mars, Faculté d'Agriculture, Université Laval.

Herbier personnel de Jean Brisson, étudiant à la Faculté d'Agriculture, Université Laval.

Nous avons de plus examiné des spécimens empruntés de l'Herbier de l'Université de Harvard (GH), de l'Université Queen's de Kingston (QK) et du Jardin Botanique de Kew (K), Grande-Bretagne.

Nous avons ensuite comparé la distribution des plantes faisant l'objet de la présente étude avec la carte illustrant le nombre de degrés-jours au dessus de 42° F; celle-ci fut préparée par Chapman et Brown (1964) pour le compte de l'ARDA. Nous avons aussi utilisé comme point de comparaison, la carte du bilan radiatif annuel présentée par Grandtner (1966, Fig. 11).

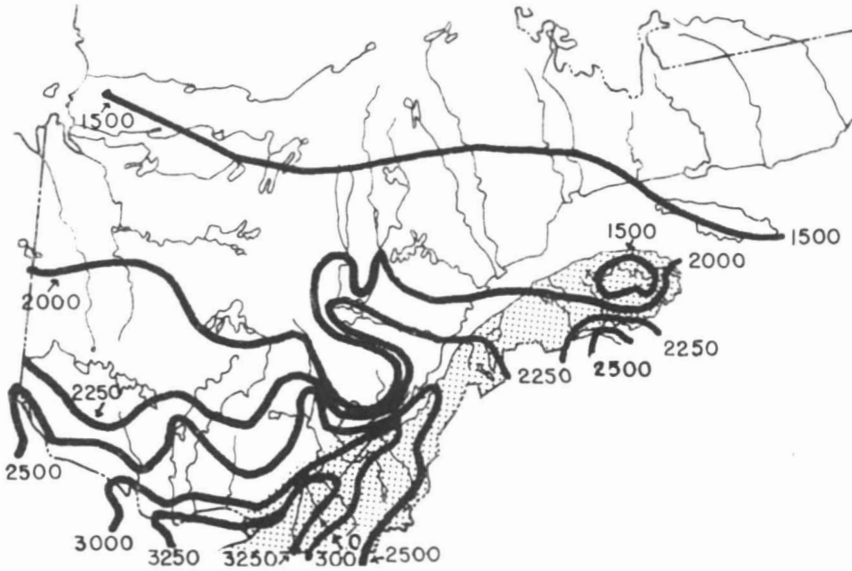
Dans nos commentaires accompagnant nos cartes de distribution, lorsque le lieu d'origine d'une espèce n'est pas mentionné, c'est qu'elle nous vient d'Europe ou d'Eurasie. Dans le cas où une entité n'a été récoltée que quatre fois ou moins, nous avons ajouté le sigle de l'herbier où une récolte précise est conservée.

Pour éclairer notre lecteur, nous avons indiqué le nom du comté dans lequel se trouvent les villes ou villages où une plante a été récoltée. Pour les endroits suivants, nous avons préféré utiliser les coordonnées cartésiennes.

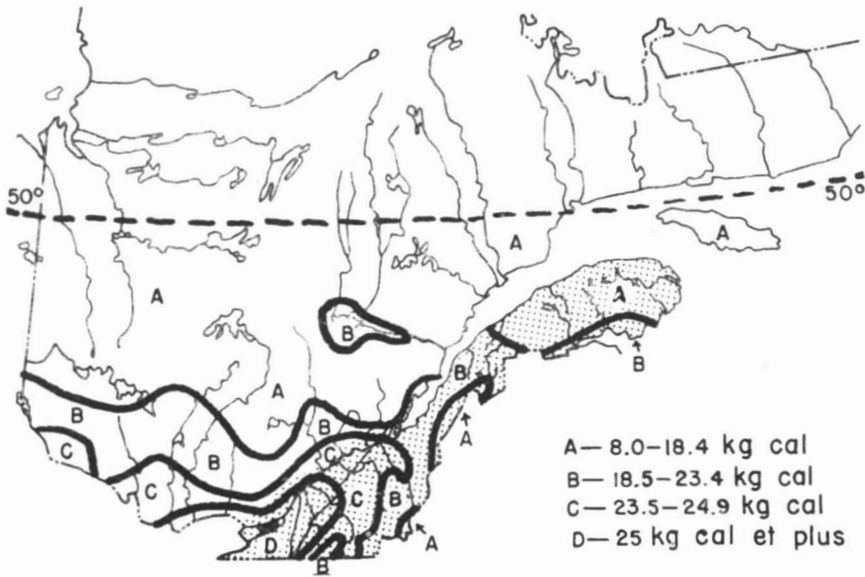
	Lat. nord	Long. ouest		Lat. nord	Long. ouest
Blanc Sablon.....	51° 25'	57° 8'	Port Harrington.....	50° 30'	59° 28'
Château Bay.....	52°	56°	Poste-de-la-Baleine.....	55° 20'	77° 50'
Eastmain.....	52° 15'	78° 20'	Poste de Mistassini.....	50° 30'	73° 45'
Fort Chimo.....	58° 10'	68° 20'	Rivière-au-Tonnerre....	50° 16'	64° 47'
Fort George.....	53° 50'	79°	Rivière George.....	58° 31'	66°
Godbout.....	49° 25'	67° 30'	Rivière Sheldrake.....	50° 15'	64° 55'
La Tabatière.....	50° 50'	58° 58'	Rupert House.....	51° 29'	78° 45'
Mingan.....	50° 12'	63° 15'	Sept-Iles.....	50° 12'	66° 23'
Natasquan.....	50° 12'	61° 50'	St-Augustin.....	51° 8'	58° 27'
Pointe-aux-Esquimaux..	50° 13'	63° 37'	Vieux Comptoir.....	52° 37'	78° 42'

Un point plein sur nos cartes de distribution correspond à un spécimen que nous avons vu en herbier; un point vide correspond à une mention dans la littérature. Nous avons indiqué sur nos cartes le paléozoïque par un pointillé; les montagnes d'Oka et de Rigaud de même que les Montérégiennes de la plaine de Montréal sont représentées par un X.

Nous avons sciemment ignoré les termes « sud-ouest, sud, centre ou nord du Québec », parce que leur signification diffère d'un auteur à l'autre et que nous ne sommes pas encore en mesure de les préciser nous-même.



Carte illustrant le nombre de degrés-jours au-dessus de 42°F, d'après Chapman et Brown (1964).



Carte du bilan radiatif annuel, d'après Grandtner (1966).

Nous aurions pu considérer dans notre étude d'autres facteurs comme la précipitation, l'insolation, l'humidité relative ou les diverses propriétés du sol. Nous avons cependant préféré nous baser surtout sur la température, car c'est l'un des éléments météorologiques qui est à la fois le mieux connu et qui présente le moins de variations sur d'assez grandes superficies. Nous avons toutefois tenu compte d'autres facteurs à l'échelle locale lorsque c'était possible.

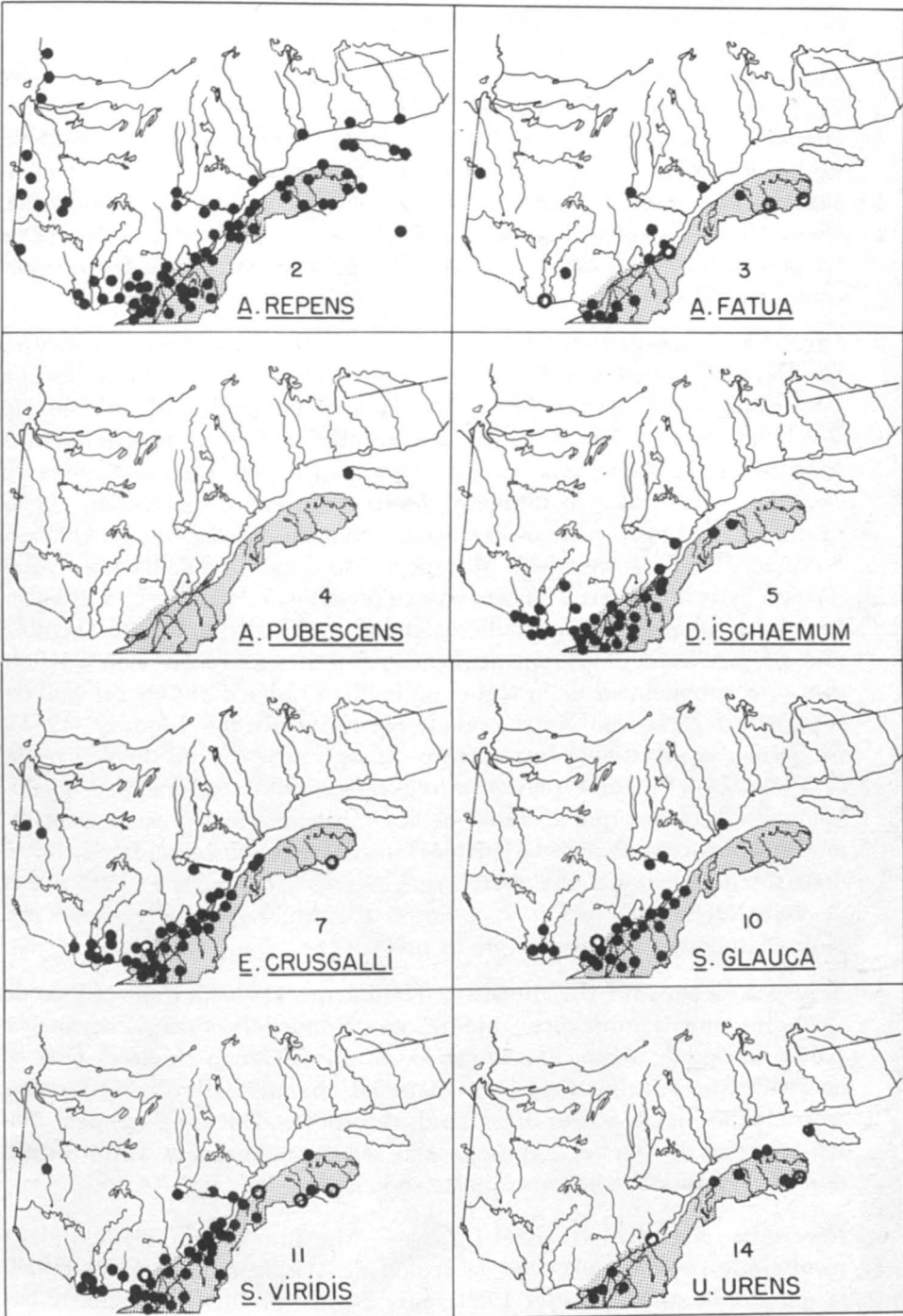
Notes sur les 220 taxa étudiés en détail et leur distribution

BUTOMACEÆ

1. *Butomus umbellatus* L.— Selon Marie-Victorin (1908), cette espèce est apparue pour la première fois en Amérique du Nord à Laprairie, sur les battures du fleuve, vers la fin du siècle dernier. Elle aurait d'abord été observée vers 1897 mais récoltée seulement en 1905. Treize ans plus tard, le Butome s'étendait de Châteauguay à Nicolet et Core (1941) précise qu'il fut récolté à Beauport en 1922. Dalbis (1921) et Marie-Victorin (1929) ajoutent qu'il est ici beaucoup plus agressif qu'en Europe, d'où il fut introduit. En 1935, il s'étend sur les alluvions argileuses du St-Laurent jusqu'à St-Roch des Aulnaies. On attribue sa dissémination rapide vers l'est au transport par les glaces. Trente ans plus tard, sa limite nord-est n'a pas changée. Ceci nous porte à croire que cette espèce ne peut tolérer l'eau salée.

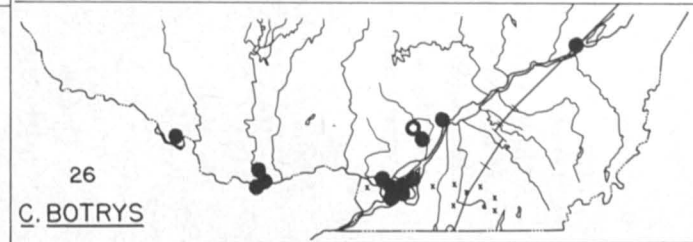
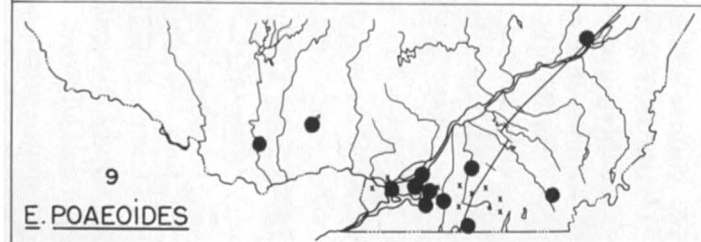
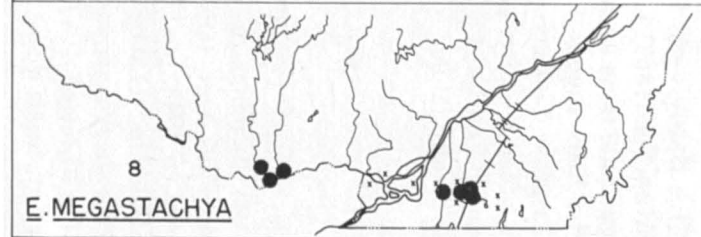
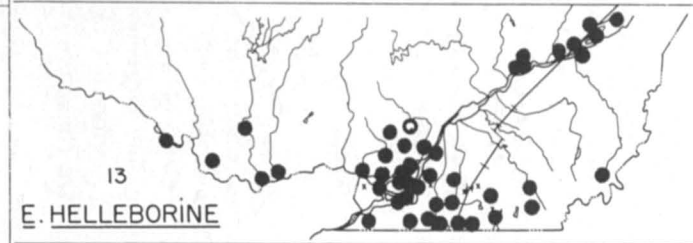
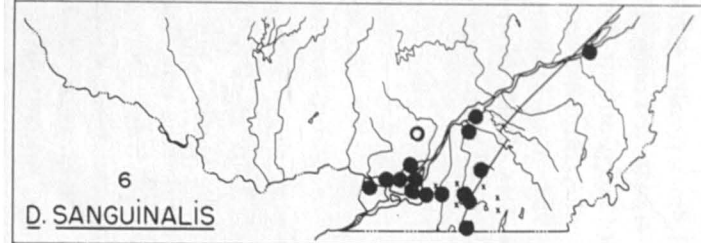
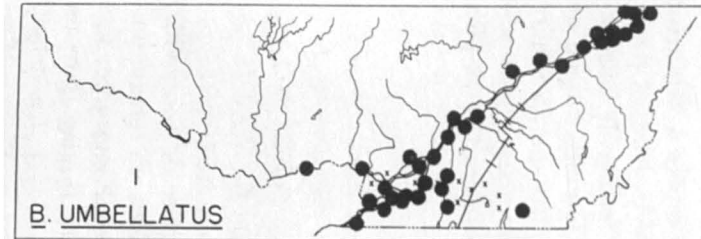
GRAMINEÆ

2. *Agropyron repens* (L.) Beauv.— Cette plante fut introduite en Nouvelle-Angleterre par les premiers colons puisque Josselyn (1672) écrit: « *plants as have sprung up since the English planted and kept cattle there* ». Il est plausible de croire qu'elle a envahi le Québec à peu près à la même époque. Selon Dale *et alii* (1965), le chiendent évite les sols acides mais à l'exception des tourbières, il se rencontre dans tous les habitats terrestres y compris les sables des rivages. Il est aujourd'hui répandu dans tout le Québec habité et au nord, il s'étend depuis Vieux Comptoir jusqu'à Natasquan. Il semble qu'il se trouve dans une zone climatique optimum pour son développement. Notre climat humide lui convient bien puisque selon Alex (1966, Map 2), il est plus fréquent dans le nord de la Saskatchewan et de l'Alberta que dans le sud, où le climat est plus sec.
3. *Avena fatua* L.— Provancher (1862) mentionne cette entité dans les Cantons de l'Est, où elle infestait les moissons. D. N. Saint-Cyr la récolte à Québec en 1884. Elle se rencontre dans les champs en culture et les lieux vagues de même que le long des voies ferrées. Il est logique de croire que la Folle avoine a été introduite ici comme impureté dans le grain. Elle est très commune dans l'Ouest du pays comme le révèle Alex (1966, Map 4). Même si elle est assez générale dans le Québec, elle demeure sporadique. Selon Lindsay (1954), notre système de culture empêcherait son établissement et sa persistance.
4. *Avena pubescens* Huds.— En 1934 et 1935, J. Adams récolte cette plante dans un champ et le long du rivage à Port Meunier sur l'Ile d'Anticosti (DAO). Nous n'en connaissons pas d'autre récolte pour notre province. Au dire de Boivin (in litt.), le seul autre endroit où elle a été trouvée au



Canada est à London, Ont.; c'est en 1962 que J. B. Phipps la trouve sur le campus de l'Université Western et il précise qu'il n'y avait là qu'un seul plant (DAO).

5. *Digitaria Ischæmum* (Schreb.) Muhl.— D'après Billings (1862), cette entité se rencontre à Prescott, Ont., le long d'une voie ferrée et dans les champs sablonneux. Au Québec, Macoun la récolte en 1905 à Beauport, également le long d'une voie ferrée. En plus des habitats ci-haut mentionnés, elle envahit facilement les gazons. A l'est de Drummondville, elle devient très sporadique et ne présente aucun problème. A l'ouest de Drummondville, elle est nuisible dans les cultures sarclées et les pelouses (fide Cinq-Mars).
6. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.— Michaux (1803) mentionne que cette Digitaire est abondante dans les cultures depuis la Pensylvanie jusqu'à la Caroline. Au Canada, Groh (1946) la signale dans le sud de l'Ontario vers 1880. Au Québec, Cushing et Campbell (1899) la mentionnent à Montréal et la disent rare. Le plus ancien spécimen que nous avons vu remonte à 1925. Cette dernière récolte provient d'Outremont. Quarante ans plus tard, cette espèce atteint tout au plus la ville de Québec. Scoggan (1950) la signale à Matapédia, le long d'un ballast de voies ferrées, mais il ne nous a pas été encore possible de localiser ce spécimen. Un climat plus sec et particulièrement plus chaud que le nôtre semble plus propice à son développement puisque toutes les récoltes du Québec, sauf une, proviennent de la région où le bilan radiatif annuel est égal ou supérieur à 25 kg cal. Notre opinion est confirmée par Lindsay (1953). Ce dernier constate que cette plante est restreinte au sud du Wisconsin et après avoir appoité plusieurs hypothèses pour expliquer ce phénomène, il en conclut que le climat de la Prairie américaine est la zone climatique optimale pour cette entité. Dans notre province, on la rencontre dans des microclimats chauds tels que les sols sablonneux et les ballasts de voies ferrées. Dore (1959) a raison d'affirmer que cette espèce est moins largement distribuée que la précédente.
7. *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.— Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, mentionne cette plante en Nouvelle-Écosse; Provancher (1862) la signale à Boucherville et D. N. Saint-Cyr la récolte à Québec en 1883. Elle s'établit facilement dans les champs cultivés, les terrains en friche, les lieux vagues et les bords des routes. Elle est largement distribuée dans le Québec habité et elle atteint maintenant l'Abitibi qui doit être considéré comme sa limite septentrionale.
8. *Eragrostis megastachya* (Kœl.) Link — Macoun (1888) signale deux récoltes de cette espèce dans la région de Windsor, Ont. Dore (1959) la mentionne à Ottawa dès 1900, mais il précise qu'elle ne persiste pas à cet endroit. Au Québec, elle est récoltée à Hull en 1922. Elle préfère les habitats chauds et secs. Sa distribution suggère nettement qu'il



- s'agit d'une entité appartenant à un climat plus chaud que le nôtre, puisqu'elle n'atteint pas les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 25 kg cal.
9. *Eragrostis poæoides* Beauv.—Hubbert (1867) mentionne cette plante pour le Canada et Macoun (1888) la signale dans le sud-ouest de l'Ontario. Au Québec, elle est récoltée à Laprairie en 1934. Dans notre province, tous les spécimens examinés, sauf un, provenaient de cours de triage ou de remblais de voies ferrées. Même si elle est plus largement distribuée que la précédente, elle demeure très sporadique probablement pour la même raison: elle demeure restreinte aux endroits où le bilan radiatif annuel est supérieur à 23.5 kg cal.
 10. *Setaria glauca* (L.) Beauv.—Provancher (1862) inclut cette espèce dans sa « Flore Canadienne ». A la fin du siècle dernier, elle se rencontrait à St-Rémi, Cté de Napierville, et à Québec, au dire de Macoun (1888). Les jardins et les lieux incultes constituent le lieu de prédilection de cette entité. Lindsay (1954, Map 4) démontre que la Setaire jaune est bien établie dans l'est du Canada. Cette plante, aussi bien dans notre pays que dans notre province, est moins largement distribuée que la suivante. En 1964, elle fut récoltée à Godbout, Cté de Saguenay. Dans le Québec, ce dernier endroit peut être considéré comme sa limite septentrionale.
 11. *Setaria viridis* (L.) Beauv.—A. Holmes récolte cette espèce à Montréal dès 1821 et Provancher (1862) la signale à Pointe Lévis. Elle est particulièrement abondante dans les potagers, autour des fermes, le long des routes et dans les lieux vagues. Sa distribution, vers le nord, s'étend de l'Abitibi à la Gaspésie. Lindsay (1954, Map 5) démontre que la Setaire verte croît d'un océan à l'autre et Alex (1966, Map 7) nous illustre son abondance dans les Prairies. La Setaire verte nous apparaît donc plus agressive que la Setaire jaune.

JUNCACEÆ

12. *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy & Wilmott — Cette plante est naturalisée au Canada au moins depuis 1905 alors qu'elle fut récoltée par Klugh à Niagara Falls, Ont. (QK). Au Québec, elle n'a été récoltée que trois fois: d'abord en 1948, par Terrill dans une clairière de Senneville, Cté de Robert-Baldwin, (DAO); en 1951, par Dore dans un terrain ombragé à proximité de l'ancienne résidence de King, à Kingsmere, Cté de Gatineau, (DAO), et en 1963, par G. et P. H. Du Boulay dans un bois ouvert au Lac Seize Iles, Cté d'Argenteuil (MTMG). En dehors des endroits ci-haut mentionnés, elle est aussi connue pour Pictou, Nouvelle-Écosse, (GH), et Ottawa (DAO).

ORCHIDACEÆ

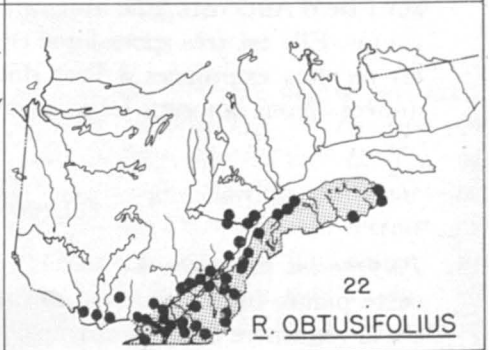
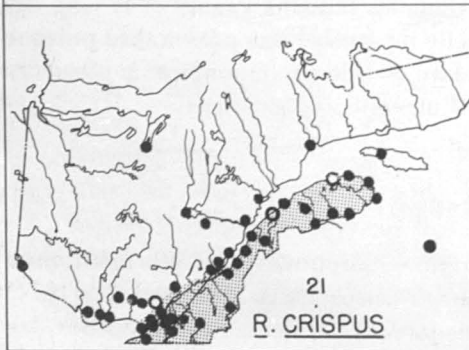
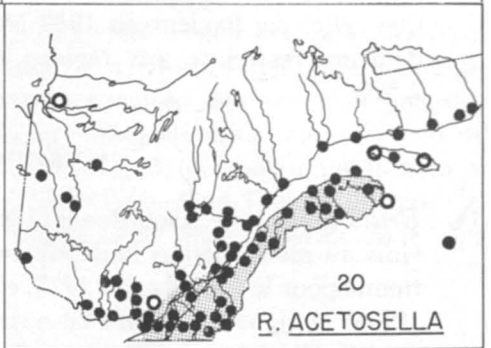
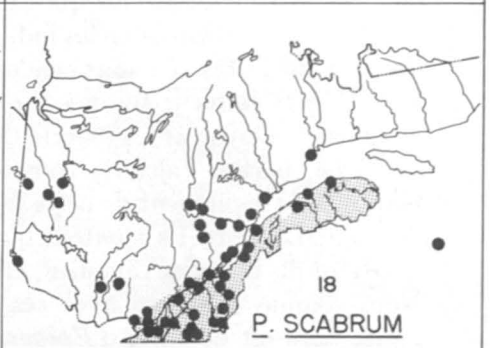
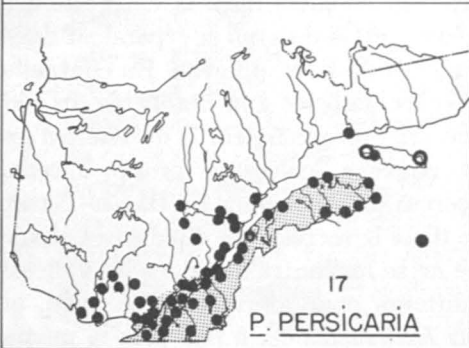
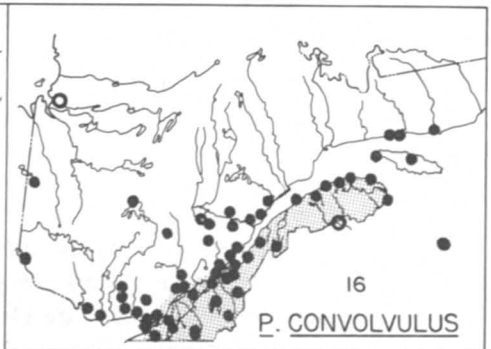
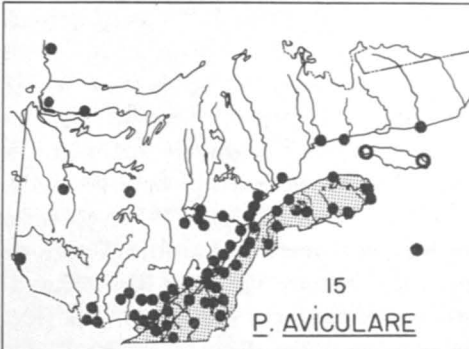
13. *Epipactis Helleborine* (L.) Crantz — On ne saura probablement jamais quand et pourquoi cette entité a été introduite en Amérique du Nord. Dalbis (1921) émet une hypothèse concernant les propriétés médicinales de cette plante qui aurait pu être introduite volontairement par les premiers colons. Soper et Garay (1954) signalent qu'elle fut récoltée pour la première fois indépendamment de toute culture, près de Syracuse, New-York, en 1879. Au Canada, Montgomery (1956) précise qu'elle fut trouvée pour la première fois en Ontario à Lambton (près de Toronto) en 1890. Au Québec, la première récolte vient du Mont-Royal et elle date de 1892 au dire de Doyon et Cayouette (1966). Dalbis (loc. cit.) est justifié d'affirmer que cette espèce entre dans la catégorie des plantes qui prennent le facies indigène, c'est-à-dire qui se répandent dans les lieux inhabités et y font concurrence à la flore indigène. En effet, elle se comporte souvent comme une espèce associée aux érablières du sud du Québec. Doyon et Cayouette (loc. cit.) reconnaissent la nécessité d'un sol riche, parfois calcaire, comme exigence écologique propre à cette plante et ils expliquent de cette façon sa présence dans les Basses-Terres du Saint-Laurent. Ils ajoutent que dans le secteur des Apalaches et sur le rebord du Bouclier canadien, elle ne se rencontre que dans les vallées. Nous sommes d'accord avec ces auteurs pour affirmer qu'en 1966, la limite nord-est de l'aire d'*Epipactis Helleborine* est à peu près la même que celle que fixaient en 1939 Marie-Victorin et Meilleur (1939). Elle demeure restreinte aux régions où le nombre de degrés-jours excède 2,500.

URTICACEÆ

14. *Urtica urens* L.— Selon Pursh (1814), cette entité est présente aux États-Unis au moins depuis le début du XIXe siècle. Hooker (1838) la mentionne pour le Canada. En 1877, elle est récoltée à St-Jean, N.-B. Carrier (1904) la signale à Montréal autour des habitations et Schmitt (1904) sur l'Ile d'Anticosti. Elle apparaît dans les terrains vagues et le long des routes. Elle est très sporadique et elle ne semble pas persistante puisque les récoltes examinées à l'est du Lac St-Pierre remontent à plusieurs années. Nous ignorons les raisons d'un tel comportement.

POLYGONACEÆ

15. *Polygonum aviculare* L. sensu amplo — Gronovius (1739) mentionne cette plante en Virginie et A. Holmes la récolte à Montréal dès 1821. On la rencontre dans les champs, les jardins, les lieux vagues, autour des habitations, le long des rivages et des voies ferrées. En plus des endroits mentionnés sur notre carte, elle atteint le poste de Fort Chimo et J.



Rousseau (1966) la signale le long de la Rivière George. Dans ces deux cas, cette Renouée est introduite autour des habitations. Il semble que cette espèce très agressive a trouvé ici des conditions fort propices à son développement.

16. *Polygonum Convolvulus* L.— Il s'agit d'une très ancienne introduction puisque Gronovius (1739) mentionne la présence de cette entité en Virginie. Dès 1821, elle est récoltée par A. Holmes à Montréal. En 1882, D. N. Saint-Cyr la trouve à Mingan et à Rivière-au-Tonnerre. Macoun (1886) signale sa présence de l'Atlantique au Pacifique et il ajoute qu'elle cause de sérieux ennuis aux fermiers. Aujourd'hui, la situation demeure la même dans l'ouest du pays comme le révèle Alex (1966, Map 9). Au Québec, elle est aussi très abondante dans tous les habitats secs: les pâturages, les sols sablonneux, les champs cultivés et les ballasts de voies ferrées. La récolte de Rupert House mentionnée par Dutilly et Lepage (1948) semble être, à l'heure actuelle, la limite nord de la Renouée-liseron dans notre province.
17. *Polygonum Persicaria* L.— Dès 1739, Gronovius signale la présence de la Persicaire en Virginie. Barnston (1859) mentionne la présence de cette espèce dans l'Herbier Holmes; cette récolte a depuis été révisée à *P. lapathifolium*. Un spécimen de Saint-Cyr démontre l'existence de la Persicaire à Québec en 1883. Elle semble alors largement répandue à travers le Canada selon Macoun (1886). Cette plante affectionne particulièrement les lieux humides et les terrains bas le long des rivières; elle se rencontre également dans les champs cultivés et les potagers. Elle nous paraît présente dans tout le Québec habité mais il nous a été impossible de trouver des spécimens en provenance de l'Abitibi et du Témiscamingue.
18. *Polygonum scabrum* Mœnch.— Une confusion d'ordre taxonomique existe dans le cas de cette entité et nous avons pris position dans un travail précédent (Rousseau, 1965). Cette Renouée existe au Québec au moins depuis 1888 par une récolte de D. N. Saint-Cyr à Hébertville, Cté de Lac St-Jean. Elle se rencontre dans les terrains cultivés et le long des routes. Elle est générale dans le Québec; son absence dans le sud de l'Ontario et la distribution donnée par Fernald (1950) nous suggère qu'il s'agit d'une espèce qui préfère un climat plus frais que *P. lapathifolium* avec lequel *P. scabrum* est souvent confondu.
19. *Rumex Acetosa* L. (Incluant *R. thyrsiflorus* Fingerh.) — Provancher (1862) signale la présence de cette plante à Ste-Anne de Beaupré. Elle croît principalement dans les champs plus ou moins incultes et le long des routes. Elle est très commune autour de Québec et de Lévis à Kamouraska. On a souvent affirmé qu'elle avait été introduite sous le Régime français comme plante alimentaire et sa distribution actuelle ne semble pas contredire cette assertion. Persistante où elle est bien

établie, elle demeure sporadique en dehors des régions ci-haut mentionnées et elle semble affectionner un climat frais.

20. *Rumex Acetosella* L.— Cette espèce, introduite très tôt en Amérique du Nord, est signalée par Josselyn (1672) en Nouvelle-Angleterre et Gronovius (1739) en Virginie. A. Holmes la récolte à Montréal en 1821 et il précise qu'elle est commune; Saint-Cyr la cueille à Rivière Shel-drake en 1882. Elle se rencontre partout dans le Québec: le long des routes et des chemins de fer, dans les champs en culture, les potagers, les pâturages abandonnés et même les terrains les plus incultes. Rupert House (Dutilly et Lepage 1948) et Port Harrington semblent présentement être les endroits les plus septentrionaux où cette espèce a été récoltée dans notre province.
21. *Rumex crispus* L.— Cette entité est déjà commune à Montréal lorsque A. Holmes la récolte en 1821. Un spécimen de Macoun, sur l'Île d'Anticosti dès 1880, nous apparaît correctement identifié. Cette plante se rencontre aussi bien dans les vieux pâturages que le long des rivages ou à l'orée des bois. Elle s'implante fort bien dans les lieux humides. Hughes (1938) affirme qu'elle est l'une des cinq espèces les plus répandues dans le monde entier. Dutilly et Lepage (1948) signalent qu'elle est introduite autour du poste de Mistassini et L. Cinq-Mars la récolte à Sept-Iles en 1965. Ces deux localités semblent marquer la limite septentrionale de cette espèce toujours en expansion dans le Québec.
22. *Rumex obtusifolius* L.— Dès 1821, cette plante est récoltée à Montréal par A. Holmes. Provancher (1862) écrit qu'elle croît avec la précédente dans tous les lieux où on la laisse libre; il les considère toutes deux très nuisibles à l'agriculture. *R. obtusifolius* envahit facilement les fossés et les terrains incultes. Au Canada, elle est moins largement distribuée que la précédente puisque, selon Groh (1946), elle est absente des provinces des Prairies. Ainsi en est-il au Québec puisqu'elle n'a pas atteint plusieurs régions habitées. Elle nous paraît être limitée au nord par les rigueurs de notre climat; en effet, contrairement à l'espèce précédente, elle n'atteint pas les régions où le nombre de degrés-jours est inférieur à 2,000.

CHENOPODIACEÆ

23. *Axyris amaranthoides* L.— Clark et Fletcher (1909) affirment que cette espèce fut notée au Canada pour la première fois en 1886, le long de la route à Headingley, Manitoba, et qu'elle aurait été importée directement de Russie. Dans le même travail, ils signalent sa présence le long d'un talus de chemin de fer à Sherbrooke. Entre 1927 et 1940, elle est récoltée dans plusieurs localités autour du Lac Saint-Jean. Au Québec, elle fut presque toujours récoltée le long des voies ferrées ou bien autour des granges et des poulaillers, ce qui nous porte à croire qu'elle aurait pu être

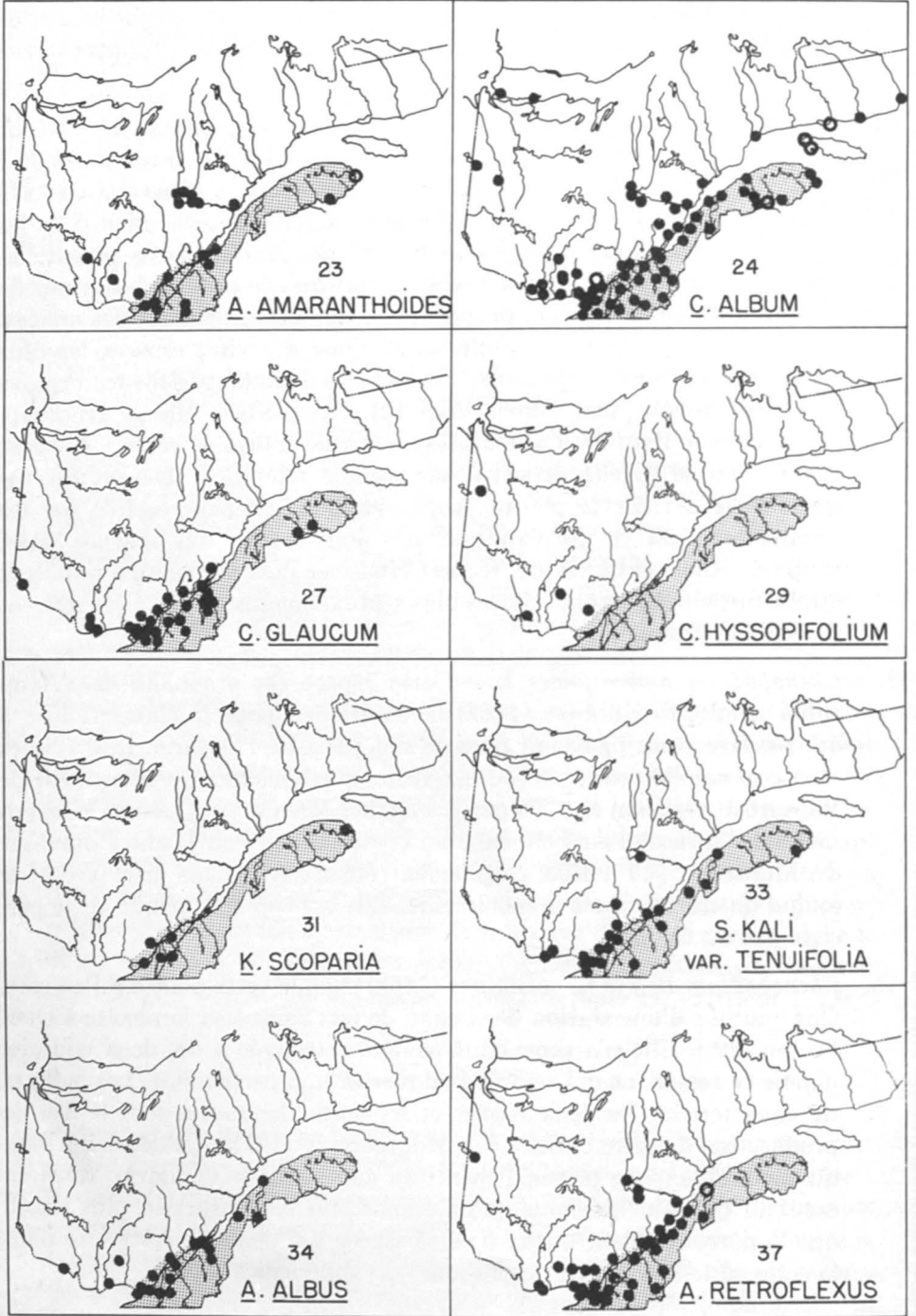
importée de l'Ouest canadien comme impureté dans le grain. Lindsay (1954, Map 3) démontre qu'il s'agit d'une mauvaise herbe propre aux Prairies. Dans notre province, *Axyris amaranthoides* est sporadique et ne persiste pas, peut-être parce que nos méthodes culturales ou notre climat trop humide ne lui conviennent pas.

24. *Chenopodium album* L.— En Nouvelle-Angleterre, Josselyn (1672) écrit à propos de cette entité: « *plants as have sprung up since the English planted and kept cattle there* ». A. Holmes la récolte à Montréal en 1822 et il précise qu'elle est commune. Elle croît partout aussi bien dans les terrains cultivés que dans les lieux incultes. Cette espèce est probablement notre pire mauvaise herbe du fait qu'elle produit beaucoup de graines qui garderont leurs propriétés germinatives pendant des années. Coquillat (1951) affirme qu'elle serait l'une des cinq espèces les plus répandues à la surface du globe; elle est très abondante dans les Prairies comme le révèle Alex (1966, Map 12). Au Québec, elle se rencontre même dans le Parc des Laurentides autour de camps de pêche. Williams (1963) précise qu'elle présente une grande tolérance vis-à-vis les variations de pH. Cette plante, trop commune, est peu récoltée par les botanistes; c'est ce qui explique, sur notre carte, son absence quasi totale de Rimouski à Gaspé. Rupert House et Port Harrington semblent être actuellement les endroits les plus septentrionaux où elle a été trouvée dans notre province.

25. *Chenopodium ambrosioides* L.— Cette espèce est originaire de l'Amérique tropicale. Hubbert (1867) la mentionne pour le Canada. Elle a été récoltée principalement dans le sud-ouest de l'Ontario. Les récoltes sont peu nombreuses et la plus ancienne que nous avons vue est celle de Stewarton, Ottawa, en 1879 par J. Fletcher (DAO). Au Québec, Rolland-Germain la récolte en 1950 dans un terrain inculte au Jardin Botanique de Montréal (MT). Elle a également été trouvée dans le Havre et le long d'un trottoir dans la même ville. Elle est très sporadique et ne persiste pas au Canada.

26. *Chenopodium Botrys* L.— Billings (1862) signale cette plante à Prescott, Ont., autour d'une station de chemin de fer; Saint-Cyr la récolte à Québec en 1883. Elle n'a cependant pas été retrouvée à ces deux endroits depuis ce temps, ce qui semble indiquer sa non-persistance. Les ballasts de voies ferrées, les lieux vagues et les bords des routes sont le lieu de prédilection de cette entité selon Montgomery (1957). Ce dernier précise qu'elle est confinée principalement au sud-ouest de l'Ontario. Ainsi en est-il au Québec. Il semble qu'un climat plus sec et surtout plus chaud que le nôtre convient mieux à cette espèce qui demeure restreinte dans la zone où le nombre de degrés-jours est supérieur à 3,000.

27. *Chenopodium glaucum* L.— Cette entité est introduite dans l'est du Canada au moins depuis 1879, date à laquelle Fletcher la récolte à



Ottawa. Elle est présente au Québec au moins depuis 1904 par une récolte de Macoun à Berthierville. Elle se rencontre dans les terrains cultivés, autour des fermes de même que sur les rivages graveleux dans la section non halophytique du fleuve; on la trouvera également sur les ballasts des voies ferrées ou bien dans les lieux vagues. Elle est bien implantée au Québec et nous apparaît assez stable puisqu'aucune extension d'aire récente n'est à signaler. Sa distribution coïncide avec l'isoligne de 2,500 degrés-jours.

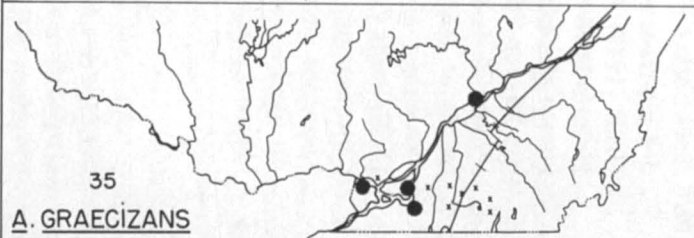
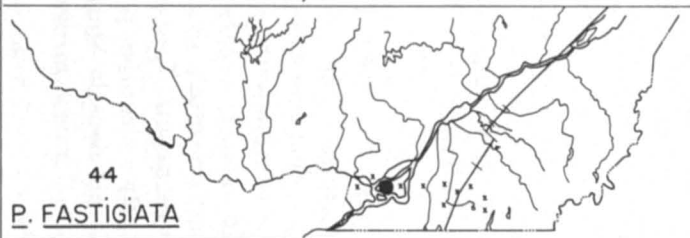
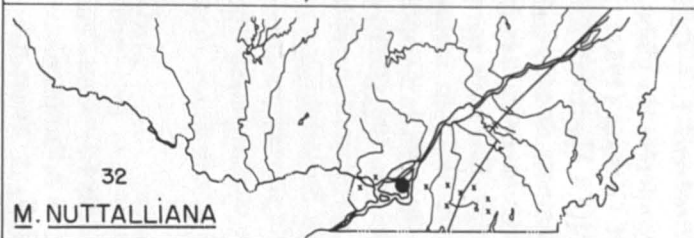
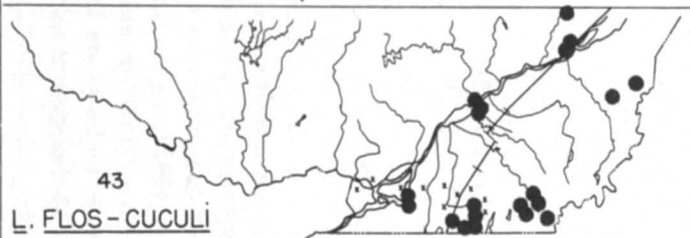
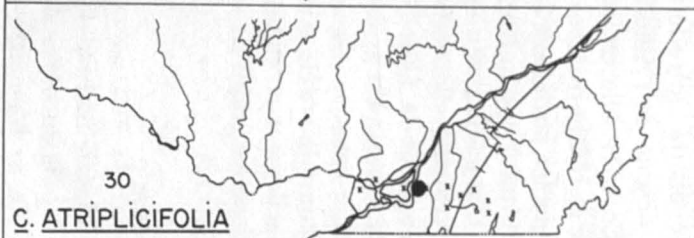
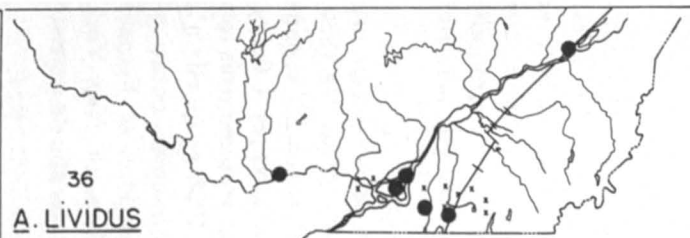
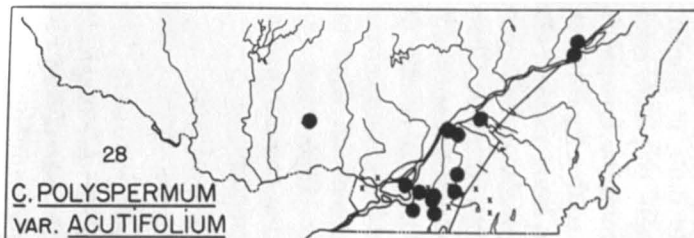
28. *Chenopodium polyspermum* L. var. *acutifolium* (Sm.) Gaudin — Cette espèce présente une distribution très sporadique aux États-Unis et au Canada. Gray (1867) la signale autour de Boston. Elle est présente dans notre province depuis au moins 1934 par une récolte de Marie-Anselme à St-Jean, Cté de St-Jean. Depuis lors, elle fut récoltée dans des terrains cultivés, des dépotoirs ou le long de rivages. Elle semble plus abondante dans la région couverte par notre carte que partout ailleurs au Canada, mais nous ignorons jusqu'à quel point elle persiste. Notre récolte de 1963 au Jardin Zoologique de Québec semble être présentement la limite septentrionale de cette plante qui, au Québec, nous paraît confinée aux régions où le bilan radiatif annuel n'est pas inférieur à 25 kg cal. Montgomery (1957) mentionne qu'elle n'a été récoltée que trois fois en Ontario et il ajoute qu'elle n'a pas été retrouvée récemment.
29. *Corispermum hyssopifolium* L.— Cette plante, indigène dans les provinces des Prairies, est adventice dans le Québec, où elle fut récoltée quelques fois. A Taschereau, Cté d'Abitibi-Ouest, (DAO et CAN), et Loranger, Cté de Labelle, (Bernard in litt.) elle a été trouvée le long de voies ferrées, alors qu'au Lac des Chats, Cté de Pontiac, c'était sur un rivage sablonneux (MT). Nous ignorons si elle persiste encore là où elle a été récoltée.
30. *Cycloloma atriplicifolia* (Spreng.) Coult.— Cette entité, indigène dans l'ouest de l'Amérique du Nord, est adventice dans l'Est. En 1884, elle fut récoltée par Burgess à London, Ont., le long d'une route. Montgomery (1957) ne la cite pas. En 1964, l'auteur la trouve à Toronto (Central Island) sur les bords du lac Ontario. Au Québec, elle n'est connue que d'une récolte faite en 1931 par Marie-Victorin et Rolland-Germain, sur un champ d'aviation à Longueuil (MT).
31. *Kochia Scoparia* (L.) Roth — Cette espèce est connue dans l'Est depuis au moins 1880 par une récolte de Fletcher dans un terrain vague à Ottawa. Cette plante, cultivée dans nos parterres, s'échappe parfois de culture mais nous croyons qu'elle est aussi introduite de l'Ouest. Seul le matériel en provenance des Prairies s'établit dans notre province. L'auteur l'a notée à Montréal, en 1964 et 1965, dans le port et le long de voies ferrées. Cléonique (1936) la signale dans des champs abandonnés de l'est de Montréal. En Ontario, Montgomery (1957) la mentionne

autour des villes mais précise qu'elle ne semble pas s'étendre dangereusement. Elle est relativement commune dans le sud du Manitoba et la Saskatchewan comme nous le démontre Alex (1966, Map 11). Au Québec, elle ne nous apparaît pas persistante en dehors de la ville de Montréal. Un climat plus chaud et plus sec semblerait mieux lui convenir.

32. *Monolepis Nuttalliana* (R. & S.) Greene — Cette entité, indigène dans l'Ouest, ne semble avoir été trouvée qu'une seule fois au Québec, plus précisément à Montréal; cette récolte de H. Groh remonte à 1938 (DAO).
33. *Salsola Kali* L., var. *tenuifolia* Tausch — Dalbis (1921), citant Dewey (1894), affirme que cette espèce a été observée pour la première fois en Amérique du Nord dans le South Dakota en 1873; il ajoute que son introduction aurait été causée par de la graine de lin importée de Russie. Il précise qu'aucune plante ne s'est propagée avec une telle rapidité: « *Les vents violents de l'hiver 1887-1888 et l'été sec de 1888 contribuèrent à disséminer les graines et à répandre la plante dans tous les comtés compris entre le Missouri et la Rivière James dans le Dakota-Sud et le tiers sud des comtés du Dakota-Nord . . . En 1894, près de cent endroits nouveaux signalent sa présence* ». Dalbis (loc. cit.) précise qu'en 1921, il l'a notée à Montréal sur les remblais de chemin de fer et à Longueuil à proximité des quais. Dès 1904, Fletcher l'avait récoltée à Sherbrooke le long de la voie ferrée du C.P.R. En Ontario, Montgomery (1957) signale qu'elle se trouve dans les endroits où le sol est graveleux et sec. Alex (1966, Map 14) nous la présente comme l'une des plus importantes mauvaises herbes de la Saskatchewan. Au Québec, le chemin de fer semble avoir été l'agent disséminateur par excellence de cette entité qui se rencontre maintenant vers le nord-est jusqu'à Desbiens (Cté de Lac St-Jean), et Chandler (Cté de Gaspé-Sud). Lindsay (1953) écrit à son sujet: « *Russian thistle is a example of a weed well-adapted to the dry conditions of a grass-land yet is virtually restricted to waste places out of it. It may be that the soil and the microclimate of such waste places closely approximate prairie conditions* ». Cette opinion mérite d'être retenue.

AMARANTHACEÆ

34. *Amaranthus albus* L.— Cette plante, indigène dans l'ouest de l'Amérique selon Groh et Frankton (1949), est certainement adventice à l'est du Manitoba. A. Holmes la récolte à Montréal dès 1821. Elle croît principalement le long des voies ferrées et parfois dans les ports. Elle n'a été trouvée que très récemment à l'est de Québec: à Rimouski en 1960 et à Ste-Rose du Dégelé, Cté de Témiscouata, en 1961. Occasionnelle dans le Québec, elle se présente sous la forme de quelques individus isolés ici et là. Elle est très commune en Ontario selon Montgomery (1957). Notre climat semble la restreindre dans notre province pres-



qu'exclusivement au sud du 47° de latitude. Il serait fort étonnant qu'elle persiste dans les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 23.5 kg cal.

35. *Amaranthus græcizans* L.— Cette entité, indigène dans l'ouest de l'Amérique selon Groh et Frankton (1949), est certainement adventice à l'est du Manitoba. Billings (1862) la signale à Prescott, Ont. Au Québec, les quatre récoltes qu'il nous a été possible de voir remontent toutes aux années 1930 et elles proviennent de lieux vagues. Elle est très commune en Ontario selon Montgomery (1957) mais elle ne semble pas persister au Québec.
36. *Amaranthus lividus* L.— Selon Fernald (1950), cette espèce serait originaire des Tropiques. Sœur Ste-Amélie la récolte à Montréal dès 1890. L. Cinq-Mars fait de même à St-Jean en 1960 et à Québec en 1964; dans les deux cas, cette Amaranthe se rencontrait dans des boîtes à fleurs. En Ontario, Montgomery (1957) mentionne qu'elle fut trouvée trois fois dans le sud-ouest de cette province aux environs de 1900 et qu'elle n'a jamais été revue depuis. Gleason (1952) la donne comme occasionnellement adventice dans les ports de la côte atlantique et Fernald (1950) la dit locale dans le Massachussetts et de l'Etat de New-York au Maryland. De floraison tardive et d'origine tropicale, elle ne persiste pas au Canada.
37. *Amaranthus retroflexus* L.— Cette plante, introduite dans la plupart des contrées tempérées du globe, origine de l'Amérique tropicale selon Groh (1947) et Gleason (1952). En 1821, elle est commune lorsque A. Holmes la récolte à Montréal. Elle se rencontre dans toutes les cultures, autour des bâtiments de ferme, dans les jardins et les lieux vagues; elle est de plus l'une des premières plantes à apparaître après un bouleversement de terrain. Elle nous paraît générale jusqu'aux comtés de Charlevoix et Rivière-du-Loup inclusivement; elle nous semble cependant totalement absente de la Gaspésie et de la Côte-Nord. La récolte de D. N. Saint-Cyr (no. 706, QMP) de Mingan est probablement une erreur d'étiquetage. L'Amaranthe réfléchie constitue également un fléau au Manitoba et en Saskatchewan comme le révèle Alex (1966, Map 15). Au Québec, elle se ressème très facilement et elle nous envahit probablement encore comme impureté dans les grains de semence.

AIZOACEÆ

38. *Mollugo verticillata* L.— Cette entité, originaire de l'Amérique tropicale, est présente dans notre province depuis au moins 1821 par une récolte d'Andrew Holmes à Montréal. Elle se rencontre particulièrement le long des ballasts de voies ferrées de même que sur les sables des rivages ou encore dans les jardins où le sol est sablonneux. Au Québec, elle re-

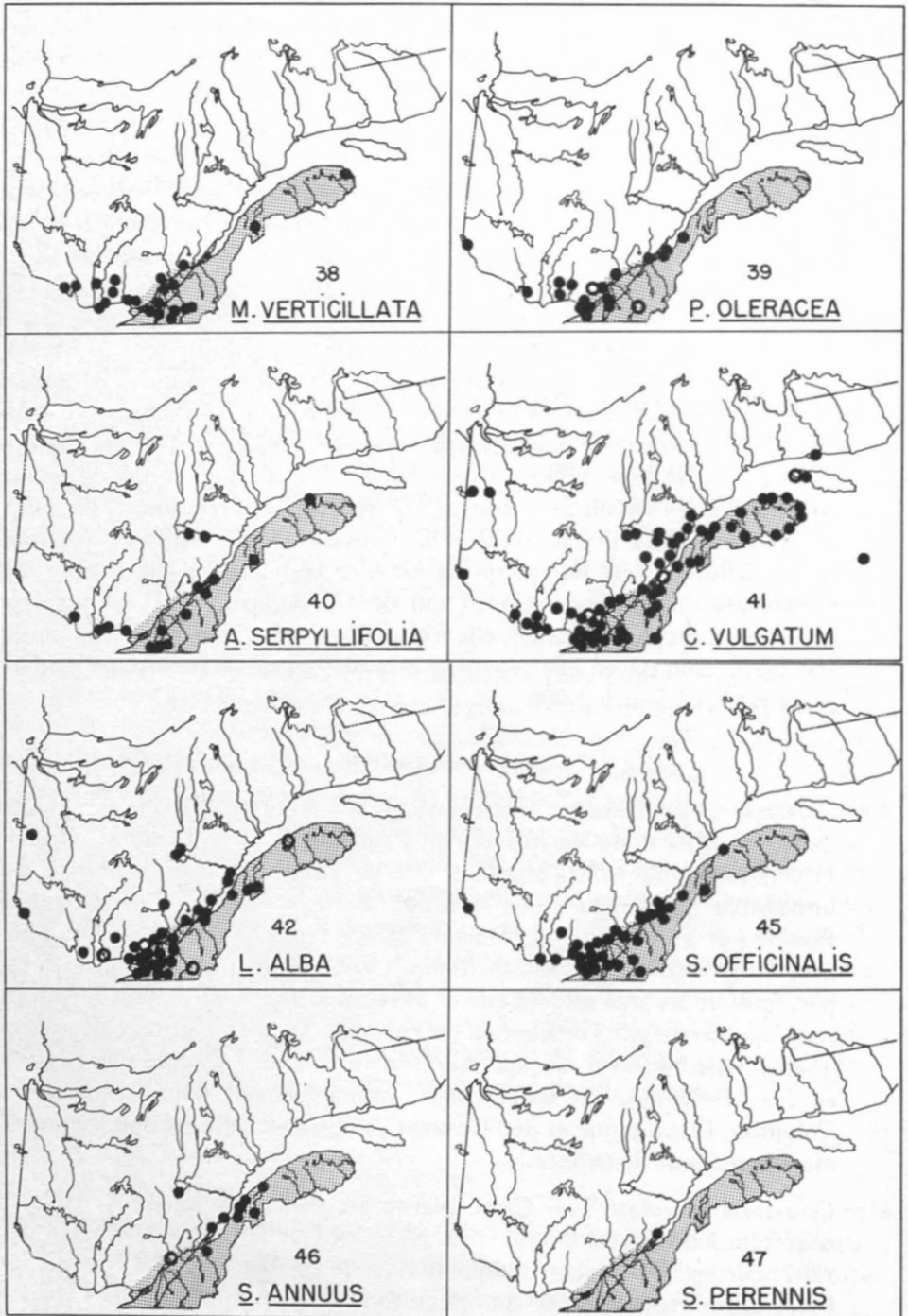
cherche les sols chauds et secs; elle est bien établie au sud du 46° 20' de latitude, mais elle devient très sporadique au nord-est de Trois-Rivières probablement pour des raisons d'ordre climatique. Il est fort douteux qu'elle persiste dans les endroits où le nombre de degrés-jours est inférieur à 3,000.

PORTULACACEÆ

39. *Portulaca oleracea* L.— Les auteurs modernes semblent d'accord pour affirmer que cette plante fut très tôt introduite d'Europe. On a cru longtemps et à tort qu'elle était indigène dans l'Amérique tropicale et même au Québec, puisque Champlain (1632) aurait affirmé qu'elle poussait dans les champs de maïs et que les indigènes en faisaient peu de cas. Ridley (1930) écrit qu'elle était déjà introduite dans le Massachusetts en 1672 comme herbe potagère. Elle est commune à Montréal en 1821 lorsqu'A. Holmes la récolte. Aujourd'hui, le Pourpier se rencontre principalement dans les sols riches des jardins et dans les champs cultivés. Il est très difficile à détruire et l'on ne doit jamais le laisser sur le sol après l'avoir arraché, car non seulement il continuera de mûrir ses graines, mais il s'enracinera de nouveau. Cette espèce n'apparaît qu'au début de l'été lorsque le sol est bien réchauffé et elle semble restreinte presque exclusivement au sud de 47° de latitude. Il est possible qu'au nord-est du Richelieu, elle n'a pas toujours le temps de compléter son cycle. Elle est en effet confinée aux régions où le nombre de degrés-jours est supérieur à 2,500.

CARYOPHYLLACEÆ

40. *Arenaria serpyllifolia* L.— Michaux (1803) mentionne déjà la présence de cette entité dans les cultures en Pensylvanie et en Caroline. Brunet (1858) la signale à la Tabatière, Cté de Duplessis, mais il nous a été impossible de vérifier cette mention. Billings (1862) la mentionne à Prescott et à Ottawa, Ont. Macoun (1883) cite une récolte du Dr. Thomas (circa 1860) à Rivière-du-Loup. Groh (1946) précise que cette espèce préfère les sols sablonneux et graveleux, particulièrement lorsqu'ils sont appauvris par l'érosion et les cultures. Le même auteur démontre que sa distribution n'est pas uniforme au Canada; absente des Prairies et des Maritimes, elle se rencontre principalement dans le sud de la Colombie-Britannique et de l'Ontario. Au Québec, elle est peu fréquente mais largement distribuée.
41. *Cerastium vulgatum* L.— Cette plante est commune lorsqu'A. Holmes la récolte à Montréal en 1821; D. N. Saint-Cyr la trouve à Mingan dès 1882; elle est maintenant ubiquiste dans le Québec habité. C'est sur les bords des routes, dans les champs cultivés et les pelouses que la Ceraiste vulgaire se rencontre le plus fréquemment. Au Québec, elle s'étend vers le nord au delà du 50° de latitude.



42. *Lychnis alba* Mill.— Cette espèce semble d'introduction assez récente; Burgess la récolte à London, Ont., en 1880 et Marie-Victorin à Oka, Cté de Deux-Montagnes, en 1912. Le *Lychnis* blanc est commun dans les pâturages, les champs cultivés et les bords de routes et il semble préférer les sols sablonneux. Cette entité, arrivée au Québec vers le tournant du présent siècle, s'y est établie rapidement; largement distribuée, elle se rencontre maintenant dans l'Abitibi-Témiscamingue, le Lac St-Jean et Scoggan (1950) la signale à Matane. Elle a donc déjà atteint l'isoline de 2,000 degrés-jours.
43. *Lychnis Flos-cuculi* L.— Provancher (1862) inclut dans sa « Flore Canadienne » cette plante introduite d'Europe et la dit cultivée dans les jardins. Hubbert (1867) affirme qu'elle est échappée de culture. Au Québec, elle est naturalisée au moins depuis 1914 comme l'atteste une récolte de Knowlton dans les Cantons de l'Est. C'est d'ailleurs dans cette région qu'elle a été récoltée le plus souvent. Un champ humide ou un fossé est l'habitat préféré de cette espèce persistante dans les régions où elle est connue. Certaines colonies prennent même une expansion assez considérable dans la région de Québec.
44. *Paronychia fastigiata* (Raf.) Fern.— Cette entité est indigène en Amérique du Nord mais introduite aux latitudes canadiennes. En 1962, elle fut récoltée dans une cour de chemin de fer à Val Royal, Cté de Jacques-Cartier, par G. et P.-H. Du Boulay (MTMG et DAO). Il semble que cette récolte est actuellement la seule connue pour le Canada.
45. *Saponaria officinalis* L.— Cette espèce fut introduite d'Europe comme plante ornementale et elle s'est rapidement échappée de culture. Nuttall (1818) et Provancher (1862) la disent abondamment naturalisée dans le voisinage des jardins. En 1871, B. J. Harrington la récolte à St-André d'Argenteuil. On la rencontre principalement le long des routes et dans les lieux vagues de même que dans les fossés et en bordure des voies ferrées. Selon Groh et Frankton (1948), sa distribution canadienne est principalement concentrée dans le sud de l'Ontario et du Québec. Elle est bien établie le long de l'Outaouais et du Saint-Laurent ainsi que dans les Cantons de l'Est. Elle devient cependant très rare au delà de l'isoline de 2,500 degrés-jours.
46. *Scleranthus annuus* L.— Nuttall (1818) affirme que cette plante est si abondamment naturalisée dans le nord-est de l'Amérique qu'on la croirait indigène. Hubbert (1867) la mentionne pour le Canada. Macoun (1883) la signale à Trois-Rivières où elle ne semble pas avoir été récoltée depuis ce temps. Marie-Victorin la récolte en 1914 à Cacouna, Cté de Rivière-du-Loup. Les sols sablonneux sont le choix par excellence de cette espèce qui se rencontre principalement dans Charlevoix sur la rive nord du St-Laurent et depuis Lévis jusqu'à Rimouski sur la rive sud.

Elle est sporadique mais persistante là où elle est bien établie. La distribution donnée par Marie-Victorin (1935) est encore vraie aujourd'hui.

47. *Scleranthus perennis* L.— Cette entité et la précédente se rencontrent toutes deux dans la région de Baie St-Paul, Cté de Charlevoix. La récolte 64-1143 de l'auteur a été distribuée sous *S. annuus* et revisée en 1966 par B. Boivin au *S. perennis*. Elle provient du Rang Pérou, à 2 milles au nord-est de Baie St-Paul. Il existe en effet à cet endroit une abondante colonie de cette espèce, le long d'un fossé sablonneux situé à proximité d'une ancienne école. Cette station nous a été indiquée par l'agronome J.-M. Morin qui la connaissait depuis 1962. La plante n'apparaît pas dans nos principales flores et semble inconnue ailleurs sur notre continent.

48. *Silene Cucubalus* Wibel — Fernald (1900) précise que cette espèce serait présente dans le Québec depuis l'époque du Régime français. Michaux (1803) la mentionne à Québec. En 1883, Macoun la récolte sur l'Île d'Anticosti et il écrit la même année qu'elle est très abondante dans toute la péninsule gaspésienne. Elle se rencontre dans tout le Québec habité. On la voit partout: dans les terrains vagues, les champs, les jardins, les pâturages de même que le long des routes. Montgomery (1957) signale que la Silène enflée est une véritable peste dans toutes les régions agricoles de l'Ontario. Il est possible, jusqu'à un certain point, que nos méthodes culturales favorisent l'implantation de cette plante vivace à racines profondes puisqu'elle est très rare dans les provinces des Prairies comme en fait foi Alex (1966, map 18).

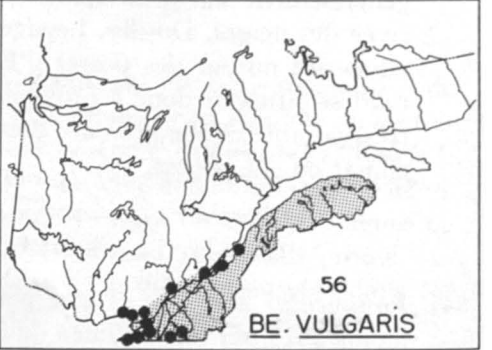
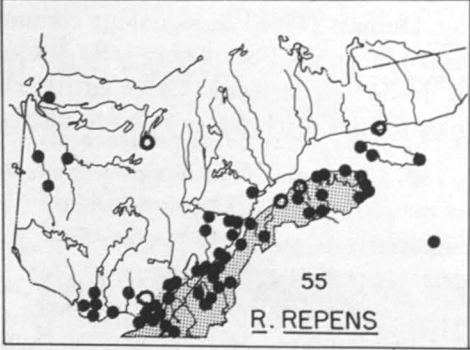
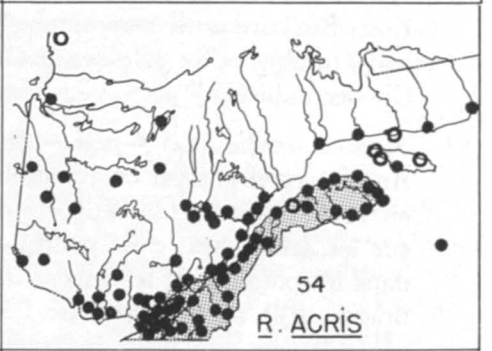
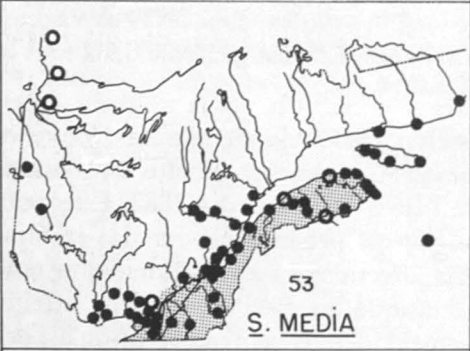
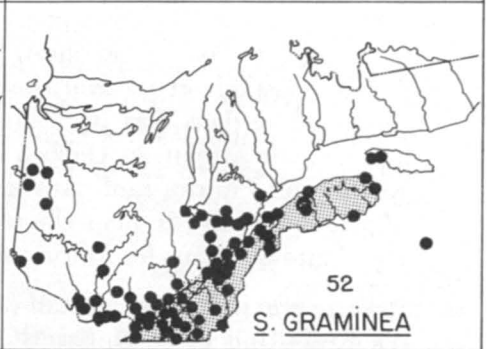
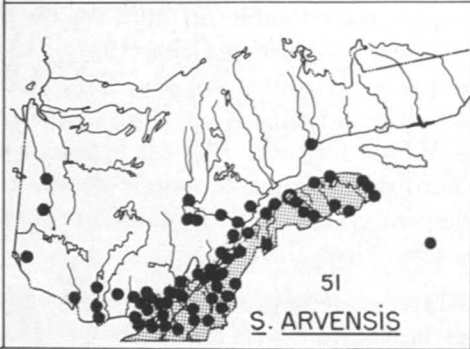
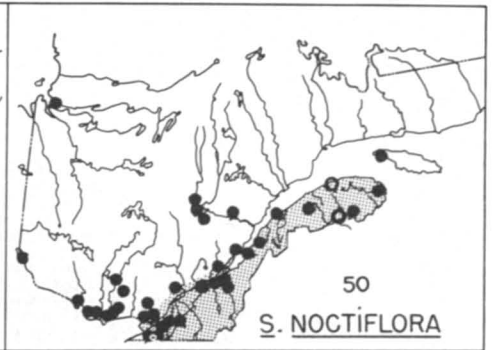
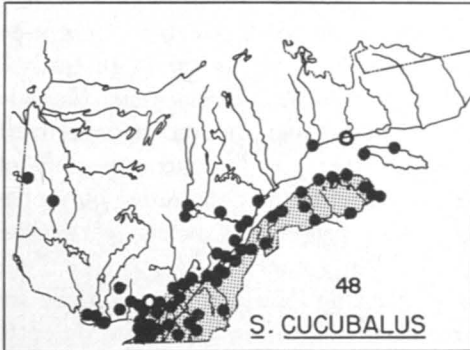
49. *Silene dichotoma* Ehrh.— Parlin (1904) signale la présence de cette entité à proximité d'une filature de laine à North Berwick, Maine, aux environs de 1894. Au Canada, Montgomery (1957) la mentionne à London, Ont., en 1908. En 1945 et 1946, M. Croisetière la récolte derrière l'église et sur un flanc de colline déboisée à Baie Shawinigan, Cté de St-Maurice (QFA). Nous ne croyons pas qu'elle ait été trouvée ailleurs dans le Québec.

50. *Silene noctiflora* L.— Cette plante est introduite en plusieurs endroits du Québec depuis le siècle dernier comme le prouvent les récoltes suivantes: Ascot (Sherbrooke) en 1850, St-André d'Argenteuil en 1871, Lac Témiscamingue en 1872, Bassin de Gaspé en 1882 et Lac St-Jean en 1888. La Silène noctiflore se rencontre aussi bien dans les terrains vagues ou les champs que le long des routes ou des voies ferrées. Elle produit un grand nombre de graines qui arrivent ici comme impuretés dans les graines de semences, au dire de Groh (1946). Rupert House et l'Île d'Anticosti semblent être les deux points les plus septentrionaux où elle ait été récoltée dans notre province.

51. *Spergula arvensis* L.— Pursh (1814) mentionne la présence de cette espèce de la Pensylvanie au New-Jersey. Hooker (1830) la signale dans les environs de Québec. En 1850, elle est récoltée à Ascot, Cté de Sherbrooke; dans la seconde moitié du siècle dernier, elle est aussi trouvée dans le Lac St-Jean, la région de Québec et le Bas St-Laurent. Macoun (1883) signale qu'elle est une mauvaise herbe très abondante dans toute la Gaspésie et sur la rive sud du St-Laurent. On la rencontre souvent sur les sols légers et pauvres en matière organique comme les bords des routes et les lieux vagues; elle est aussi présente dans les pâturages, les champs de céréales et les jardins. Montgomery (1957) écrit qu'elle est plus largement distribuée vers le nord de l'Ontario mais qu'elle est rare dans le sud. Malgré notre carte de distribution, la densité de cette plante nous est toujours apparue plus considérable au nord-est de la ville de Québec qu'au sud-ouest. D'ailleurs, au dire de Groh (1947), c'est dans la Gaspésie et les Maritimes que se rencontre son plus haut taux de fréquence dans l'est du Canada. Bien adaptée à un climat frais et humide, elle atteint au Québec le 50° de latitude. Elle est à peu près absente des Prairies sauf dans le nord de l'Alberta comme le démontre Alex (1966, Map 16), mais elle redevient en Colombie-Britannique aussi abondante que dans les Maritimes selon Groh (loc. cit.).
52. *Stellaria graminea* L.— Nuttall (1818) signale la présence de cette entité aux États-Unis et D.-N. Saint-Cyr la récolte à l'Île d'Orléans en 1883. Cette Stellaire est très commune le long des routes, dans les lieux vagues, les pâturages et les cultures de Graminées. Elle est générale dans tout le Québec habité.
53. *Stellaria media* (L.) Cyrill.— Josselyn (1672) la signale en Nouvelle-Angleterre et elle est commune lorsqu'A. Holmes la récolte à Montréal en 1821; Saint-Cyr la rapporte de l'Île d'Anticosti dès 1882. Elle croît sur les sols riches; c'est pourquoi elle est présente autour des étables, dans les potagers et les gazons. Elle affectionne les sols humides et ombragés. Elle se rencontre de l'Atlantique au Pacifique et elle atteint généralement son plein épanouissement depuis septembre jusqu'à l'arrivée des neiges. Dutilly, Lepage et Duman (1958) la signalent comme adventice autour des postes d'Eastmain et de Fort George. Sa limite nord se situerait donc à proximité du 54° de latitude. Cette entité est très variable et elle présente diverses formes écologiques selon le microclimat où elle pousse.

RANUNCULACEÆ

54. *Ranunculus acris* L.— Cette plante est connue à Montréal depuis au moins 1825 par un spécimen de l'Herbier de la Société d'Histoire Naturelle de Montréal. En 1882, elle avait atteint l'Île d'Anticosti et en 1915, Blanc Sablon. Elle se rencontre dans une grande variété d'habitats



terrestres mais elle affectionne plus particulièrement les pâturages plus ou moins dégradés, les sols mal drainés et les fossés. Groh (1947) effectue 840 investigations dans l'est de l'Ontario et le centre du Québec et il en conclut que son taux de fréquence s'élève à 87.8% comparativement à 73.4% pour *Taraxacum officinale*. La récolte mentionnée par Dutilly *et alii* (1958) autour du poste de Fort George semble être présentement la limite septentrionale de la Renoncule âcre au Québec. Stevens (1946) constate que cette entité, bien adaptée à notre climat frais et humide, ne peut s'établir dans le North Dakota, où le climat est chaud et sec.

55. *Ranunculus repens* L.— Holmes récolte cette espèce à Montréal dès 1821 et la dit commune dans la région; Hooker (1829) la signale à Québec. Elle se rencontre souvent dans les gazons, les fossés ombragés ou le long des rivières; il n'est cependant pas rare de la trouver sur les bords des routes, autour des fermes ou dans les jardins. Harper (1957) la considère comme une espèce pionnière capable d'envahir rapidement des habitats récemment colonisés. La récolte citée par Dutilly et Lepage (1948) à Rupert House semble être la limite septentrionale de cette entité générale dans le Québec.

BERBERIDACEÆ

56. *Berberis vulgaris* L.— Cette espèce fut introduite d'Europe comme plante ornementale et elle s'est très tôt échappée de culture autour des habitations. Hooker (1829) la signale pour le Canada et Provancher (1862) la dit naturalisée près des terrains cultivés. On la trouve dans les pâturages abandonnés, les cimetières ou les champs incultes. La campagne d'éradication contre cette entité apparaît fructueuse au Québec puisque les récoltes récentes sont rares. Montgomery (1957, Fig 7) en donne une carte de distribution pour le sud de l'Ontario. Dans notre province, en dehors de toute culture, elle semble confinée aux régions où le bilan radiatif annuel excède 23.5 kg cal.

PAPAVERACEÆ

57. *Chelidonium majus* L.— Dès 1821, Holmes récolte cette plante à Montréal le long d'une route. Brunet (1865) la mentionne à Trois-Rivières et sur le Chemin St-Louis à Québec. On la rencontre principalement à l'orée des bois, autour des habitations ou le long des routes. Elle est très commune dans le sud de l'Ontario, au dire de Montgomery (1957). Sa limite nord-est au Québec semble être La Pocatière, Cté de Kamouraska. Nous ne croyons pas que la Chélidoine puisse se naturaliser dans les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 23.5 kg cal.

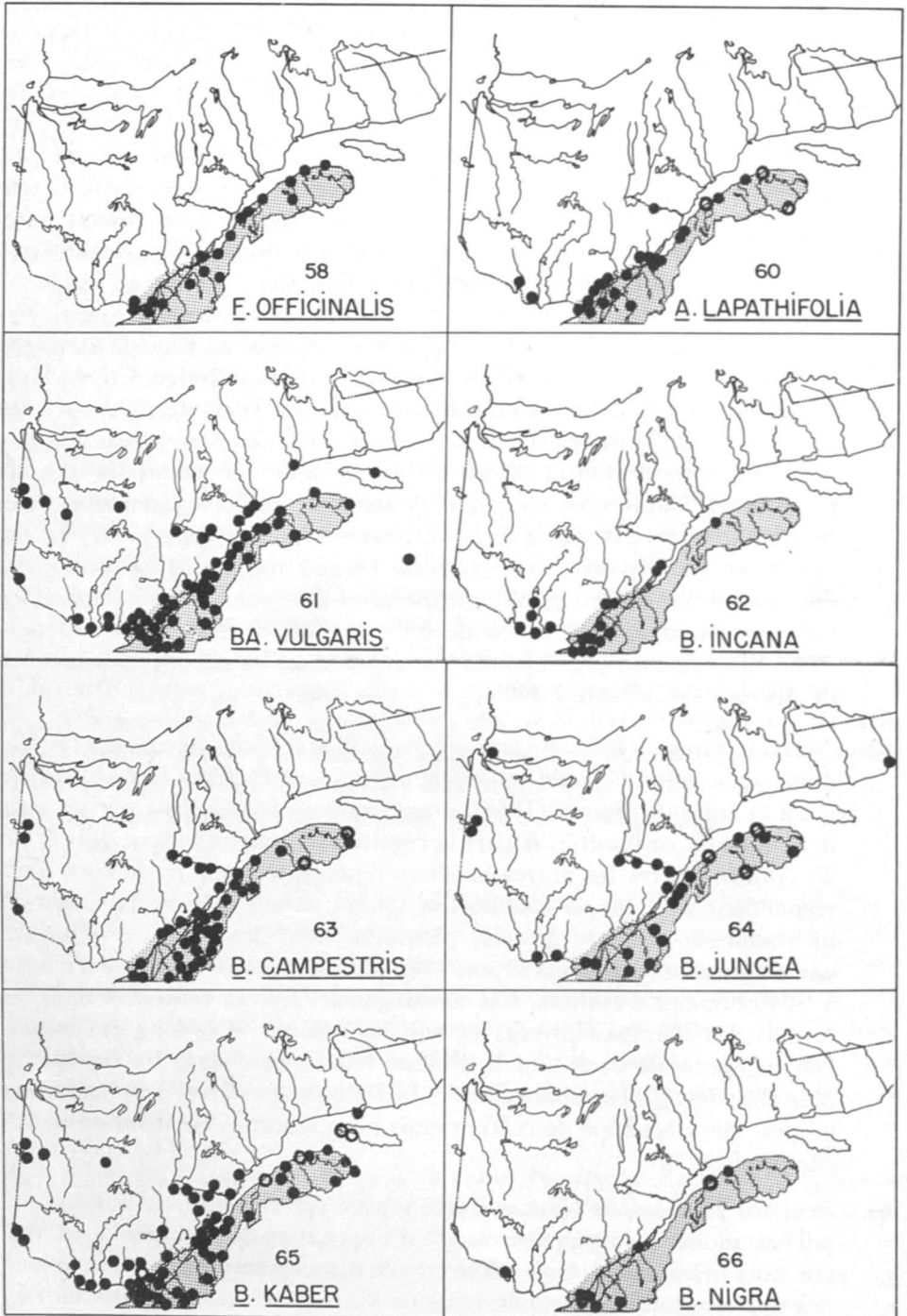
58. *Fumaria officinalis* L.— Pursh (1814) signale la présence de cette entité dans les champs cultivés depuis la Pensylvanie jusqu'à la Virginie; Brunet (1865) la mentionne à Québec près de l'Archevêché et Harrington la récolte à St-André d'Argenteuil en 1867. Elle croît dans les jardins négligés, les champs ou sur les ballasts de voies ferrées. Elle nous est probablement arrivée comme impureté dans le foin. Elle nous apparaît plus ou moins locale tant aux États-Unis qu'au Canada. Au Québec, elle semble maintenant confinée exclusivement à la rive sud du St-Laurent pour des raisons qu'il est impossible d'expliquer sinon que par le hasard; nous pouvons cependant affirmer qu'elle est bien adaptée à un climat frais et humide puisqu'elle est depuis plusieurs années envahissante dans un jardin à Ste-Anne-des-Monts, Cté de Gaspé-Nord.

CRUCIFERÆ

59. *Alliaria officinalis* Andrz.— Cette espèce est présente dans l'Ontario au moins depuis 1879 par une récolte de Fletcher à Toronto: en 1895, Mrs. Brodie la trouve à Québec. A Sillery, depuis plus de vingt ans, elle est abondante tant au sommet qu'au pied du Cap Blanc. Au premier endroit, elle croît dans les bois alors qu'au second, elle pousse sur le schiste de Sillery à proximité du Boul. Champlain. Elle fut aussi récoltée le long d'une route à Iberville; Raymond et Kucyniak (1948) signalent cette station mais nous ignorons si celle-ci existe encore aujourd'hui. Montgomery (1957) mentionne qu'elle est restreinte au sud de l'Ontario et qu'elle n'est commune que dans un seul comté. Au Québec, l'importante colonie de Sillery semble être la limite nord-est de cette entité qui apparaît restreinte aux régions où le nombre de degrés-jours excède 3,000.
60. *Armoracia lapathifolia* Gilib.— Cette espèce fut introduite d'Europe comme plante condimentaire. Au Québec, elle est naturalisée au moins depuis 1850 d'après une récolte en provenance d'Ascot, Cté de Sherbrooke. Brunet (1865) la signale à Québec. Échappée des jardins, elle s'établit dans les fossés où elle persiste; on la rencontre parfois le long des cours d'eau mais toujours dans des lieux humides. Sa distribution coïncide assez bien avec les régions du Québec habitées au cours du siècle dernier.
61. *Barbarea vulgaris* R. Br.— A. Holmes récolte la Barbarée vulgaire à Montréal dès 1821. Brunet (1865) précise qu'elle se vend sur le marché de Québec au printemps et qu'elle se mange en salade. Cette plante se rencontre dans les champs, les terrains incultes, les fossés ou le long des routes. Elle semble en voie d'expansion rapide dans toutes les régions agricoles de l'Ontario et du Québec. En effet, Montgomery (1957) affirme qu'elle était rare en Ontario vingt ans auparavant et Frankton

(1958) écrit qu'elle s'est répandue plus rapidement que toute autre mauvaise herbe dans cette province au cours des récentes années. Au Québec, les responsables de l'éradication des mauvaises herbes ont noté le même phénomène depuis une vingtaine d'années. Savile la récolte en 1949 et la dit introduite au Poste-de-la-Baleine; en 1948, Calder parle dans le même sens à propos d'un spécimen qu'il récolte au poste de Fort Chimo. Au nord du 50° de latitude, la situation apparaît quelque peu confuse par suite de la présence d'une espèce qui serait indigène et très voisine taxonomiquement de la Barbarée vulgaire. Montgomery (loc. cit., Fig. 9) donne une carte de distribution de cette entité pour l'Ontario où elle semble aussi générale que dans le Québec.

62. *Berteroa incana* (L.) DC.— Cette plante est connue au Canada au moins depuis 1893 par un spécimen en provenance de Wallbridge, Cté de Hastings, Ont. Au Québec, la plus ancienne récolte vient de St-Octave-de-Métis, Cté de Matane, et elle remonte à 1929; à noter qu'elle n'a pas été récoltée à cet endroit depuis cette date. Elle affectionne les terrains récemment bouleversés, les sols sablonneux et les bords des routes. Elle se rencontre de l'Atlantique au Pacifique. Montgomery (1957) la dit locale mais abondante dans plusieurs régions du sud de l'Ontario. Au Québec, elle est encore sporadique mais certaines colonies bien implantées sont persistantes; c'est le cas de celle de Baie St-Paul, connue depuis 1940. Elle apparaît présentement restreinte dans les régions où le nombre de degré-jours dépasse 2,500.
63. *Brassica campestris* L.— Dans un travail précédent (Rousseau, 1965), nous avons suivi Fernald (1950) en distinguant *B. Rapa* L. de *B. Napus* L.; à la suite de Boivin (1966), nous groupons ici ces deux entités sous le nom de *B. campestris*. A part la récolte du Témiscamingue qui est un *B. Napus*, toutes les autres localités représentées sur notre carte correspondent à *B. Rapa*. Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, mentionne la présence de cette plante en Nouvelle-Écosse. Au Québec, elle est présente au moins depuis 1908 par une récolte de Marie-Victorin à St-Ferdinand d'Halifax, Cté de Mégantic. Elle se rencontre dans les jardins, les champs cultivés, les terrains incultes et le long des routes. Elle est générale dans tout le Québec habité, sauf dans les régions les plus chaudes. Elle semble avoir été introduite et cultivée ici pour divers usages; elle s'échappe de culture mais nous ignorons combien de temps elle persiste.
64. *Brassica juncea* (L.) Coss.— Cette espèce est présente au Canada depuis au moins 1875 par une récolte d'Eaton, Cté de Sherbrooke, et versée dans l'Herbier McGill. On la trouve dans les terrains vagues, le long des routes ou des ballasts de voies ferrées et parfois autour des fermes. Elle est largement distribuée dans tout le Canada mais elle n'est jamais très abondante. Parmi les quatre *Brassica* étudiés ici, *B. juncea* est à la

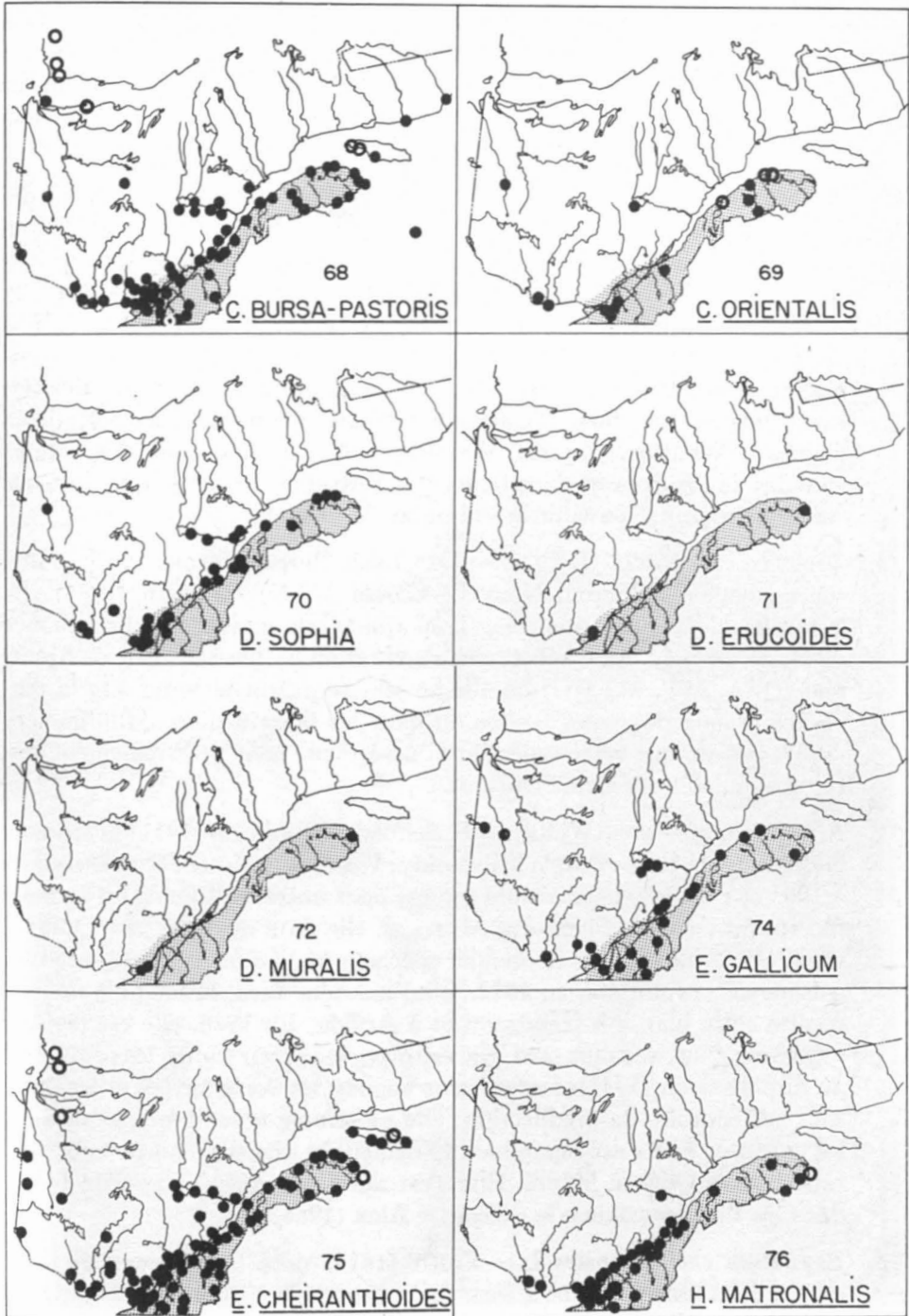


fois celui qui est le moins bien représenté dans le sud-ouest du Québec et celui qui se rencontre le plus au nord puisqu'il a déjà été récolté à Rupert House et Port Harrington. Il semble posséder une grande tolérance climatique car Gleason (1952) le mentionne jusqu'au Nouveau-Mexique. Il est sporadique au Québec et il apparaît nettement mieux acclimaté dans les régions où le bilan thermique annuel est inférieur à 23.5 kg cal. Il est plausible de croire que cette plante est peu persistante mais constamment réintroduite de diverses façons.

65. *Brassica Kaber* (DC.) L. C. Wheeler.— Au siècle dernier, cette entité était déjà largement distribuée au Québec comme en font foi les récoltes suivantes: en 1821, Holmes à Montréal où il la dit commune; en 1871, Reddy à Murray Bay; en 1872, Richardson au Lac Témiscamingue et en 1882, Saint-Cyr à Rivière Sheldrake, pour ne citer que ces quatre récoltes. Cette espèce croît dans les champs de grains et d'autres cultures de même que dans les terrains incultes ou fraîchement bouleversés et le long des ballasts de voies ferrées. Chaque plant produit en effet de nombreuses graines pouvant garder leurs propriétés germinatives pendant de nombreuses années. Cette plante, générale dans tout le Québec habité, demeure nuisible à l'agriculture dans tout le Canada et particulièrement dans les Prairies au dire de Frankton (1958). L'opinion de ce dernier est confirmée par Alex (1966, Map 26).
66. *Brassica nigra* (L.) Koch.— Brunet (1865) mentionne la présence de cette espèce dans des jardins et des lieux vagues du Québec où elle était déjà naturalisée. En 1905, Marie-Victorin la récolte à Longueuil et soixante ans plus tard, elle semble plus abondante sur les rivages du Saint-Laurent, à partir de l'Île-des-Sœurs jusqu'aux environs de Verchères, que partout ailleurs dans le Québec. Elle était autrefois cultivée pour divers usages et Marie-Victorin (1935) écrit qu'elle est naturalisée partout. Cette assertion nous paraît aujourd'hui fort exagérée probablement parce que cette entité n'est maintenant plus cultivée. Il est douteux qu'elle persiste bien longtemps dans les régions où le nombre de degrés-jours est inférieur à 3,000.
67. *Bunias orientalis* L.— Au Canada, les récoltes de cette plante sont très rares; en 1927, W. B. Anderson la récolte en Colombie-Britannique et C. A. Weatherby fait de même au Nouveau-Brunswick en 1944. Au Québec, elle n'a été trouvée que trois fois: en 1943, par Marie-Victorin et Rolland-Germain dans un terrain vague de Pointe-aux-Trembles (MT); en 1944, par E. Rouleau le long d'un chemin à Côte-de-Liesse (MT) et enfin en 1945, par Hanson à Grosse Île, Cté de Montmagny (DAO). A ce dernier endroit, il est bien spécifié par l'herborisateur qu'il n'y avait qu'un seul plant.
68. *Capsella Bursa-pastoris* (L.) Medic.— Cette espèce est probablement l'une des plus ubiquistes sur toute notre planète. Josselyn (1672) la

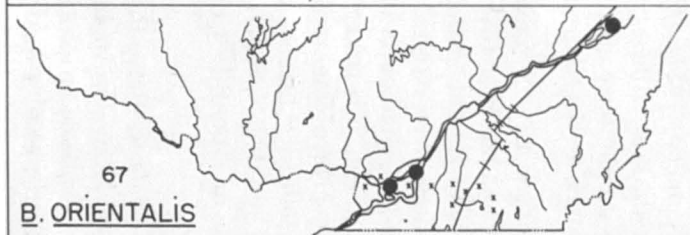
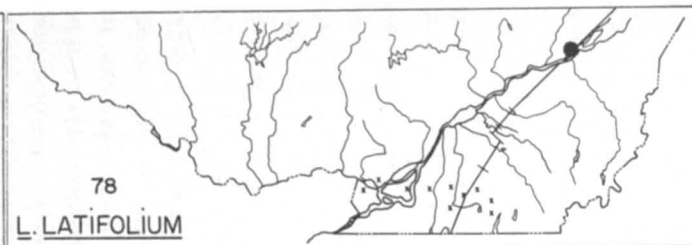
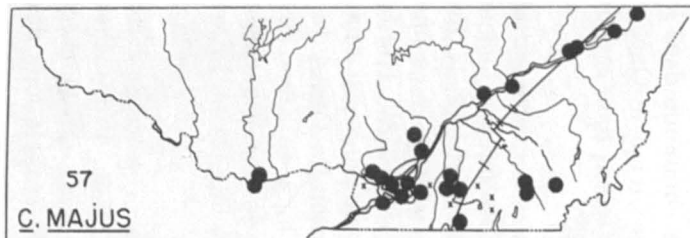
mentionne pour la Nouvelle-Angleterre en ces termes: "*plants as have sprung up since the English planted and kept cattle there*". En 1821, elle est commune lorsqu'Andrew Holmes la récolte à Montréal. En 1865, elle est trouvée à St-Augustin sur la Côte-Nord et la même année, Brunet la signale sur l'Île d'Anticosti. On la rencontre partout dans les champs, les lieux incultes, autour des habitations, en-dessous des galeries, le long des routes, des trottoirs ou des ballasts de voies ferrées. Elle fleurit et fructifie du début du printemps à la fin de l'automne. Les exigences de cette entité semblent minimales aussi bien en ce qui concerne la lumière, le sol et le climat. Voilà pourquoi Dutilly *et alii* (1958) la signalent comme adventice autour de tous les postes de la Baie James. Elle dépasse le 55° de latitude nord puisqu'elle a déjà été récoltée au Poste-de-la-Baleine, situé sur la Baie d'Hudson.

69. *Conringia orientalis* (L.) Dum.— J. Fowler récolte cette plante à Bass River, Nouveau-Brunswick, dès 1872. Dans notre province, les premières récoltes proviennent de Longueuil en 1906 et Hull en 1908. Les voies ferrées, les champs cultivés et parfois les lieux vagues sont les habitats où cette espèce a été récoltée dans l'Est. Dans l'Ouest, elle est beaucoup plus fréquente comme l'atteste Alex (1966, Map 29) et elle agit comme mauvaise herbe dans les champs de céréales. Il semble bien qu'elle nous arrive occasionnellement des Prairies par les chemins de fer comme impureté dans les grains de céréales. Au Québec, elle est sporadique et ne paraît pas persister puisqu'aucune des récoltes vues dans les herbiers n'est postérieure à 1957. Bonnier (1912) mentionne qu'elle apparaît parfois dans une localité pour disparaître ensuite. Elle est originaire de l'Eurasie et le climat humide de l'est canadien, de la France et de la Suisse ne semble pas lui convenir.
70. *Descurainia Sophia* (L.) Webb — En 1821, A. Holmes récolte cette entité à Montréal et la dit commune; en 1882, Macoun la trouve à Rivière-Madeleine, Cté de Gaspé-Nord. Au Québec, elle se rencontre le long des routes et des voies ferrées aussi bien que dans les cours de ferme et les lieux vagues. Dans les Prairies, Alex (1966, Map 30) la présente comme très envahissante dans les champs de céréales. Elle est générale dans le Québec habité mais demeure relativement sporadique; elle ne se présente jamais sous forme d'abondantes colonies. Montgomery (1957) fait le même commentaire pour l'Ontario. Elle est originaire des hauts plateaux de l'Eurasie et nous paraît de ce fait mieux adaptée au climat sec des Prairies qu'au climat humide des provinces de l'Est.
71. *Diploaxis erucoïdes* (L.) DC.— Cette plante n'a été trouvée que deux fois au Québec; en 1904, Fernald *et alii* la récoltent sur un ballast près d'un entrepôt à York, Cté de Gaspé-Nord, (MT), et en 1961, J. St-Pierre fait de même le long du Boul. Henri Bourassa à Ville-Laval (QFA).



Fernald (1950) ne mentionne que la récolte de la Gaspésie et ceci pour toute l'aire couverte par le Gray's Manual. Brown (1880) la signale sur un ballast dans la ville de New-York et à Camden, New-Jersey; ces deux stations nous paraissent être les mêmes que celles citées par Gleason (1952). Il ne semble pas y avoir d'autre récolte connue en provenance des États-Unis puisque la mention de Standley (1921) pour le Montana a été soustraite par Blake (1953).

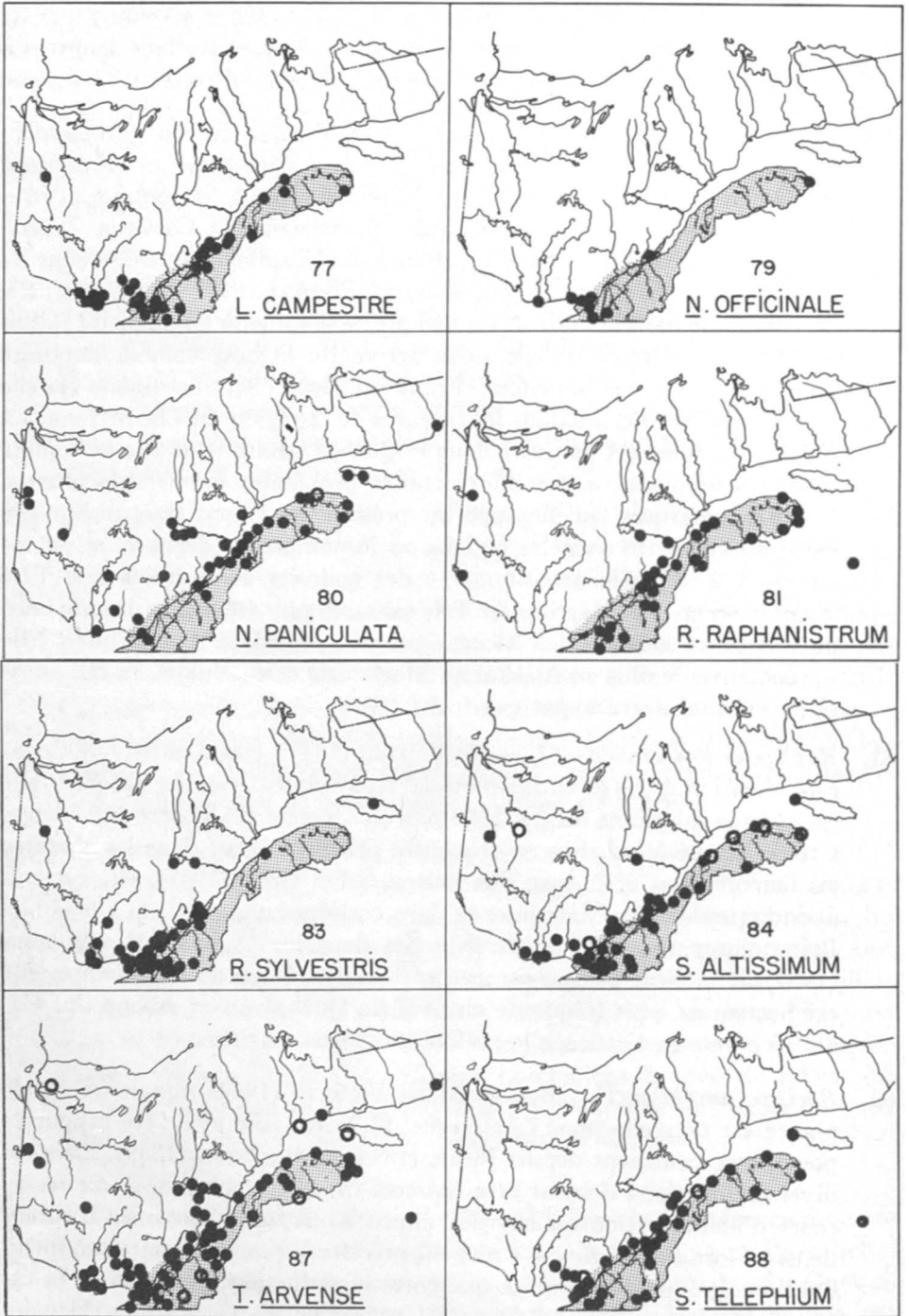
72. *Diplotaxis muralis* (L.) DC.— Cette espèce est connue au Canada depuis au moins 1883 par des récoltes de Macoun à North Sydney et Pictou, Nouvelle-Écosse (CAN). Dans les deux cas, elle se trouvait sur des ballasts. Au Québec, elle a été récoltée au moins trois fois; en 1904, par Fernald *et alii* au même endroit que l'espèce précédente (MT); en 1927, à Outremont (MT) et en 1964, à Lachine (QFA). Dans la région de Montréal et en Ontario, elle a été trouvée le long des routes ou dans des terrains vagues. En 1964, elle nous est apparue commune dans les lieux vagues à Windsor, Ontario. Bonnier (1912) la note dans des régions chaudes de l'Europe et dans le nord de l'Afrique. Nous doutons fort que cette entité puisse envahir le sud-ouest du Québec.
73. *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.— Dès 1883, Burgess récolte cette plante sur un ballast à Pictou, Nouvelle-Écosse (CAN); Macoun (1886) cite la récolte ci-haut mentionnée et il en ajoute une nouvelle en provenance de North Sydney. Au Québec, elle n'a été trouvée que dans l'Île de Montréal (QFA, MT, MTMG) où elle ne semble pas persistante. On la rencontre le long des voies ferrées ou dans les lieux vagues. Montgomery (1957) précise que cette espèce et la précédente sont principalement restreintes au sud-ouest de l'Ontario.
74. *Erucastrum gallicum* (Willd.) O. E. Schulz — Robinson (1911) mentionne la présence de cette entité à Milwaukee, Wisconsin. Cette récolte remonte à 1903 et c'est la plus ancienne connue pour notre continent. La seconde récolte provient de Sherborn, Mass., et elle date de 1910. Au Canada, Groh (1933) mentionne le premier spécimen qu'il avait lui-même récolté à Emerson, Manitoba, en 1922. Cinq ans plus tard, le même botaniste récolte cette plante à Kénogami et à Arvida. En 1928, elle est trouvée à Québec. Onze ans plus tard, elle est rapportée pour toutes les provinces, au dire de Groh (1941). Les terrains vagues, les voies ferrées et les ports sont ses endroits de prédilection; elle ne semble cependant pas envahir les cultures. Elle s'est répandue rapidement et elle est maintenant générale dans le Québec habité. Elle s'est aussi propagée en peu de temps dans les Prairies comme le démontre Alex (1966, Map 28).
75. *Erysimum cheiranthoides* L.— Pursh (1814) note la présence de cette espèce dans les champs et le long des routes de la Virginie. H. H. Lyman la récolte à Montréal en 1877; elle devait être au Québec bien avant cette date puisqu'Hooker (1830) la signale à travers tout le Canada.



- On la trouve partout dans les jardins, les cultures et les lieux vagues aussi bien que le long des routes, des voies ferrées ou des rivages. Elle est générale dans le Québec sauf peut-être sur la Côte-Nord. Elle est très tolérante vis-à-vis les conditions du milieu puisqu'au dire de Mulligan (1965), elle se rencontre depuis le sud de l'Amérique du Nord jusqu'au 65° de latitude nord dans l'Arctique. Au Québec, Dutilly *et alii* (1958) la mentionnent sur la Baie James jusqu'à Vieux Comptoir qui semble être présentement la limite septentrionale de cette entité.
76. *Hesperis matronalis* L.— Provancher (1862) signale la présence de cette plante à Château-Richer, Cté de Montmorency, et la dit naturalisée dans le voisinage des jardins. Elle croît aussi le long des routes et parfois dans les sous-bois ou les clairières; elle pousse très bien sur des sols pauvres en matière organique comme les schistes ou les terrains sablonneux. Elle est particulièrement commune dans la vallée du St-Laurent et elle ne semble pas se rencontrer dans des régions plus récemment habitées comme l'Abitibi et le Lac St-Jean.
77. *Lepidium campestre* (L.) R. Br.— Cette espèce est connue dans notre pays au moins depuis 1870 par une récolte de J. M. Buchan à Hamilton, Ont. Au Québec, Macoun la trouve à Wakefield, Cté de Gatineau, en 1903. Elle se rencontre dans les terrains vagues, les vergers et les champs sablonneux, de même que le long des routes et des ballasts de voies ferrées. Mulligan (1961, Fig. 12) en donne une carte de distribution pour le Canada. Montgomery (1957) affirme qu'elle est très commune dans le sud-ouest de l'Ontario. Elle est largement distribuée dans le Québec habité, mais il est douteux qu'elle persiste bien longtemps dans les régions où le nombre de degrés-jours est inférieur à 2,500.
78. *Lepidium latifolium* L.— Il n'existe que deux colonies de cette entité dans tout le Canada. Heureusement, puisqu'elle possède une longue racine pivotante et atteint facilement une hauteur de quatre pieds. En 1934, Marie-Anselme la récolte à Québec, plus précisément dans une cour de triage du Canadien National (QFA). En 1940, K. W. Hill la trouve à Lethbridge, Alberta, sur un sol irrigué et quelque peu salin (DAO). Elle est présentement commune dans un champ du Centre Industriel de la ville de Québec, plus exactement le long de l'Ave. St-Sacrement non loin de la voie ferrée. Dans le nord-est de l'Amérique, elle n'est rapportée que pour le Connecticut, le Massachusetts et l'État de New-York.
79. *Nasturtium officinale* R. Br.— Pursh (1814) signale la présence de cette plante depuis la Nouvelle-Angleterre jusqu'à la Virginie. Provancher (1862) la dit naturalisée en plusieurs endroits du Canada. Au Québec, Sœur Ste-Amélie la récolte à Montréal en 1890. Elle croît le long des ruisseaux tranquilles, dans les fossés et les étangs. Elle aurait été introduite volontairement par nos ancêtres qui s'en seraient servi comme

salade. Montgomery (1957) mentionne qu'elle est commune dans le sud de l'Ontario. Elle est presque exclusivement présente au sud-ouest du Lac St-Pierre et il nous paraît douteux qu'elle persiste bien longtemps dans les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 25 kg cal.

80. *Neslia paniculata* (L.) Desv.— En 1885, Macoun récolte cette espèce le long d'un ballast de voies ferrées à Silver City dans les Rocheuses. Au Québec, entre 1903 et 1905, elle est récoltée à St-Jérôme (Terrebonne), Montmorency, Cap à l'aigle (Charlevoix) et Carleton (Bonaventure). Les voies ferrées et les champs de Graminées cultivées sont les endroits où on la trouve le plus souvent. Frankton (1958) précise qu'elle est commune dans l'Ouest. Il est logique de se rallier à l'opinion de Dalbis (1921) et d'affirmer qu'elle nous arrive de l'Ouest comme impureté dans les grains de semences. Frankton (loc. cit.) mentionne qu'elle cause de graves dégâts dans les cultures de la région du Lac St-Jean. La Neslie paniculée est générale dans le Québec habité mais elle ne semble pas présentement causer d'importants problèmes à nos agriculteurs. Il est à remarquer qu'elle apparaît préférer un climat frais puisqu'elle est plus fréquente dans les régions où le nombre de degré-jours est inférieur à 2,500; elle atteint même des endroits aussi froids que l'île d'Anticosti et Port Harrington. Elle est aussi plus fréquente dans le nord de la Saskatchewan et de l'Alberta que dans le sud de ces provinces. Elle se rencontre de plus en Alaska, au Mackenzie et au Yukon, ce qui pourrait confirmer notre hypothèse.
81. *Raphanus Raphanistrum* L.— Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, mentionne cette entité pour la Nouvelle-Écosse. Au Québec, elle est connue au moins depuis 1883 par une récolte de Rivière-Madeleine, Cté de Gaspé-Nord. Elle se rencontre principalement dans les champs, les lieux vagues et le long des routes. Selon Groh (1947), elle est très abondante dans les Maritimes et dans certaines régions de la Colombie-Britannique mais elle ne persiste pas dans les Prairies. Montgomery (1957) ne la croit pas persistante en Ontario. Dans notre province, elle est nettement plus fréquente en aval de Québec qu'en amont. Au Canada comme en France, elle préfère un climat maritime.
82. *Rorippa amphibia* (L.) Bess.— Marie-Victorin (1930) signale que cette plante est nouvelle pour l'Amérique du Nord. Elle avait été rapportée pour notre continent depuis Pursh (1814) et Barnston (1859), mais ces diverses mentions doivent être écartées car elles sont basées sur des erreurs d'identification ou sur des imprécisions de synonymie. L'auteur de la « Flore Laurentienne » ne peut préciser à quand remonte son introduction. Il émet l'hypothèse que cette introduction appartient à la catégorie du *Butomus umbellatus*, c'est-à-dire des plantes dont les rhizomes ont été vraisemblablement jetés dans l'eau douce du port de Montréal par des navires de provenance européenne. Elle croît dans les lieux ma-



récegeux et en eau peu profonde; on la rencontre cependant exclusivement le long du St-Laurent sauf pour une récolte faite le long du Richelieu à St-Ours. Au moment de la publication des travaux de Marie-Victorin, cette espèce était connue de Montréal au Lac St-Pierre. Aujourd'hui, on peut étendre sa limite nord-est légèrement en aval de Québec. Si l'on associe son introduction à celle du Butome, on devrait conclure qu'elle a probablement atteint sa limite nord-est face à l'eau salée qu'elle pourrait difficilement tolérer. Elle semble inconnue ailleurs au Canada.

83. *Rorippa sylvestris* (L.) Bess.— Groh et Frankton (1948) précisent que Nuttall (1818) signale la présence de cette entité sur un rivage graveleux de la Rivière Delaware à Kensington, Philadelphie. Nuttall (loc. cit.) avait employé le nom de *Sisymbrium vulgare* Pers. Au Canada, elle est connue au moins depuis 1897 par une récolte en provenance de Ball's Mills, Cté de Lincoln, Ontario. Ce spécimen est mentionné par Groh (1936) et l'auteur l'a lui-même vérifié. Au Québec, elle fut trouvée à Kingsmere, Cté de Gatineau, en 1922. Elle croît le long de rivages ou de trottoirs de même que dans les lieux vagues et les pépinières. En effet, L. Cinq-Mars (verbatim) l'a observée dans un grand nombre de pépinières et Groh (1936) écrit à ce sujet: "*From our records, it is sufficiently shown that the movement of nursery stock has played a prominent part in establishing new colonies of this weed, both from within our borders, and from abroad . . . The infestation most recently brought to our attention, in a nursery in the neighbourhood of Halifax, N.S., is attributed to nursery stock imported from Belgium*". Il explique l'introduction de cette plante dans les pépinières de la façon suivante: "*Not only are the root organs perennial, but they are extensively creeping, slender and crisp, breaking up into small pieces difficult of removal from the soil, and each scattered fragment capable of budding profusely*". Montgomery (1957) la dit générale dans le sud de l'Ontario. Au Québec, le même commentaire s'applique pour les régions où le bilan radiatif annuel est supérieur à 23.5 kg cal. Elle est introduite aussi au nord qu'à l'Ile d'Anticosti, mais il est douteux qu'elle ait longtemps persisté à cette latitude.
84. *Sisymbrium altissimum* L.— En 1885, Macoun récolte cette espèce le long d'une ligne de chemin de fer dans les Rocheuses. En 1903, le même botaniste la trouve à East Templeton, Cté de Hull. D'introduction relativement récente, elle s'est propagée très rapidement à travers tout le Canada comme le démontre Lindsay (1954, Map 6). Dès son arrivée en Amérique, elle s'est dispersée de la même façon et aussi vite que *Salsola Kali*, var. *tenuifolia*. La Sisymbre élevée, très commune dans les champs de céréales de l'Ouest, se rencontre dans l'Est principalement le long des voies ferrées et dans les lieux vagues, en bordure des routes ou parfois dans les ports. Elle est générale dans tout le Québec habité et pénètre ici

comme impureté dans les grains de semences en provenance des Prairies. Dès 1919, elle était introduite sur l'Ile d'Anticosti.

85. *Sisymbrium Læselii* L.— Cette plante a été trouvée dans la région de Boston en 1883; ce spécimen est cité par Knowlton et Deane (1916). Au Canada, elle est connue au moins depuis 1929 par une récolte de Stoney Beach, Sask.; il nous a en effet été possible de vérifier ce spécimen mentionné par Groh (1933). Au Québec, elle a été récoltée à quatre endroits, tous dans l'est de la ville de Montréal. La plus ancienne récolte remonte à 1943; elle est de Rolland-Germain et vient d'un champ de manœuvres de l'Armée (MT); la plus récente date de 1964 et elle fut trouvée par l'auteur dans un terrain vague au coin de la rue Sherbrooke et du Boul. l'Assomption. En Ontario, Montgomery (1957) ne signale que deux récoltes faites à dix-neuf ans d'intervalle. Cette entité ne semble pas être connue ailleurs dans l'est du Canada. Mulligan (1965, Fig. 5) la considère comme une mauvaise herbe propre aux Prairies.
86. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.— B. Billings (1862) note cette espèce à Prescott, Ont., et la dit commune. Brunet (1865) la signale à Montréal. Fletcher (1884) la mentionne comme une mauvaise herbe agressive dans la région d'Ottawa. On la trouve le long des routes ou des trottoirs dans les villes et dans divers lieux incultes; elle se rencontre parfois autour des fermes ou dans les jardins. Scoggan (1950) la mentionne dans un potager de Gaspé mais il ne nous a pas été possible de voir ce spécimen dans les herbiers visités. En Ontario, Montgomery (1957) précise que la plupart des récoltes proviennent du sud de cette province. Au Québec, elle est confinée aux régions où le bilan radiatif annuel excède 23.5 kg cal.
87. *Thlaspi arvense* L.— En 1821, A. Holmes récolte cette plante à Montréal et la dit commune. Groh (1944) mentionne qu'elle a été récoltée autour d'une habitation de l'Ile d'Anticosti dès 1865 et en 1882, D.-N. Saint-Cyr la ramène de Rivière Sheldrake, Cté de Duplessis. Dans l'Est, elle croît dans les lieux vagues, le long des routes ou des ballasts de voies ferrées, de même qu'autour des habitations et dans les cultures. Elle est très commune dans tout le Canada comme le démontre Mulligan (1965, Fig. 1). Ce dernier la considère très tolérante vis-à-vis les conditions du milieu puisqu'elle se rencontre depuis la Floride jusqu'au 65° degré de latitude dans l'Arctique. Au Canada, son maximum de densité est atteint dans les cultures des Prairies selon les données de Groh (loc. cit.) et la carte d'Alex (1966, Map 21). Elle est générale dans tout le Québec habité et a déjà été trouvée à Rupert House et Port Harrington.

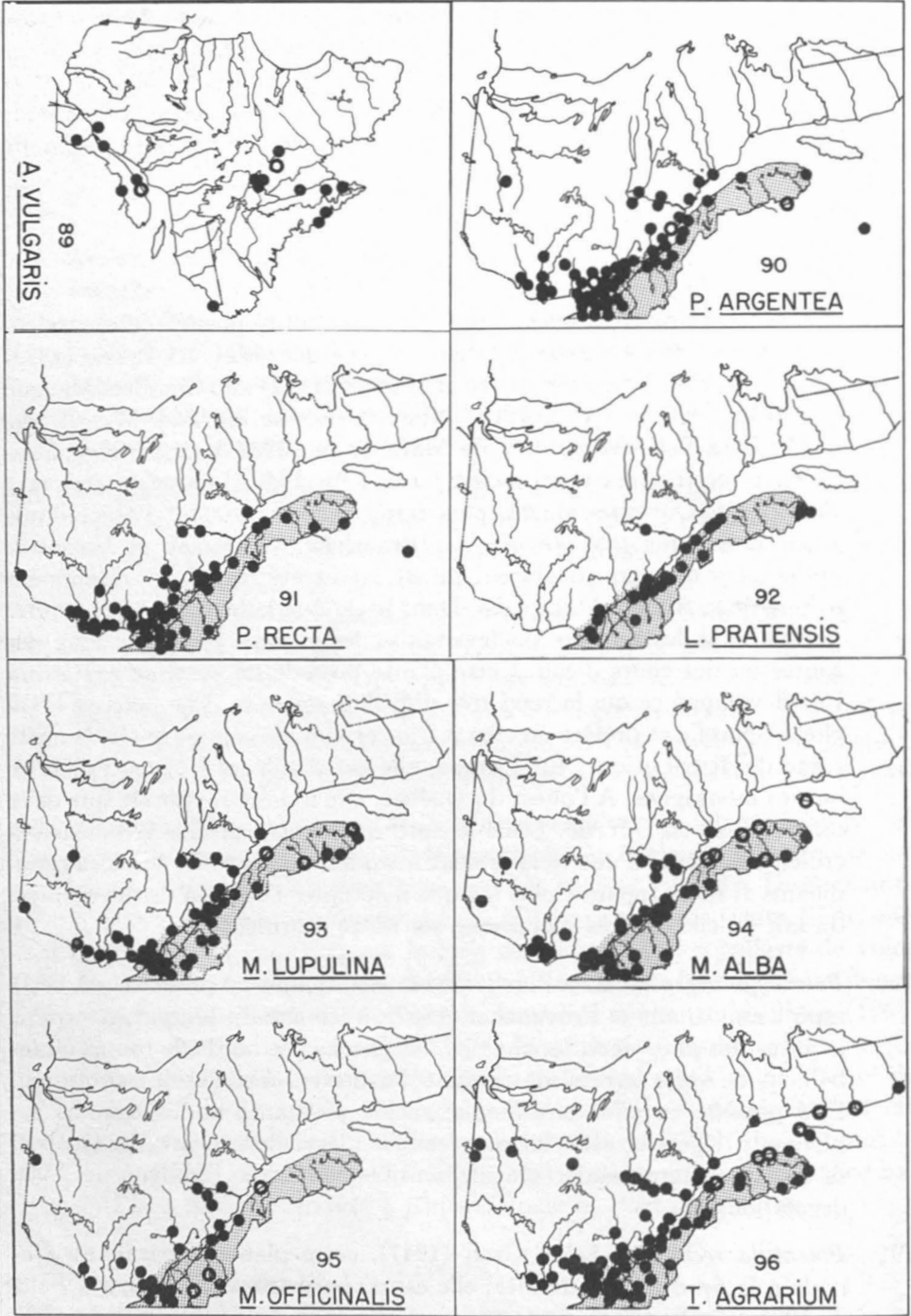
CRASSULACEÆ

88. *Sedum Telephium* L.— Provancher (1862) inclut cette espèce dans sa « Flore Canadienne » parmi les plantes cultivées. En 1871, B. N. Wales la récolte à St-André d'Argenteuil et Macoun, en 1888, la trouve sur

l'île d'Anticosti. Depuis plus d'un siècle, elle s'échappe de culture autour des habitations, le long des routes et parfois dans les lieux vagues. Dans le Bas-St-Laurent et la Gaspésie, on la verra parfois sur les grèves. Elle se rencontre depuis Nominigüe, dans la vallée du St-Laurent et les Cantons de l'Est jusqu'en Gaspésie. Elle semble cependant absente dans l'Abitibi et le Témiscamingue, le long de l'Outaouais, autour du Lac St-Jean et sur la Côte-Nord.

ROSACEÆ

89. *Alchemilla vulgaris* L. sensu amplo.— Cette entité possède plusieurs variétés que certains auteurs traitent au rang d'espèces. La Pylaie (1825) signale sa présence à Terre-neuve et Hooker (1832) au Labrador. Macoun (1883) la mentionne à Lucyfield, Nouvelle-Écosse, en 1864; Mrs. Brodie la récolte à Petit Métis, Cté de Matane, en 1898. A Cap-Rouge, l'auteur l'a récoltée dans un ancien jardin. En 1940, Lepage la trouve à Matapédia. Quelques années plus tard, cette station fut l'objet d'une étude écologique très poussée par Bradshaw, Dansereau et Valentine (1964); ces derniers conclurent qu'elle avait été introduite récemment le long de la Rivière Matapédia. Dans le Québec habité, elle se rencontre parfois dans les terrains bouleversés et les gazons, parfois le long des routes ou des cours d'eau. Cette plante possède un système souterrain fort développé ce qui la rend très difficile à détruire. Elle persiste là où elle est établie et préfère un climat frais et humide comme le révèle notre carte de distribution. En Europe, elle est d'ailleurs fréquente dans les hautes montagnes. A l'ouest du Québec, elle n'a été rapportée que deux ou trois fois en Ontario. Dans le nord québécois, certains botanistes la croient indigène, d'autres la croient introduite dans toute son aire canadienne. Il nous apparaît plus logique d'accepter l'opinion de ces derniers du fait qu'elle est très sporadique sur notre continent.
90. *Potentilla argentea* L.— Pursh (1814) mentionne la présence de cette espèce au Canada et Provancher (1862), à Rivière-du-Loup. Les terrains incultes, les pâturages, les champs, les gazons, les bords de routes ou les ballasts de voies ferrées sont autant d'endroits où elle croît à profusion. Elle possède en effet une longue racine pivotante et les terrains sablonneux, légers et secs, lui conviennent merveilleusement. Au Québec, sa limite septentrionale coïncide sensiblement avec l'isoline de 2,000 degrés-jours.
91. *Potentilla recta* L.— Selon Groh (1947), cette plante apparaît au Canada à la fin du siècle dernier; elle est d'abord trouvée à Niagara Falls en 1887 et à Wingham, Ont., trois ans plus tard. Elle fut introduite près de Waterloo, Ont., avant 1900 et elle s'est propagée dans cette région comme une conflagration au dire du même auteur. Au Québec, entre



1918 et 1921, elle est récoltée à Rougemont (Rouville), Aylmer (Hull) et Wakefield (Gatineau). On la rencontre dans les mêmes habitats que l'espèce précédente et ceci pour les mêmes raisons. De plus, même si elle n'a été signalée au Québec que soixante ans plus tard, sa distribution et sa limite septentrionale ressemblent étrangement à l'espèce précédente.

LEGUMINOSÆ

92. *Lathyrus pratensis* L.— Groh (1947), citant la liste de Buchan, mentionne la présence de cette entité vers 1870 à Hamilton, Ont., et la dit échappée de culture. Le même auteur signale une récolte faite en 1896 dans le nord du Nouveau-Brunswick. Marie-Victorin (1913) écrit: « *On ne l'avait pas encore signalée dans le Québec. Nous la trouvons localement abondante à la Rivière-du-Loup, sur les bords du chemin de Saint-Modeste* ». Il nous a été possible de vérifier l'authenticité de cette première récolte pour le Québec. Cette plante se rencontre dans les champs, les jardins, le long des routes ou des ballasts de voies ferrées. Elle s'éloigne peu du voisinage des habitations. Elle croît généralement en colonies isolées particulièrement sur la rive sud du Saint-Laurent depuis Nicolet jusqu'à Rimouski. La Gesse de prés, bien adaptée au climat québécois, s'introduit peut-être comme impureté dans les grains de semences.
93. *Medicago lupulina* L.— Dès 1792, Michaux récolte cette espèce à La Malbaie, Cté de Charlevoix, au dire de Brunet (1863); en 1821, Holmes fait de même à Montréal. On la rencontre dans les champs et les lieux vagues de même que le long des routes et des voies ferrées. Dale *et alii* (1965) affirment qu'elle préfère les sols de texture fine, relativement pauvres en matière organique, où le drainage est plus ou moins bon et le pH varie de 6.5 à 7.8. Elle produit un très grand nombre de graines et plusieurs auteurs affirment qu'elle est très souvent présente comme impureté dans les grains de semences, ce qui pourrait expliquer sa présence dans tout le Québec habité, où elle atteint les environs du 49° de latitude nord.
94. *Melilotus alba* Desr.— Boucher (1664) mentionne la présence du Mélilot. Nous n'avons cependant pas vu ses récoltes et nous ignorons quelle espèce il désigne sous ce nom. Groh et Frankton (1948) affirment que cette plante fut introduite en Amérique vers le milieu du dix-huitième siècle. En 1867, B. J. Harrington la récolte à St-André d'Argenteuil. On la rencontre fréquemment le long des routes et des ballasts de voies ferrées de même que dans les lieux vagues où elle est très envahissante. Elle évite les sols acides au dire de Hartwig (1953). Elle était jadis employée comme plante fourragère mais elle n'est maintenant pratiquement plus cultivée à cette fin. Elle est très prolifique et continue de nous envahir comme impureté dans les semences. Elle est générale dans tout le

Québec habité et l'Île d'Anticosti nous paraît être sa limite septentrionale dans notre province.

95. *Melilotus officinalis* (L.) Lam.— Nuttall (1818) mentionne la présence de cette entité en Amérique du Nord et Hooker (1831) la signale à Montréal et à Québec. Les commentaires de Boucher (loc. cit.) et Hartwig (loc. cit.) de même que les nôtres s'appliquant aussi bien à cette espèce qu'à la précédente à laquelle nous référons notre lecteur. Dans notre province, le Mélilot jaune est cependant plus rare que le Mélilot blanc et moins largement distribué vers l'est. En effet, il atteint tout au plus le 68° de longitude ouest alors que le précédent se rencontre jusqu'au 64°.
96. *Trifolium agrarium* L.— Michaux (1803) mentionne la présence de cette espèce en Pensylvanie. Provancher (1862) écrit qu'il ne l'a jamais vue dans le Bas-Canada. En 1883, Saint-Cyr la récolte à Québec et Schmitt (1904) la signale à l'Île d'Anticosti. Elle se rencontre dans les champs, les pâturages, les lieux vagues de même que le long des routes et des voies ferrées. Elle tolère les terrains acides et pauvres en matière organique. Elle est très générale dans le Québec et a déjà été trouvée au delà du 50° de latitude nord, plus précisément dans la région de Port Harrington. En 1965, L. Cinq-Mars et l'auteur l'ont eux-mêmes récoltée à Moisie, Cté de Duplessis. Ce Trèfle se rend beaucoup plus au nord que les deux espèces suivantes. Le climat maritime joue peut-être un rôle dans sa distribution. D'après l'étude de Groh et Frankton (1948), il atteint son maximum de fréquence dans les Maritimes, il est présent en Colombie-Britannique et apparemment absent depuis l'ouest du Manitoba jusqu'en Alberta inclusivement.
97. *Trifolium arvense* L.— Pursh (1814) signale la présence de cette plante depuis le Canada jusqu'à la Virginie. Hooker (1831) mentionne des récoltes de Mrs. Percival et Mrs. Sheppard (dans les environs de Québec). Macoun (1882), citant Thomas (circa 1860), la dit commune à Rivière-du-Loup. Elle se rencontre principalement dans les sols sablonneux et secs de même que le long des routes où elle forme des plates-bandes serrées. On la trouve parfois le long des voies ferrées. Dans notre province, elle se présente sous la forme de colonies isolées çà et là depuis le 45° de latitude nord jusque dans les comtés de Charlevoix et Kamouraska.
98. *Trifolium procumbens* L.— Pursh (1814) mentionne cette entité tout comme le *T. agrarium* depuis la Pensylvanie jusqu'à la Virginie. Au Canada, il n'est pas possible de se fier à l'ancienne littérature puisque tous les auteurs l'ont plus ou moins confondue avec le *T. agrarium*. Au Québec, le *T. procumbens* fut récolté à Montréal en 1892 et à Cap à l'Aigle, Cté de Charlevoix, en 1905. Il croît dans les champs et les lieux vagues ainsi que le long des routes et des voies ferrées. Il affectionne les terrains sablonneux et secs. Il semble absent de l'Abitibi-Témiscamingue et de la Côte-Nord, car tous les spécimens que nous avons vus

venant de ces régions étaient des *T. agrarium*. Il atteint cependant le Lac St-Jean et la partie méridionale de la péninsule gaspésienne, mais il demeure plus rare et moins largement distribué que le Trèfle agraire.

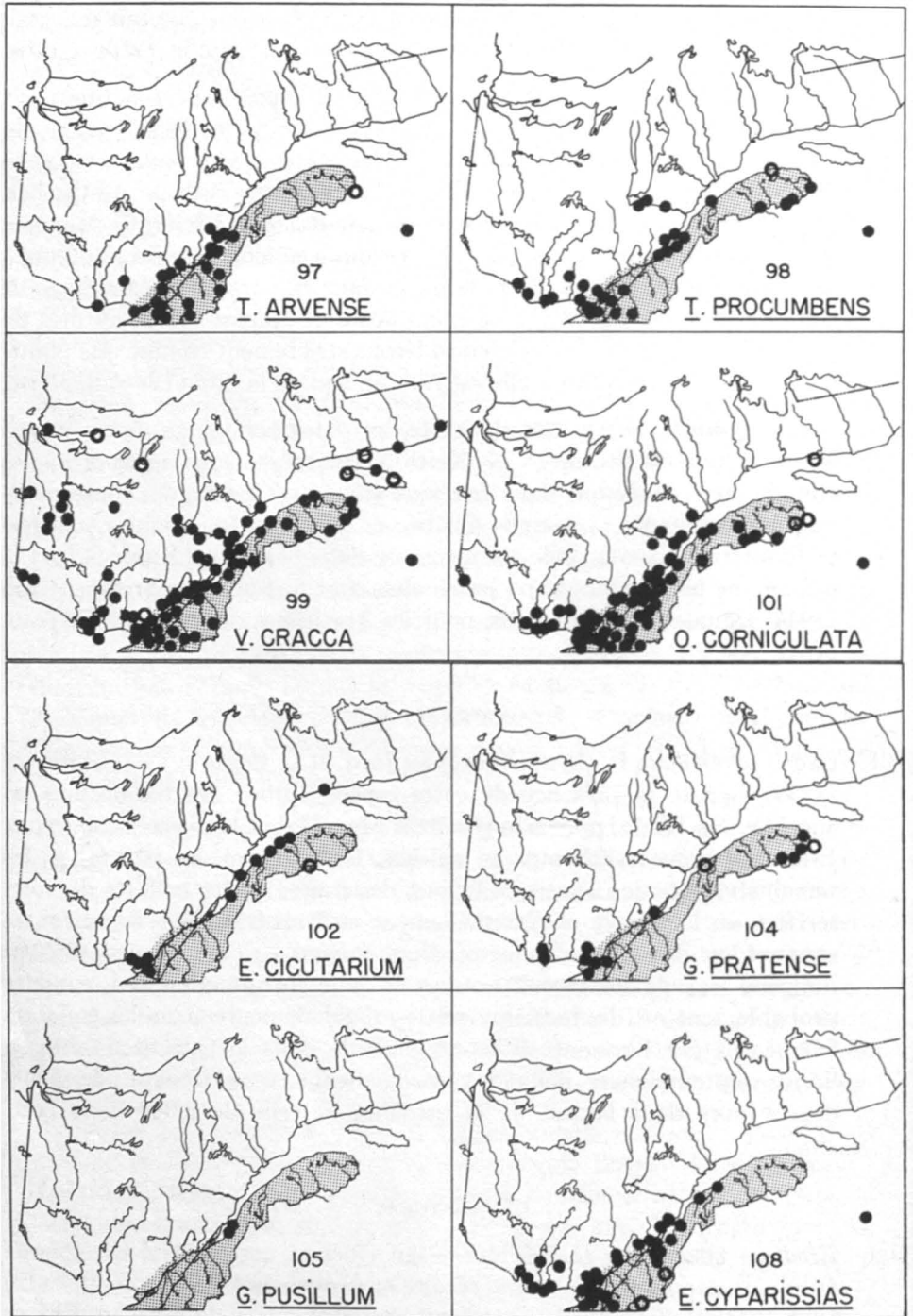
99. *Vicia Cracca* L.— Dès 1820, Holmes récolte cette espèce à Montréal. On la rencontre principalement dans les champs, les lieux vagues, les terrains cultivés de même que le long des routes et des ballasts de voies ferrées. Elle affectionne les terrains sablonneux et graveleux. Au Québec, elle est très largement distribuée et atteignait déjà la Rivière St-Augustin (en dehors de notre carte) en 1915, ce qui a amené plusieurs auteurs à affirmer, à tort, qu'elle était indigène dans la partie septentrionale de son aire. Elle est introduite jusqu'au poste de Rupert House au delà du 51° de latitude nord. Nous la considérons strictement comme une plante des régions froides puisqu'elle est rare au sud de la Nouvelle-Angleterre.
100. *Vicia sepium* L.— Au Canada, cette entité est connue au moins depuis 1893 par une récolte de D. N. Keith à Montréal. Dans notre province, elle n'a été trouvée que dans des lieux vagues ou le long des routes. Elle semble persistante autour de Québec et Lévis où les colonies sont cependant très éparses. Elle est inconnue dans l'Ouest et Soper (1949) la mentionne pour l'Ontario où les récoltes sont fort peu nombreuses. Groh (1944) signale quatre localités pour les Maritimes dont deux à St-Jean, N.-B.

OXALIDACEÆ

101. *Oxalis corniculata* L. (Syn. *O. europæa* Jord. et *O. stricta* L.) — Gronovius (1739) signale la présence de cette espèce autour des habitations en Virginie. En 1821, Holmes la récolte à Montréal et la dit très commune. Elle croît dans les champs en culture, les potagers, les pâturages, les terrains vagues de même que le long des routes et des ballasts de voies ferrées; on la trouve occasionnellement en sous-bois. Elle se rencontre souvent sur des sols sablonneux. Nous voyons en cette plante, réputée indigène par de nombreux botanistes, une introduction qui remonte probablement au dix-huitième siècle et qui demeure dans les habitats fréquentés par l'homme. Elle est générale dans le Québec habité; sa limite septentrionale coïncide sensiblement avec l'isoligne de 2,500 degrés-jours dans l'ouest de la province et celle de 2,000 dans l'est.

GERANIACEÆ

102. *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér.— Au Québec, cette entité est connue au moins depuis 1874 par une récolte en provenance de Longueuil. Entre 1886-1911, R. Campbell la récolte à Ste-Flavie, Cté de Matane. Elle se rencontre à proximité des jardins ou des parterres, d'où elle s'est peut-être échappée, dans les potagers et les lieux vagues de même qu'au niveau



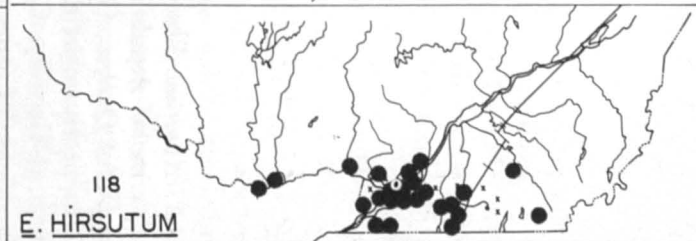
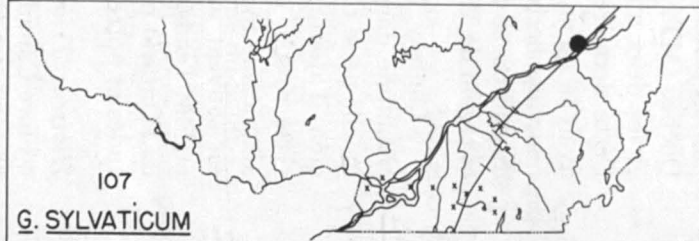
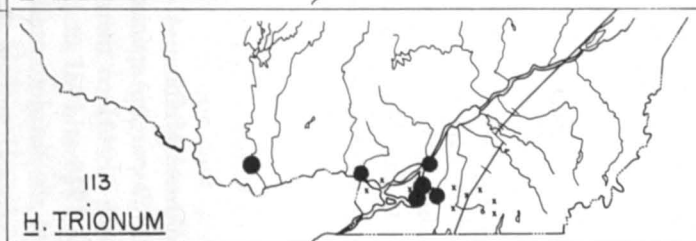
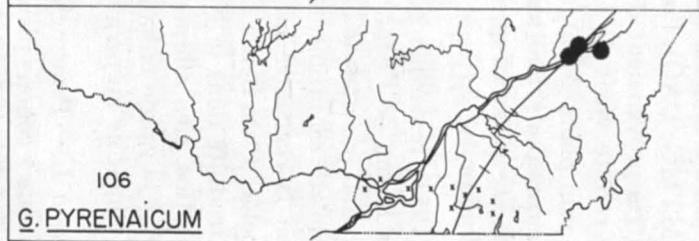
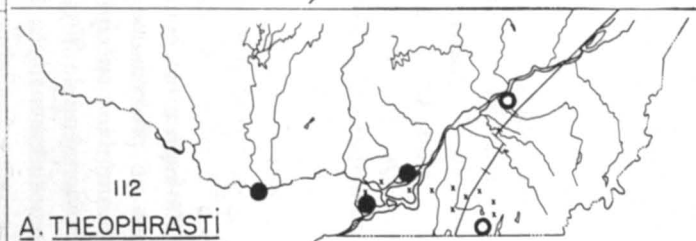
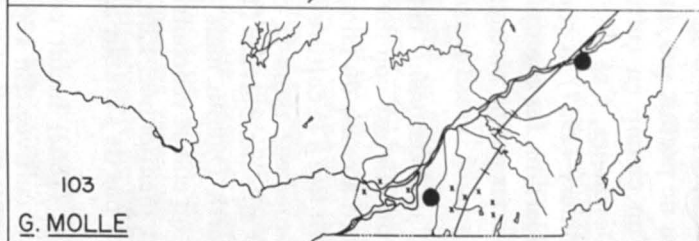
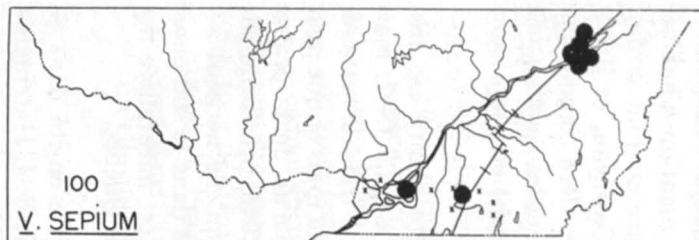
de la zone exondée du fleuve dans la région du Bas Saint-Laurent. C'est dans cette dernière région qu'elle a été le plus souvent récoltée. Elle est sporadique mais persistante dans le Bas-du-fleuve comme l'atteste une récolte de L. Cinq-Mars à Sacré-Cœur, Cté de Rimouski, en 1964.

103. *Geranium molle* L.— Macoun (1883) affirme que cette plante est très commune dans la région de Victoria, Colombie-Britannique. Au Québec, elle n'a été récoltée que deux fois; d'abord en 1952, au bord d'un champ de Trèfle à St-Luc, Cté de St-Jean, par L. Cinq-Mars et M. Raymond (Cinq-Mars) et en 1954, dans un terrain inculte à proximité du Collège de Lévis par J. Cayouette (QUE).
104. *Geranium pratense* L.— Provancher (1862) inclut cette espèce dans sa « Flore Canadienne » comme plante cultivée. Fowler (1878) la dit échappée de culture près de St-Jean, N.-B. En 1895, Mrs. Brodie la récolte à Québec (Cove fields). Elle s'échappe de culture depuis au moins 1896 dans la région de Montréal et 1902 dans la Baie des Chaleurs. On la trouve dans le voisinage des jardins, les anciens cimetières, les champs, le long des routes et des chemins de fer de même que sur quelques rivages de la Gaspésie. Elle est sporadique dans le Québec et nous ignorons si elle se rencontre encore aux endroits mentionnés sur notre carte.
105. *Geranium pusillum* L.— Au Canada, cette entité est connue au moins depuis 1864 par une récolte de M. J. Buchan en provenance de Hamilton, Ont. Montgomery (1957) la mentionne comme une mauvaise herbe très commune dans les gazons du sud-ouest de cette province. Au Québec, elle n'a été trouvée que deux fois; d'abord en 1942, L. Cinq-Mars la récolte dans un terrain vague à La Pocatière, Cté de Kamouraska; nous avons vérifié dans l'Herbier Cinq-Mars, l'authenticité de cette mention de Lepage et Cinq-Mars (1946). En 1945, H. A. C. Jackson la trouve dans un lieu ouvert et sec du comté de l'Islet (DAO).
106. *Geranium pyrenaicum* Burm. f.— Cette plante est apparue dans l'est du Canada au cours des années 1930. Le Père Louis-Marie la récolte en 1934 à Québec, plus précisément au pied des Remparts (QFA). Trois ans plus tard, N. Chabot fait de même à St-Michel, Cté de Bellechasse (QUE). En 1945 et 1951, elle fut trouvée le long de la route de l'Anse-au-Foulon, au pied de la falaise, par L. Cinq-Mars et R. Cayouette (Cinq-Mars et QUE). La plus récente récolte date de 1961 (QFS: A. Gagnon, Sillery, no. 6792). Elle avait également été récoltée en 1933 au Lake Dow dans la ville d'Ottawa (DAO). Il semble bien que ce sont là les seuls spécimens connus pour le Canada et nous ne croyons pas que cette espèce ait persisté aux endroits ci-haut mentionnés.
107. *Geranium sylvaticum* L.— En 1952, l'abbé A. Gagnon récolte cette entité à Ste-Foy, banlieue de Québec. Ce spécimen provient d'un ancien parterre ombragé, propriété des Pères des Missions Étrangères (QFS).

En 1962, nous avons personnellement constaté qu'elle était devenue envahissante à l'arrière de cette propriété. Cet endroit semble présentement le seul où elle soit connue au Canada et peut-être dans l'Amérique du Nord.

EUPHORBIACEÆ

108. *Euphorbia Cyparissias* L.— Moore et Lindsay (1953) font remonter l'introduction de cette espèce sur notre continent au milieu du siècle dernier. Gray (1867) la dit naturalisée en Nouvelle-Angleterre et Hubbert (1867) la mentionne comme échappée de culture autour des habitations. En 1889, Saint-Cyr la récolte à Cap-Saint-Ignace, Cté de Montmagny. Elle croît principalement à proximité des cimetières et le long des routes. On la trouvera occasionnellement dans de vieux pâturages ou le long des rivages du Saint-Laurent. Les sols secs, sablonneux ou graveleux lui conviennent très bien. Moore et Lindsay (loc. cit., Fig. 1) et Lindsay (1951) donnent des cartes de distribution pour tout le Canada et pour l'est du pays. Elle est bien établie au Québec où elle forme des colonies parfois très considérables; elle se rencontre particulièrement dans les endroits habités, situés le long de l'Outaouais et du Saint-Laurent jusque dans le comté de Rimouski.
109. *Euphorbia Esula* L.— Britton (1921) affirme que cette plante fut introduite d'Europe et récoltée à Newbury, Massachusetts, aussi tôt que 1827. Au Canada, Hubbert (1867) la mentionne dans son Catalogue. En 1889, elle est trouvée à Bayfield, Cté de Huron, Ont. Au Québec, elle n'a été récoltée qu'au début des années 1940. Depuis ce temps, on l'a notée dans une dizaine de localités: le long des routes, dans de vieux pâturages et dans des champs de céréales. Elle est bien naturalisée dans un terrain vague à proximité d'un ancien quai à Lévis et ceci depuis au-delà de 20 ans. En 1961, P. Masson la trouve à Notre-Dame-du-Lac, Cté de Témiscouata. Elle est beaucoup plus commune dans l'ouest du pays comme le démontre Alex (1966, Map. 52). En Ontario, Montgomery (1957) affirme qu'elle devient rapidement une mauvaise herbe encombrante et qu'elle envahit les champs cultivés. Dans notre province, elle a possiblement été introduite comme impureté dans les graines de semences et lorsqu'elle est bien établie, son système souterrain la rend très persistante. Nos conditions climatiques sont probablement peu favorables à son expansion mais, d'introduction récente chez nous, elle demeure à surveiller.
110. *Euphorbia Helioscopia* L.— Dès 1821, Holmes récolte cette espèce à Montréal et la dit commune. Thomas (circa 1860) la trouve à Rivière-du-Loup et fait le même commentaire. Elle croît le long des routes, dans les lieux vagues, les jardins, les champs et les pâturages. Elle affectionne les sols secs, sablonneux ou graveleux. On la rencontre dans tout le Québec habité sauf en Abitibi et sur la Côte-Nord.



CALLITRICHACEÆ

111. *Callitriche stagnalis* Scop.— Cette entité, dans le nord-est de l'Amérique, est introduite au New-Jersey au moins depuis 1891, au dire de Fassett (1951). Ce dernier en donne une carte de distribution pour le Nouveau Monde. Il existe au moins quatre récoltes de cette plante dans notre province, toutes localisées dans la région immédiate de Québec; la plus ancienne est de Fernald en 1931 à l'Anse St-Vallier, Cté de Bellechasse (MT). Les trois autres stations ont été découvertes en 1963 par le personnel de l'Herbier (QFA): St-Jean, Ile d'Orléans; fossé le long de la route des Prêtres; L. Cinq-Mars, R. Van den Hende, C. Rousseau *et alii*; No. 63-1014: Cap-Rouge, Cté de Québec; grève du fleuve; L. Cinq-Mars; 63-1456 et dans la même municipalité; fossé près de la gare; C. Rousseau; 63-1525. Elle était très abondante dans les trois stations ci-haut mentionnées.

MALVACEÆ

112. *Abutilon Theophrasti* Medic.— Cette espèce est connue au Canada au moins depuis 1867 par un spécimen en provenance de Belleville, Ont. Au Québec, Groh (1944) en mentionne deux spécimens; ils datent respectivement de 1916 et 1931 et proviennent de Sutton, Cté de Brome, et Gentilly, Cté de Nicolet; malheureusement, ces deux récoltes n'ont pas été conservées. Des trois spécimens que nous avons vus pour le Québec (MT, MTMG, DAO), l'un ne portait pas de mention d'habitat et les deux autres provenaient d'un champ en culture et d'un jardin. Cette dernière récolte vient de Deschênes, Cté de Gatineau, et il n'y avait là qu'un seul plant. Montgomery (1957) la considère comme une mauvaise herbe commune dans les jardins, les champs et les lieux vagues du sud-ouest de l'Ontario, ce que nous avons récemment constaté dans la région de Windsor.

Lindsay (1953) remarque qu'au Wisconsin, cette plante est très commune dans le sud de l'État, où elle est connue depuis 1887, mais qu'elle ne se répand pas dans le nord à cause du climat frais de cette région; il ajoute qu'elle est intimement liée à la culture du maïs et que pour cette raison, on la rencontre uniquement dans la partie de la prairie américaine appelée "Corn Belt". D'ailleurs, Stevens (1946) précise qu'elle est souvent introduite dans le North Dakota mais qu'elle ne peut s'y établir. Lindsay (loc. cit.) affirme qu'elle se rencontre dans le sud-ouest de l'Ontario pour la raison ci-haut mentionnée. Elle est naturalisée des Indes et notre climat ne lui permet pas de s'établir au Québec.

113. *Hibiscus Trionum* L.— Provancher (1862) inclut cette entité dans sa « Flore Canadienne » comme plante cultivée. En 1867, B. J. Harrington la récolte dans la région de St-André d'Argenteuil. Elle se rencontre à proximité des jardins ou dans les lieux vagues. Montgomery (1957) écrit

qu'elle est une mauvaise herbe fréquente dans les jardins et les cultures des comtés situés près du Lac Érié, ce que nous avons récemment constaté à Windsor. Nous n'en connaissons cependant que huit récoltes pour le Québec et la plus récente remonte à 1966. Elle est introduite du sud de l'Europe et ne persiste pas sous notre climat.

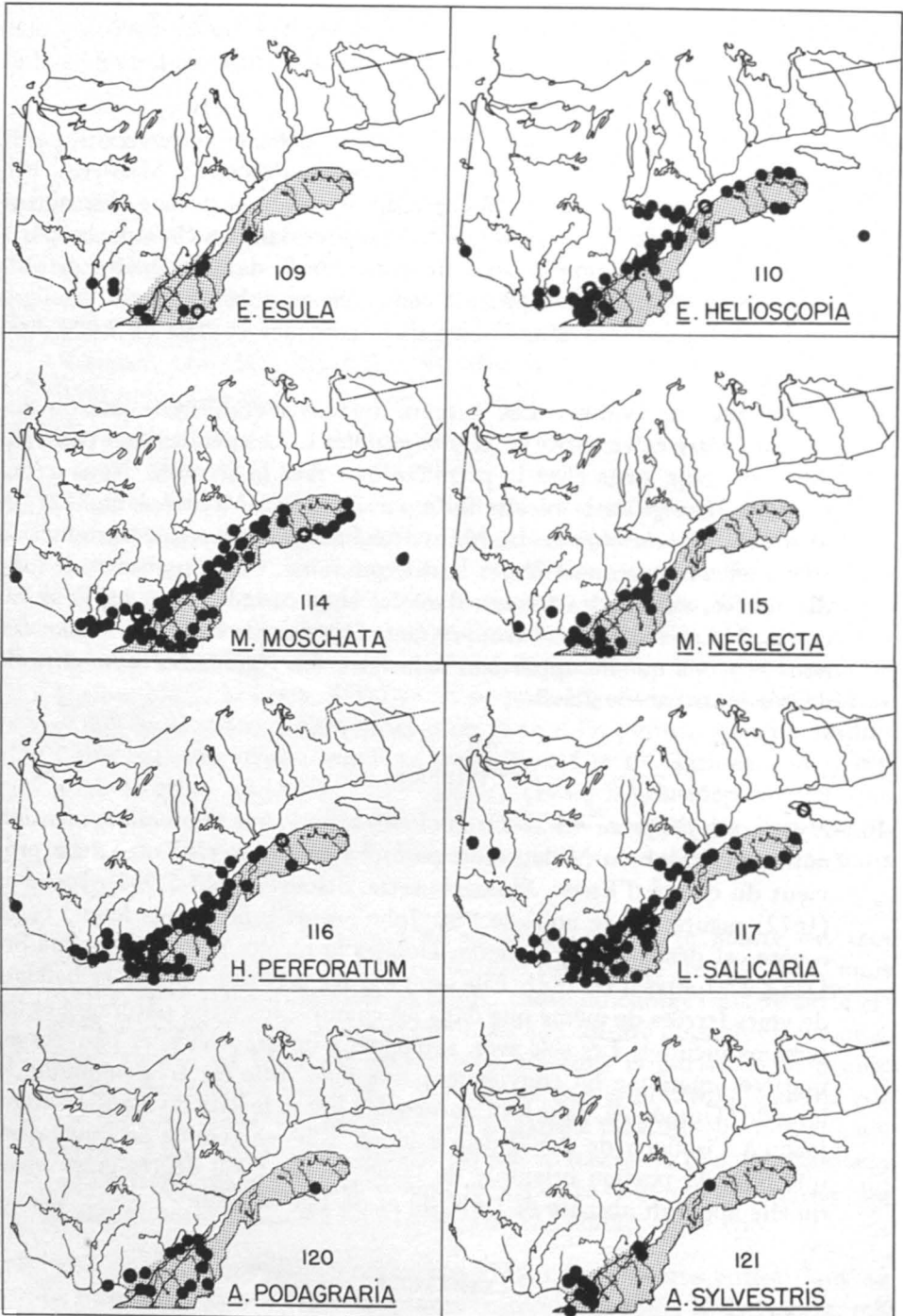
114. *Malva moschata* L.— Provancher (1862) mentionne cette espèce parmi les plantes cultivées. En 1874, H. H. Lyman la récolte à Montréal. Elle est échappée de culture et maintenant naturalisée le long des routes, sur le bord des fossés, à proximité des jardins, dans les champs, les pâturages et les lieux vagues. Largement distribuée dans le Québec habité, sa limite septentrionale apparaît coïncider sensiblement avec l'isoligne de 2,500 degrés-jours dans l'ouest de la province et celle de 2,000 dans l'est.
115. *Malva neglecta* Wallr.— Les auteurs anciens n'établissent pas de distinction entre cette entité et *M. rotundifolia* L. Les pétales sont pourtant deux fois plus longs chez la première que chez la seconde. Nous avons révisé à *M. neglecta* la récolte faite par Holmes à Montréal, en 1821, et identifiée *M. rotundifolia*. La Mauve négligée est certes une introduction très ancienne puisque Holmes la dit commune. On la rencontre le long des routes, autour des fermes, dans les champs cultivés et les lieux incultes. Même si elle a été trouvée deux fois dans le comté de Rimouski, nous croyons qu'elle appartient à la flore des régions où le nombre de degrés-jours excède 2,500.

GUTTIFERÆ

116. *Hypericum perforatum* L.— Groh (1946) signale que la première mention nord-américaine du Millepertuis perforé remonte à 1785 et qu'elle provient du comté d'Essex, Massachusetts. Selon Fernald (1905), Josselyn (1672) mentionne le nom de "St. John's-wort", nom sous lequel cette espèce est désignée. Au Canada, Holmes la récolte le long de la rue St-Denis à Montréal en 1821. Elle croît sur les bords de routes, les ballasts de voies ferrées de même que dans les champs, les vieux pâturages et les terrains incultes. Les sols secs, sablonneux ou graveleux, et pauvres en matière organique lui conviennent très bien. Elle est très commune le long de l'Outaouais, dans les Cantons de l'Est et le long du Saint-Laurent jusqu'à l'isoligne de 2,500 degrés-jours. Elle ne semble se rencontrer que dans la portion orientale de l'isoligne de 2,000 degrés-jours puisqu'elle apparaît absente de l'Abitibi et du Lac St-Jean.

LYTHRACEÆ

117. *Lythrum Salicaria* L.— Hooker (1832) mentionne la présence de cette plante dans le Haut-Canada. Brunet (1865) la signale à la Station de la



Quarantaine (Grosse Ile, Cté de Montmagny) et la dit introduite par les émigrés. En 1883, Saint-Cyr la récolte à l'Ile d'Orléans. On la rencontre dans la zone intercotidale du St-Laurent, de même que dans les fossés et les champs mal drainés. Elle est parfois véhiculée par le chemin de fer; ce fut le cas des deux récoltes de l'Abitibi. Marie-Victorin et Meilleur (1939) établissaient sa limite orientale à l'Ile aux Grues. Cette limite n'est maintenant plus valable comme le démontre notre carte de distribution. Notre climat frais lui convient très bien puisqu'en 1964, la Salicaire était récoltée à Godbout, Cté de Saguenay. Elle atteint le 49° de latitude et des régions où le bilan radiatif annuel peut être aussi bas que 8.0 kg cal.

ONAGRACEÆ

118. *Epilobium hirsutum* L.— Gray (1867) mentionne que cette espèce se trouve en Amérique du Nord. Au Canada, R. Cameron la récolte dès 1891 à Niagara Falls où elle était échappée de culture ou introduite avec d'autres graines. Raymond et Kucyniak (1948) écrivent qu'il n'en existe aucune récolte québécoise antérieure à 1940 dans les principaux herbiers canadiens. C'est précisément à cette date que Marie-Victorin et son équipe la trouvent le long du St-Laurent en amont de Montréal. Elle croît dans des endroits humides: rivages, fossés ou lieux vagues marécageux. Cette entité, d'introduction récente dans notre province, se répand rapidement à l'intérieur du 45° de latitude mais elle demeure présentement confinée à l'isoligne de 3,250 degrés-jours, sauf pour une récolte de Coaticook, Cté de Stanstead. Sans présumer de son comportement futur, il est logique de croire qu'elle atteindra probablement l'isoligne de 3,000 degrés-jours à plus ou moins brève échéance mais, comme Montgomery (1957) la restreint au sud de l'Ontario, il est douteux qu'elle pénètre plus profondément dans le Québec.
119. *Oenothera pilosella* Raf.— Cette entité, indigène dans le sud-ouest de l'Ontario, est naturalisée dans notre province à 4 milles au nord de Lacolle, Cté de St-Jean, et à Hemmingford, Cté d'Huntingdon. C'est en 1951 et 1952 que ces deux stations ont été découvertes et rapportées par L. Cinq-Mars (1952). Nous avons personnellement examiné ces spécimens (Cinq-Mars et QFA). La première station se trouve dans un terrain inculte et humide à prédominance de Saules, alors que la seconde se rencontre le long de la Route no. 52 à proximité de la Route no. 9. En 1965, L. Cinq-Mars constate que la première colonie couvre plusieurs acres. Cette plante est peut-être échappée de culture à ces deux endroits.

UMBELLIFERÆ

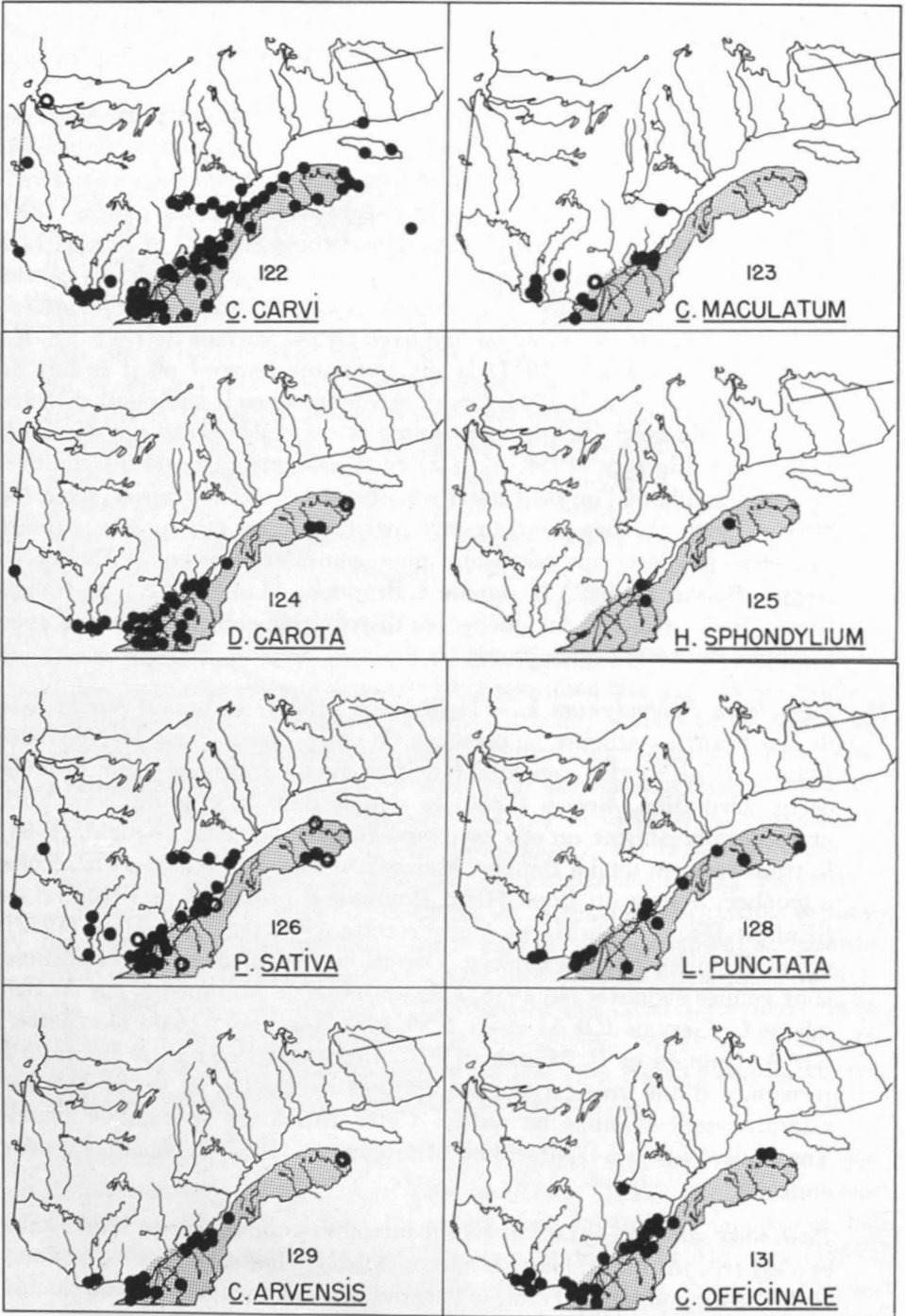
120. *Aegopodium Podagraria* L.— Cette espèce est naturalisée au moins depuis le début du siècle. Selon Groh et Frankton (1948), la première récolte canadienne date de 1906 et provient du Nouveau-Brunswick.

L'auteur de la « Flore Laurentienne » la trouve au Mont Royal en 1918. Marie-Victorin (1935) la dit cultivée comme plante médicinale à l'époque du Régime français. Depuis une période beaucoup plus récente, elle est cultivée comme plante ornementale et elle s'échappe des jardins pour envahir les fossés et les bords des routes. Au Québec, elle ne semble pas persister dans les régions où le nombre de degrés-jours est inférieur à 2,500.

121. *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.— En 1879, H. H. Lyman récolte cette entité à Montréal, ce qui est probablement l'une des premières récoltes nord-américaines. On la rencontre le long des routes et des chemins de fer. Elle est connue à l'Ile Ste-Hélène depuis 1908. Cette dernière localité et le Mont Royal semblent avoir été deux endroits où elle fut très abondante durant les années 1930. Marie-Victorin (1935) écrit qu'elle est une mauvaise herbe récemment apparue dans la région montréalaise et d'allure très envahissante; il ajoute cependant qu'après un maximum d'abondance, elle paraît déjà en décroissance. Elle aurait pu pénétrer largement au Québec et continuer d'envahir de grandes étendues de terrain; elle ne l'a pas fait pour des raisons que nous ignorons. En dehors des régions de Montréal et Québec, elle a été récoltée à Nominique, Cté de Labelle, (Bernard in litt.) et à Ste-Luce-sur-Mer, Cté de Rimouski.
122. *Carum Carvi* L.— Mrs. Percival récolte cette plante vers 1820 dans la région de Québec. Nous avons vérifié ce spécimen cité par Hooker (1832). Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, signale cette espèce en Nouvelle-Écosse. Provancher (1862) la mentionne dans sa « Flore Canadienne » parmi les plantes cultivées pour aromatiser certains aliments. Selon Brunet (1865), elle est naturalisée à St-Gervais, Cté de Bellechasse, et à la Grosse Ile, Cté de Montmagny. En 1882, Saint-Cyr la récolte sur l'Ile d'Anticosti. Elle croît principalement le long des routes, dans les champs et les lieux incultes. On la rencontrera parfois le long des voies ferrées et autour des jardins. Elle est principalement abondante sur la rive sud du Saint-Laurent à l'est de Lévis. En effet, de la mi-juin à la fin de juillet, elle domine le paysage du Bas Saint-Laurent et de la Gaspésie. Elle est générale dans tout le Québec habité et Dutilly et Lepage (1948) l'ont observée autour du poste de Rupert House, ce qui constitue présentement sa limite septentrionale.
123. *Conium maculatum* L.— Pursh (1814) signale cette espèce autour des habitations dans l'État de New-York et Hooker (1832), dans les environs de Québec. Elle croît le long des routes, dans les terrains incultes ou les fossés desséchés. On peut lire dans le Catalogue de Macoun (1883) qu'elle est naturalisée dans maints endroits du Québec. Nous la croyons rare au Canada comme l'affirme Frankton (1958). D'ailleurs les plus récents spécimens que nous avons vus dans les herbiers remontent à au

moins 15 ans. Il est certain qu'un grand nombre des colonies pointées sur notre carte n'existent plus de telle sorte que nous ignorons la distribution présente de cette plante. Grande Baie, Cté de Dubuc, est l'endroit le plus septentrional où elle a été récoltée dans notre province.

124. *Daucus Carota* L.— Gronovius (1739) signale cette entité en Virginie. Macoun (1883) écrit: "*Occasionally found, for a year or two, in gardens and fields, but can scarcely be said to have become spontaneous anywhere*". Dans notre province, elle devient naturalisée dans les années 1870, comme l'attestent une récolte faite dans Brome en 1873 et une autre à Hull en 1879. On la rencontre le long des routes, dans les terrains vagues et les champs en culture. Dale *et alii* (1965) affirment qu'elle préfère les sols de texture moyenne ou fine avec un pH variant de 7.4 à 7.8. En Ontario, Montgomery (1957) la dit commune partout où il se fait de l'agriculture et en août 1964, lors d'un voyage dans le sud-ouest de cette province, elle nous est apparue comme la mauvaise herbe qui dominait le paysage. Lindsay (1954, Map 2) en donne une carte de distribution pour le Canada où l'on peut noter son absence dans les Prairies; selon cet auteur, cette absence pourrait être attribuable au fait qu'elle n'aurait peut-être pas le temps nécessaire pour compléter son cycle. Depuis ce temps, Boivin (in litt.) la signale à Brandon, Man., (CAN), et Indian Creek, Sask., (DAO). Au Québec, sa distribution coïncide très bien avec l'isoline de 2,500 degrés-jours.
125. *Heracleum Sphondylium* L.— Haliburton (1829), se basant sur la liste de Cochran, mentionne la présence de cette plante pour la Nouvelle-Écosse. Il ne semble cependant exister aucun spécimen pour prouver cette affirmation. Brown (1880) la signale dans la ville de New-York et ce dernier affirme qu'elle est nouvelle pour cet État. Knight (1906) la trouve sur un quai à Bangor, Maine. En 1943, L. Cinq-Mars la récolte à Québec, le long du Boul. Henri Bourassa à proximité de l'Hôpital de l'Enfant-Jésus (Cinq-Mars). Cette récolte, citée par Cinq-Mars (1952), est la première pour le Québec. Depuis ce temps, deux autres stations sont venues s'ajouter; en 1958, à Amqui, Cté de Matapédia, par A. Belzile et C. Gervais (QFA) et en 1959, à St-Anselme, Cté de Dorchester, par A. Gagnon et P. Masson (QFS). Cette dernière récolte fut faite à proximité d'une voie ferrée. Les stations de Québec et de St-Anselme s'agrandissent d'année en année. Cette entité est sporadique depuis Terre-neuve jusqu'à l'Ontario où Montgomery (1957) la signale à quatre endroits.
126. *Pastinaca sativa* L.— Le Panais fut introduit comme plante alimentaire et s'est très tôt naturalisé. En effet, dès 1821, Holmes le récolte à Montréal et le dit commun. Il croît le long des routes et des remblais de chemin de fer. On le trouve rarement autour des fermes. Les sols graveleux ou sablonneux lui conviennent très bien. Il est largement distribué au Québec



et se rencontre plus fréquemment dans les régions où le nombre de degrés-jours excède 2,500. Sa limite septentrionale pourrait se situer autour du 49° de latitude.

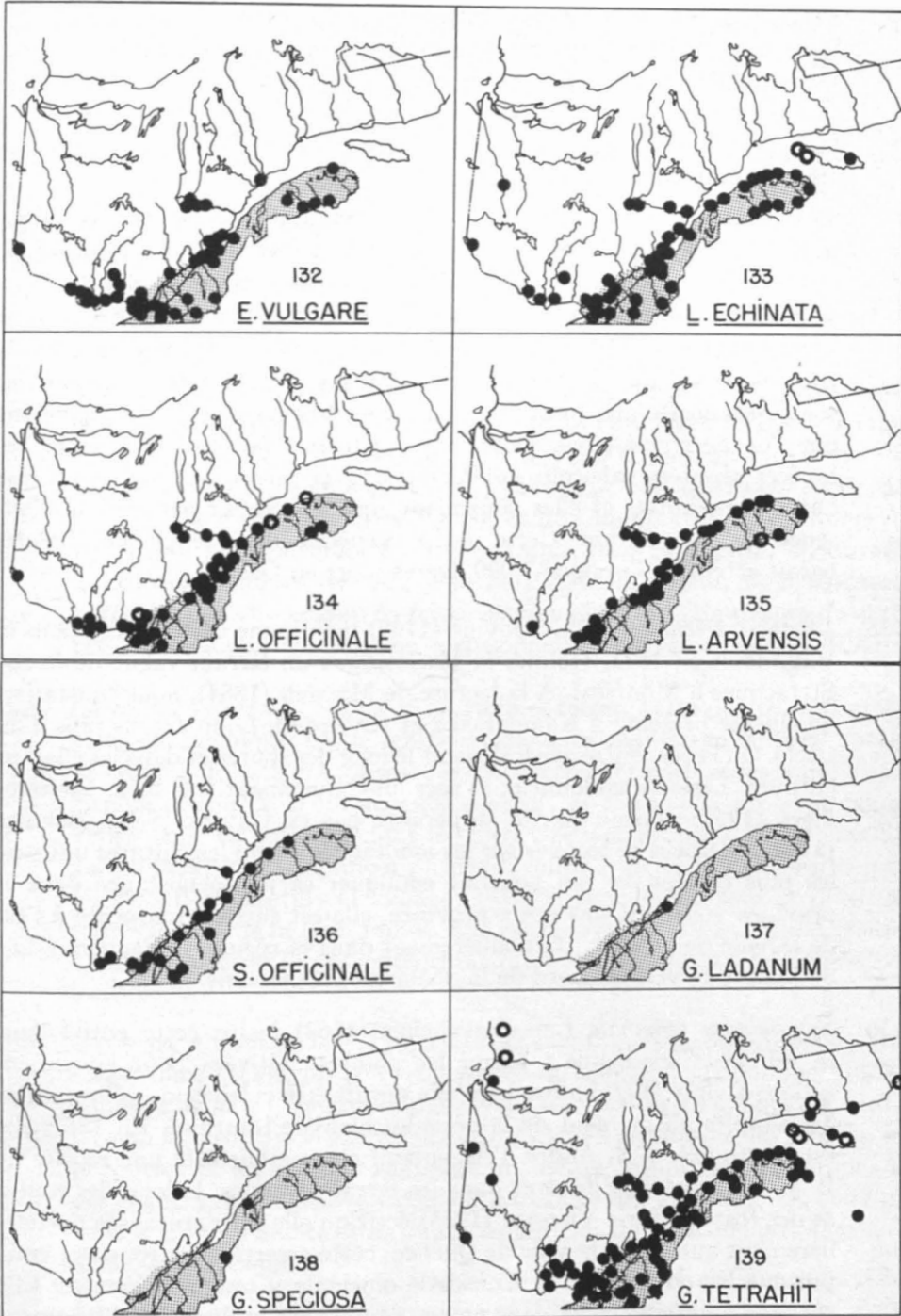
127. *Lysimachia Nummularia* L.— Dès 1873, Macoun récolte cette espèce, cultivée comme plante ornementale, dans un ancien jardin à Belleville, Ont. Au Québec, Campbell (1895) cite une récolte de Beauharnois; elle est récoltée à Huntingdon en 1908 et à Deschênes, Cté de Gatineau, en 1911. Marie-Victorin (1913) la dit très abondante dans les environs de Longueuil où elle affectionne les bords des ruisseaux, et il ajoute que son évacion des jardins est favorisée par sa rusticité. En plus de l'habitat ci-haut mentionné, elle croît le long des fossés et dans les bois humides. En Ontario, Montgomery (1957) affirme qu'elle est cultivée comme plante de rocailles et qu'elle s'échappe dans les gazons. Dans notre province, elle se rencontre principalement le long de l'Outaouais et dans les régions de Montréal et des Cantons de l'Est; l'Ile d'Orléans nous paraît être présentement sa limite septentrionale.
128. *Lysimachia punctata* L.— En 1883, T. J. W. Burgess récolte cette plante à Annapolis, Nouvelle-Écosse. Ce qui fait dire à Macoun (1884) qu'elle est probablement introduite de France. Marie-Victorin (1913) parle dans le même sens: « *Abondante aux environs d'Annapolis, centre de groupement acadien qu'un affreux malheur dispersa à travers l'Amérique* ». Dans notre province, elle est naturalisée depuis le début du présent siècle comme l'attestent des récoltes en provenance de Perkins Mills, Cté de Gatineau, Longueuil et Rivière-du-Loup, toutes trois effectuées dans les années 1910. Elle est échappée de culture et croît le long des routes ou parfois des fossés et près des habitations. Elle est sporadique et persistante dans le Québec habité.

CONVOLVULACEÆ

129. *Convolvulus arvensis* L.— Dès 1820, Mrs. Percival récolte cette espèce sur les terrains de Bois de Coulonges, près des Plaines d'Abraham, à Québec; nous avons vérifié un double de cette récolte citée par Hooker (1838). Scoggan (1950) en signale un spécimen récolté sur un ballast près d'un entrepôt à York, Cté de Gaspé-Nord. Nous avons vu d'autres récoltes portant cette même mention et elles avaient été faites par Fernald *et alii* en 1904. Cette plante se rencontre le long des voies ferrées, dans les lieux vagues et les champs secs. Elle affectionne particulièrement les terrains sablonneux. Groh (1944) constate qu'elle fructifie sous un climat chaud et sec. Elle est d'ailleurs présente dans les Prairies comme le démontre Alex (1966, Map 34). Au Québec, ses exigences écologiques la maintiendront sous nos microclimats les plus chauds et il est peu probable qu'elle s'établisse dans les régions où le nombre de degrés-jours est inférieur à 3,000.

BORAGINACEÆ

130. *Borago officinalis* L.—Provancher (1862) inclut cette entité dans sa « Flore Canadienne » comme plante cultivée pour divers usages (ornementation, médecine et potages). Gleason (1952) affirme qu'elle a été introduite en Amérique du Nord comme salade ou herbe potagère. Macoun (1884) la dit naturalisée dans au moins trois provinces canadiennes. Au Québec, elle n'est connue que par les trois récoltes suivantes: en 1951, M. Raymond et L. Cinq-Mars, à proximité d'une petite maison dans une tourbière sèche de Farnham (QFA); en 1964, L.-P. Gagnon et D. Doyon, dans un jardin à Lévis (QUE) et P. Louis-Marie à Oka (QFA), où elle était échappée de culture. Elle semble se présenter sous la forme d'individus isolés et il est douteux qu'elle persiste bien longtemps.
131. *Cynoglossum officinale* L.—Holmes récolte cette plante à Montréal dès 1821 et la dit commune. On la rencontre généralement dans les champs, les pâturages ou le long des ballasts de voies ferrées. En Ontario, Lindsay (1954) affirme qu'elle est souvent associée aux sols calcaires et Marie-Victorin (1935) abonde dans le même sens. Dalbis (1921) associe cette entité et les suivantes appartenant à cette famille avec les vieux établissements français que sont Montréal, Québec, l'Île aux Coudres et Gaspé. Nous devons admettre qu'elles sont généralement bien naturalisées en ces endroits; de plus, quatre de ces six espèces étaient récoltées à Montréal au début du siècle dernier. Le Cynoglosse officinal est local dans certaines parties du Québec habité; l'hypothèse de Dalbis peut probablement expliquer sa distribution sauf pour les stations de la région d'Ottawa.
132. *Echium vulgare* L.—Pursh (1814) signale la présence de cette espèce depuis New-York jusqu'à la Virginie, où Nuttall (1818) la dit très commune et largement naturalisée. Elle est fréquente dans la région de Prescott, Ont., d'après Billings (1862). Au Québec, H. H. Lyman la récolte à Abbotsford, Cté de Rouville, en 1888. Elle croît dans les terrains incultes et les vieux pâturages de même que le long des routes et des ballasts de voies ferrées. Dale *et alii* (1965) affirment qu'elle préfère un sol de texture grossière et bien drainé, où le pH varie de 7.4 à 7.8; ce qui ne veut pas dire qu'elle ne pourra pas se rencontrer sur un milieu acide puisque Groh (1947) la signale sur de tels sols à Huntingdon. Cette entité, générale dans le Québec habité, a été récoltée tout récemment à Pointe-aux-Outardes, Cté de Saguenay, et à Mont St-Pierre, Cté de Gaspé-Nord. Sa limite nord-est semble se situer quelque peu au delà du 49° de latitude.
133. *Lappula echinata* Gilib.—En 1821, Holmes récolte cette espèce à Montréal et la dit commune. Provancher (1862) la mentionne à Tadoussac. On la rencontre le long des voies ferrées et des routes, dans les champs de foin, autour des fermes et sur les rivages de la Gaspésie. Montgomery

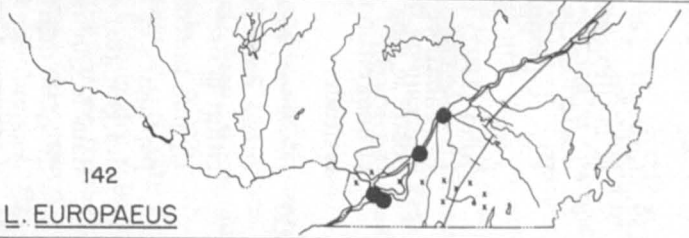
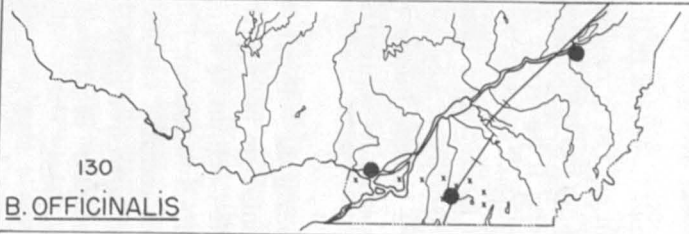
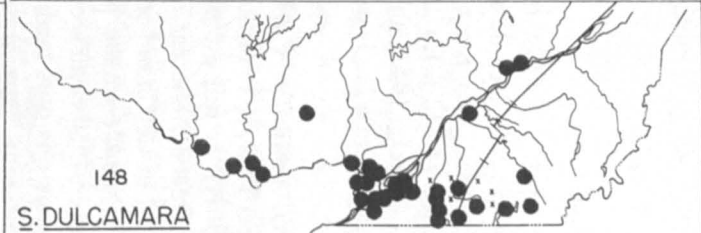
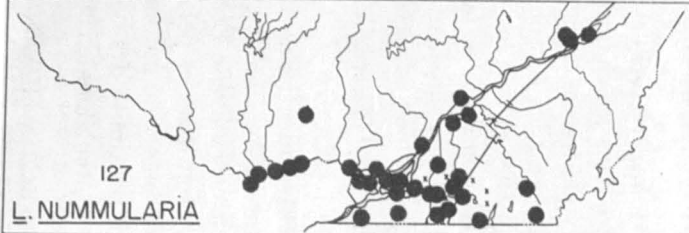
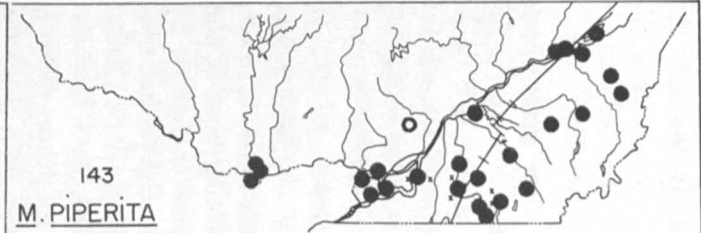
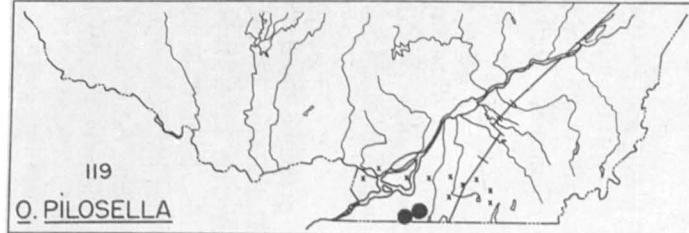


- (1957) la dit très fréquente en Ontario, ce qui est aussi le cas dans les Prairies comme le démontre Alex (1966, Map. 34). Elle est générale dans tout le Québec habité. Elle nous envahit maintenant comme impureté dans les céréales puisque nous l'avons récemment observée dans un endroit du port de Québec où l'on décharge le grain. Schmitt (1904) la signale sur l'Ile d'Anticosti; cet endroit semble être sa limite septentrionale dans notre province.
134. *Lithospermum officinale* L.— Cette plante est commune à Montréal lorsque Holmes la récolte en 1821; Hooker (1838) la signale à Québec. Elle croît dans les lieux vagues, les champs et les pâturages de même que le long des routes et des voies ferrées; de plus, on la rencontre parfois sur les rivages maritimes. Plante xérophile, elle s'accommodera des sols pauvres et rocailleux. En Ontario, Lindsay (1954) affirme qu'elle est souvent associée aux formations calcaires. Cet auteur ajoute cependant que l'on ne connaît pas encore trop bien les relations plantes-sols; les espèces réputées calcicoles tolèrent peut-être mieux ce type de sol que beaucoup d'autres et elles pourraient ainsi s'y établir par suite de l'absence de compétition. Cette entité, générale dans le Québec habité, paraît atteindre l'isoligne 2,000 degrés-jours en Gaspésie.
135. *Lycopsis arvensis* L.— Gronovius (1739) mentionne cette espèce pour la Virginie et en 1821, Holmes la récolte dans un terrain vague de la rue St-Jacques à Montréal. A la lecture de Macoun (1884), nous constatons qu'elle est présente à Kamouraska et Rivière-du-Loup depuis plus d'un siècle. On la rencontre généralement le long des routes et dans les champs cultivés. Les sols sablonneux et secs lui conviennent très bien. Montgomery (1957) affirme qu'elle ne persiste pas en Ontario. Selon Bonnier (1924), elle peut se trouver sur les montagnes parmi les cultures qui sont les plus élevées, ce qui pourrait expliquer sa non-persistance dans la province voisine. Dans notre province, elle est surtout fréquente à l'est de la ville de Québec, particulièrement dans la région du Saguenay-Lac St-Jean et le versant nord de la péninsule gaspésienne.
136. *Symphytum officinale* L.— Provancher (1862) inclut cette entité dans sa « Flore Canadienne » parmi les plantes cultivées pour l'ornementation; Dalbis (1921) affirme qu'elle devait être cultivée dans les jardins des simples au moment de la période coloniale française. En 1867, elle est naturalisée à St-André d'Argenteuil comme l'atteste une récolte de B. J. Harrington. Elle croît dans les terrains vagues, le long des routes et des fossés. Marie-Victorin (1935) écrit qu'elle est naturalisée particulièrement autour de la ville de Québec; cette assertion est toujours vraie puisque les colonies de la Consoude officinale y sont nombreuses. Elle est bien établie ici et là dans notre province mais plus particulièrement le long du St-Laurent. Plus que pour toute autre espèce appartenant à cette famille, il est plausible de croire que sa distribution peut dé-

pendre de nos ancêtres qui l'ont introduite chez nous. Même si Scoggan (1950) n'en fait pas mention, elle se rencontre jusqu'à Matane.

LABIATÆ

137. *Galeopsis Ladanum* L.— Hubbert (1867) mentionne cette plante pour le Canada; Macoun (1884), citant Hay, la signale sur un ballast à St-Jean, Nouveau-Brunswick. Au Québec, elle n'est connue que de la Grosse Ile, Cté de Montmagny (DAO et MT). En 1922 et 1935, elle fut récoltée dans le cimetière des Irlandais et en 1943, sur la partie supérieure de la grève. Elle a sûrement été introduite à la Grosse Ile par des immigrants venus d'Europe.
138. *Galeopsis speciosa* Mull. (Syn. *G. versicolor* Curt.) — Brown (1880) signale cette entité à New-York. En 1934, le Père Louis-Marie la récolte à St-Éloi, Cté de Témiscouata (QFA), ce qui est probablement la plus ancienne récolte canadienne. Au Québec, elle est aussi connue de St-Zacharie, Cté de Dorchester (QFS), et de Chambord, Cté de Roberval (QFS); au premier endroit, où elle semble encore présente, D. Carette la trouve à proximité de sa demeure en 1950 et au second, M.-S. Rochette la récolte dans un champ en friche six ans plus tard. En dehors de notre province, Boivin (in litt.) en mentionne deux stations dans l'Alberta.
139. *Galeopsis Tetrahit* L.— Dès 1821, Holmes récolte cette plante à Montréal et la dit commune. On la rencontre dans les champs en culture, autour des fermes, le long des routes, des voies ferrées et parfois des cours d'eau. Espèce pionnière, il lui arrive d'envahir les terrains récemment bouleversés. Elle est générale dans le Québec et suit les pas de l'homme. St-John (1922) la mentionne à plusieurs endroits de la Côte-Nord jusqu'à La Tabatière; Dutilly et Lepage (1958) la signalent autour de plusieurs postes le long de la Baie James. Elle est bien adaptée aux régions froides et nous situons sa limite septentrionale à Fort George, non loin du 54° de latitude.
140. *Glechoma hederacea* L.— Pursh (1814) mentionne la présence de cette entité dans l'ouest de la Pensylvanie. Au Canada, Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, la signale en Nouvelle-Écosse. En 1874, H. H. Lyman la récolte à Montréal. Elle croît dans les pelouses, les jardins, les pépinières et les terrains vagues de même qu'autour des habitations et des granges; on la trouve parfois à proximité des bois. Elle est générale dans le Québec habité et sa limite septentrionale coïncide avec l'isoligne de 2,000 degrés-jours.
141. *Leonurus Cardiaca* L.— Gronovius (1739) signale la présence de cette espèce en Virginie et en 1821, Holmes la récolte le long de la rue Sherbrooke à Montréal. On la rencontre le long des routes, dans les terrains



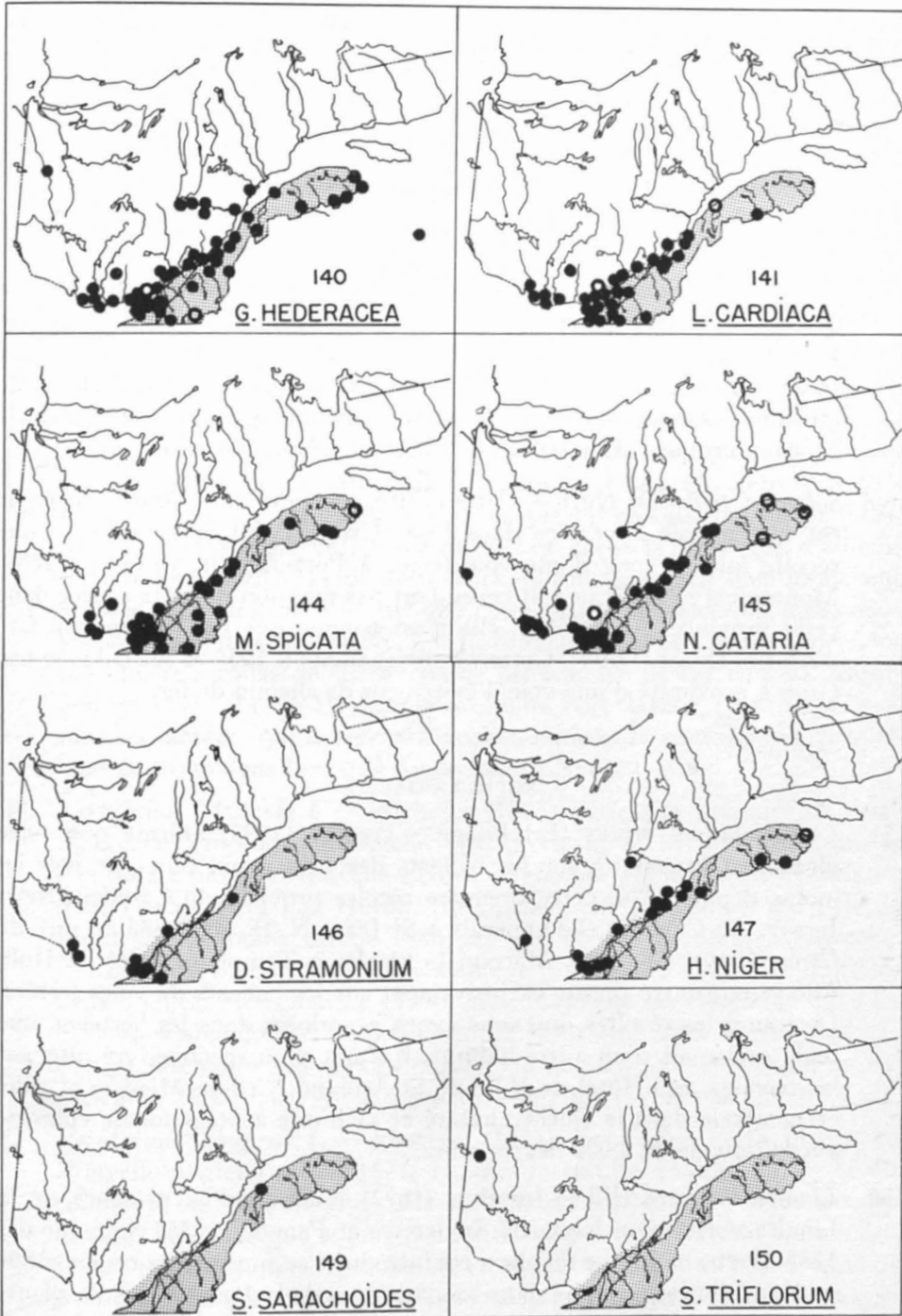
vagues et les jardins ainsi qu'autour des habitations. Scoggan (1950) la mentionne sur une ferme de Bic, Cté de Rimouski. Cette dernière station est la seule située en dehors de l'isoligne de 2,500 degrés-jours, qui doit être jugée comme la limite septentrionale de cette entité. Cette limite a été atteinte depuis plus d'un siècle puisque Provancher (1862) la mentionne à St-Joachim, Cté de Montmorency.

142. *Lycopus europæus* L.— Barnston (1859) mentionne la présence de cette plante dans l'Herbier Holmes; ce spécimen a depuis été revisé à *L. americanus* par Frankton. Billings (1862) la signale à Prescott, Ont.; cette récolte a été revisée à *L. uniflorus* par Dore. Fernald (1910) écrit que *L. europæus* est présent à Cambridge, Mass., au moins depuis 1894. Au Québec, il est connu depuis 1964 par une récolte de L. Cinq-Mars (QFA, 64-1329). Celle-ci provient de Valleyfield, plus précisément sur le rivage de la première île à la sortie du Pont Mgr. Langlois. En 1965, M. Morency le trouve aux Iles-de-la-Paix, Cté de Beauharnois, où il forme d'importantes colonies. Rouleau (verbatim) le récolte au niveau de la limite des hautes-eaux à l'île St-Ignace, Cté de Berthier, en 1965 et à Repentigny en 1966. Il est aussi connu dans quelques endroits du sud-est de l'Ontario.
143. *Mentha piperita* L.— Provancher (1862) affirme, sans autre précision, que la Menthe poivrée est naturalisée d'Europe dans les endroits humides. Macoun (1884) en cite trois localités pour le Québec d'après les spécimens qu'il a vus à McGill. Lors de notre récent passage à cet endroit, le plus ancien que nous avons trouvé était une récolte faite à Magog par R. Campbell entre 1886 et 1911. Cette espèce croît dans les lieux humides comme les fossés et les rivages; occasionnellement, on la rencontre sur les bords des routes. En plus des stations mentionnées sur notre carte, elle a été récoltée aux Iles de la Madeleine. A l'exception de ce dernier endroit, l'île d'Orléans nous paraît être sa limite nord-est. Elle est peu abondante le long du St-Laurent mais semble être davantage naturalisée dans les régions anglo-saxonnes du Québec depuis le comté de Hull jusque dans celui de Dorchester. Elle a possiblement été introduite ici comme plante médicinale.
144. *Mentha spicata* L.— Dès 1821, Holmes récolte cette plante à Côte St-Charles, banlieue de Montréal. Macoun (1884), citant Thomas (circa 1860), la dit commune à Rivière-du-Loup. Elle se rencontre dans les champs, les pâturages et les fossés de même que le long des routes et sur les rivages estuariens du St-Laurent dans la région de Québec. Elle préfère les lieux humides quoiqu'elle s'accommodera des habitats secs. Elle est introduite comme plante médicinale et générale dans les endroits les plus anciennement colonisés; elle semble cependant absente dans les régions plus récemment habitées telles que l'Abitibi, le Témiscamingue et le Lac St-Jean.

145. *Nepeta Cataria* L.— Gronovius (1739) signale la présence de cette espèce en Virginie et dès 1821, Holmes la récolte au Mont Royal. Elle croît le long des routes et dans les lieux vagues mais elle ne semble pas envahir les cultures. Introduite comme plante médicinale, elle est maintenant naturalisée dans tout le Québec habité quoiqu'elle devient plus sporadique dans le nord de son aire, ce qui ne l'empêche pas d'atteindre le 49° de latitude.

SOLANACEÆ

146. *Datura Stramonium* L.— Certains auteurs affirment que cette entité serait originaire de l'Asie centrale et d'autres, de l'Amérique tropicale. Gronovius (1739) la signale en Virginie et en 1821, Holmes la récolte dans la cour des Sœurs Grises à Montréal. On la rencontre autour des jardins et des habitations y compris sur des sites indiens comme Caughnawaga. En Ontario, Montgomery (1957) la dit non-persistante. Au Québec, L. Cinq-Mars (verbatim) affirme qu'elle persiste à St-Armand, Cté de Missisquoi. Il serait cependant étonnant qu'il en soit ainsi dans les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 25 kg cal.
147. *Hyoscyamus niger* L.— Marie-Victorin (1935) affirme que cette plante était introduite en Nouvelle-Angleterre dès 1672 mais qu'elle est aujourd'hui à peu près disparue. En 1821, Holmes la récolte à Montréal et la dit commune le long des routes. Elle se rencontre dans les terrains vagues ou récemment bouleversés, sur les grèves du St-Laurent de même qu'autour de vieilles habitations dans le comté de Kamouraska. En Ontario, Montgomery (1957) affirme qu'elle apparaît quelquefois mais qu'elle ne persiste jamais. Il semble bien qu'elle fut cultivée dans les jardins des simples par les premiers colons venus de France; elle se rencontre encore dans les régions où les premiers postes français ont été établis, ce qui ne veut pas dire qu'on ne peut pas la trouver ailleurs au Québec. Largement distribuée, elle demeure cependant sporadique et Marie-Victorin (loc. cit.) résume bien son comportement: « *Au point de vue écologique, la Jusquiame appartient à cette flore labile de nos rivages fluviaux dont les éléments apparaissent soudainement en abondance et disparaissent aussi soudainement sans que l'on puisse s'expliquer pourquoi (sauf à supposer que les graines enfouies en profondeur sont déterrées par l'action mécanique des glaces printanières)* ». Il ajoute que le même phénomène a été observé en Europe au sujet de cette entité.
148. *Solanum Dulcamara* L.— Nuttall (1818) mentionne la présence de cette espèce en Amérique du Nord. Au Canada, elle est récoltée au début des années 1860 à plusieurs endroits du sud-est de l'Ontario. Dans notre province, elle est connue au moins depuis 1891 par une récolte de R. Campbell en provenance du Mont Royal. Elle croît généralement dans les bois en bordure de grands cours d'eau comme le St-Laurent, l'Ou-



taouais et le Richelieu. Elle nous paraît naturalisée dans des endroits souvent réservés aux plantes indigènes. Elle se rencontre fréquemment sur des sols où l'humidité est bien marquée quoiqu'elle semble assez tolérante vis-à-vis ce facteur. Nous l'avons récemment récoltée à Deschambeault, Cté de Portneuf, et nous la croyons absente en aval de ce village. Cette limite ne nous apparaît pas définitive; on peut s'attendre de la trouver jusqu'à Québec, mais il serait bien étonnant qu'elle s'éloigne considérablement des régions où le bilan thermique annuel est inférieur à 23.5 kg cal. Ridley (1930) affirme que les oiseaux jouent un rôle important dans la distribution de cette entité.

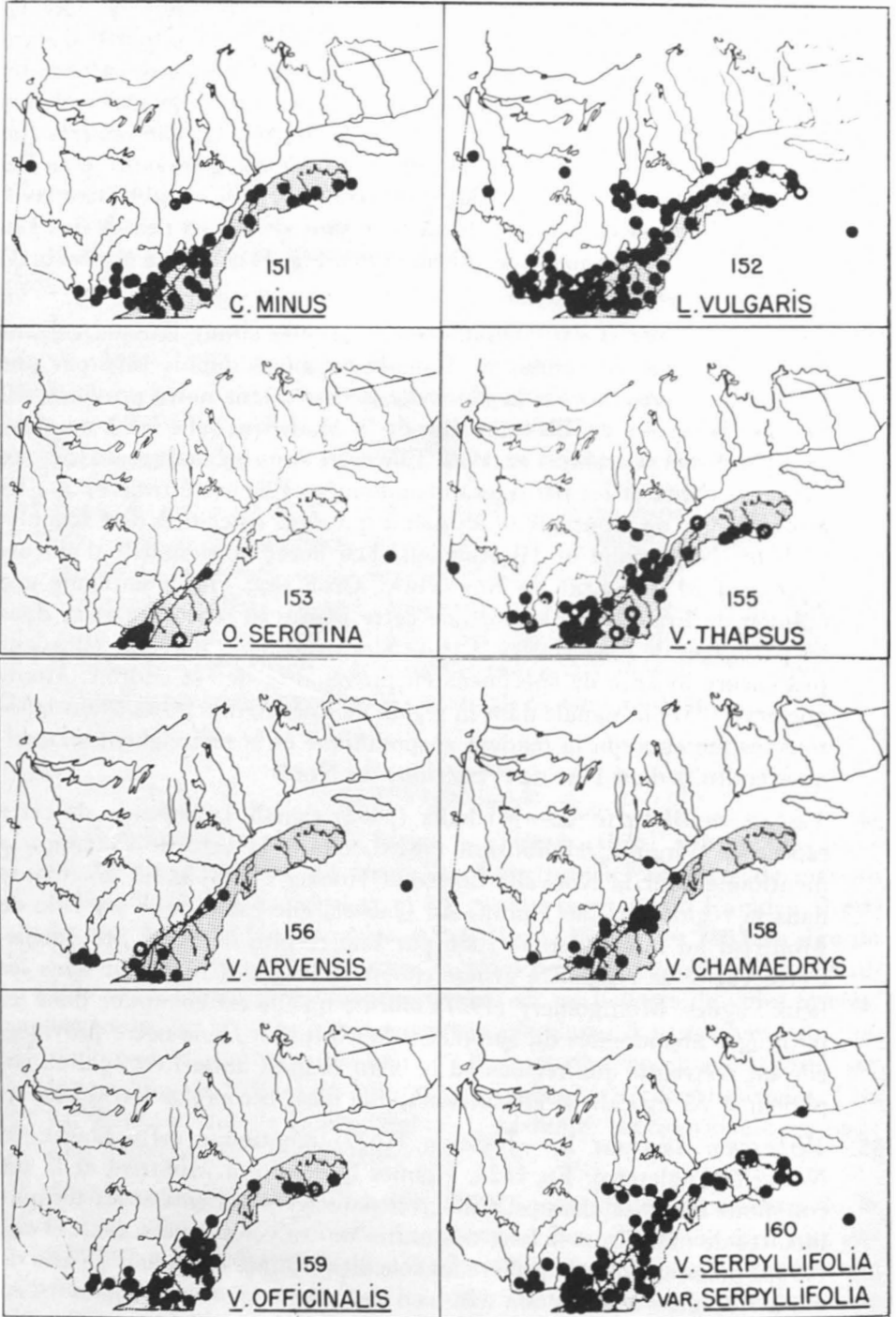
149. *Solanum sarachoides* Sendtner — Cette plante, originaire de l'Amérique tropicale, n'a été trouvée au Québec qu'une seule fois; cette récolte de E. Lepage date de 1960 (DAO). Cette espèce croissait alors dans un jardin à Rimouski. Elle ne persiste pas au Canada où elle est connue de quelques localités dont la plus ancienne remonte à 1887; ce spécimen de Macoun provient d'un ballast à Nanaimo, Colombie-Britannique.
150. *Solanum triflorum* Nutt.— Cette entité, indigène dans l'ouest du pays, est quelquefois adventice dans l'est. Groh (1944) en mentionne une récolte faite le long d'une voie ferrée à Port Arthur, Ont., dès 1889. Montgomery (1957) ne fait cependant pas mention de cette espèce dans cette province. Au Québec, elle n'est connue que de Taschereau, Cté d'Abitibi-Ouest (DAO). Cette récolte remonte à 1938 et fut trouvée par Groh à proximité d'une voie d'évitement de chemin de fer.

SCROPHULARIACEÆ

151. *Chænorrhinum minus* (L.) Lange.— Pennell (1935) affirme que cette plante est introduite sur les ballasts des principaux ports de mer au moins depuis 1874; cette première récolte provient du Camden, New-Jersey. Au Canada, elle apparaît à St-Jean, N.-B., dès 1883 au dire de Groh (1946). En 1903, Macoun la récolte à Templeton, Cté de Hull. Elle se rencontre presque exclusivement sur les ballasts de voies ferrées. De toutes les récoltes que nous avons examinées dans les herbiers, une seule provenait d'un autre habitat; il s'agit d'un spécimen récolté sur les terrains de l'Hôtel de Ville de St-Armand, Cté de Missisquoi. Elle est générale dans le Québec habité et sa limite septentrionale coïncide avec l'isoligne de 2,000 degrés-jours.
152. *Linaria vulgaris* Hill — Josselyn (1672) mentionne la présence de la Linaire vulgaire en Nouvelle-Angleterre et Pennell (1935) écrit que dès 1758, Bartram affirme qu'elle a été introduite comme plante ornementale mais qu'elle est devenue dans les pâturages de la Pensylvanie, la plante la plus envahissante et la plus difficile à détruire. Vers 1820, elle est récoltée à l'Île d'Orléans par Mr. Sheppard et en 1850, à Ascot, Cté de

Sherbrooke, par un membre de la Société d'Histoire Naturelle de Montréal. Elle croît partout, le long des routes et des voies ferrées, dans les terrains vagues et les champs en culture de même qu'autour des habitations. Elle préfère les sols secs. Parmi toutes les espèces introduites que nous étudions dans le présent travail, c'est probablement celle qui a été le plus souvent récoltée non seulement parce qu'elle est très fréquente au Québec, mais peut-être parce qu'elle est attrayante pour les botanistes amateurs. Sa limite septentrionale coïncide sensiblement avec le 49° de latitude et très peu de récoltes sont situées en dehors de l'isoline de 2,000 degrés-jours. Mulligan (1965, Fig. 1) en donne une carte de distribution pour le Canada.

153. *Odontites serotina* (Lam.) Dum.— Groh (1947), citant Lawson, affirme que cette entité est connue au Canada au moins depuis 1875 par une récolte en provenance de la Nouvelle-Écosse. Dans notre province, H. St-John la récolte en 1914 aux Iles de la Madeleine; elle fut à nouveau récoltée dans cet archipel en 1956. Elle croît dans les champs de foin, les taillis tourbeux et les pâturages abandonnés. Elle a été trouvée à l'Île aux Oies, Cté de Montmagny, de même que dans les comtés de Chambly, St-Jean, Napierville et Huntingdon. Les flores la signalent d'ailleurs pour le nord de l'État de New-York. Groh (loc. cit.) mentionne une opinion de Frankton à savoir que cette plante se rencontre aussi dans les pâturages de East Hatley, Cté de Stanstead; nous n'avons cependant pas encore localisé de spécimens en provenance de cet endroit. Montgomery (1957) la signale dans la région de Port Arthur, Ont. Nous ignorons les facteurs qui la rendent si sporadique et la restreignent en quelques endroits dans l'est de l'Amérique du Nord.
154. *Verbascum Blattaria* L.— Michaux (1803) signale la présence de cette espèce en Virginie; Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, la mentionne pour la Nouvelle-Écosse et Hooker (1838) la dit abondante dans la région du Lac Huron. Au Québec, elle est connue sur l'Île de Montréal au moins depuis 1886 par une récolte de Sœur Ste-Amélie. Cette entité se rencontre généralement le long des routes et dans les lieux vagues. Montgomery (1957) affirme qu'elle est commune dans les pâturages abandonnés du sud-ouest de l'Ontario. Dans notre province, elle est restreinte aux régions où le bilan radiatif annuel est égal ou supérieur à 25 kg cal.; si elle persiste, elle n'est certes pas envahissante.
155. *Verbascum Thapsus* L.— Josselyn (1672) mentionne cette plante en Nouvelle-Angleterre. En 1821, Holmes la récolte à Montréal et la dit commune dans les champs. Elle croît dans les pâturages et les terrains incultes de même que le long des routes et des voies ferrées. Dale *et alii* (1965) précisent qu'elle préfère les sols bien drainés et où le pH varie de 6.5 à 7.8; elle s'accommode très bien de terrains pierreux et pauvres en matière organique. Sa distribution coïncide avec les régions où le bilan radiatif annuel égale ou excède 18.5 kg cal.



156. *Veronica arvensis* L.—Gronovius (1739) signale la présence de cette espèce en Virginie et Pennell (1935) confirme l'identification de cette première mention. Quelques récoltes attestent qu'elle est présente dans le sud-est de l'Ontario au début des années 1860. Dans notre province, elle est récoltée en 1891 et 1893 respectivement à Hull et à Lachine. On la rencontre généralement dans les pâturages rocheux, les lieux vagues et les clairières. Elle affectionne les sols bien drainés et légers; elle tolère les terrains calcaires. En Ontario, Montgomery (1957) précise qu'on la trouve dans les pelouses, les jardins et les champs; nous ne savons cependant pas si elle croît dans de tels habitats au Québec, où elle demeure sporadique et particulièrement concentrée le long des frontières américaine et ontarienne. Elle semble absente des régions où le nombre de degrés-jours est inférieur à 2,500.
157. *Veronica Beccabunga* L.—Les auteurs anciens ne font pas la distinction entre *V. americana* (entité indigène) et *V. Beccabunga* (entité introduite). Marie-Victorin (1935) affirme que cette espèce, dans notre flore, fait partie du groupe des plantes introduites rapportables à la période française et qui se sont toujours maintenues sur place sans cependant se répandre beaucoup. Elle croît dans les terrains humides, ce qui explique sa présence le long des ruisseaux, dans les fossés et les marécages; elle s'éloigne cependant peu des lieux habités. À propos de cette plante, Marie-Victorin (loc. cit.) précise que les environs de la ville de Québec ont ainsi une petite florule spéciale du plus grand intérêt. Les remarques de l'auteur de la « Flore Laurentienne » demeurent toujours vraies en ce qui concerne cette Véronique.
158. *Veronica Chamædryas* L.—Mrs. Sheppard récolte cette espèce vers 1820 dans la région de Québec et nous avons vérifié ce spécimen cité par Hooker (1838). Cette plante se rencontre le long des routes, dans les champs, les gazons et les cimetières. Elle est persistante mais rarement agressive. Elle est particulièrement bien établie dans la région de Québec, mais nous paraît sporadique dans toute son aire nord-américaine. Kénogami semble être sa limite septentrionale dans notre province.
159. *Veronica officinalis* L.—Pursh (1814) signale la présence de cette entité depuis le Canada jusqu'aux Carolines. Macoun (1884) la mentionne pour l'Ontario et les Maritimes mais non pour le Québec. En 1891, Scott la récolte à Wakefield, Cté de Gatineau, et Campbell la trouve à Montréal vers la même époque. Elle croît le long des routes, dans les champs, les clairières et les érablières. Le fait qu'elle prend parfois le facies indigène est susceptible de créer une certaine confusion. En effet, Fernald (1950) la croit à la fois indigène et introduite mais nous nous rangeons à l'avis de Pennell (1935) qui la dit naturalisée très tôt de l'Eurasie. Cette plante est bien établie le long de l'Outaouais, dans les régions des Cantons de l'Est, de la Beauce et de Québec; elle nous apparaît

cependant encore en expansion dans notre province où on pourra probablement la rencontrer au Témiscamingue et au Lac St-Jean. Nous ignorons toutefois si elle atteindra les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 18.5 kg cal.

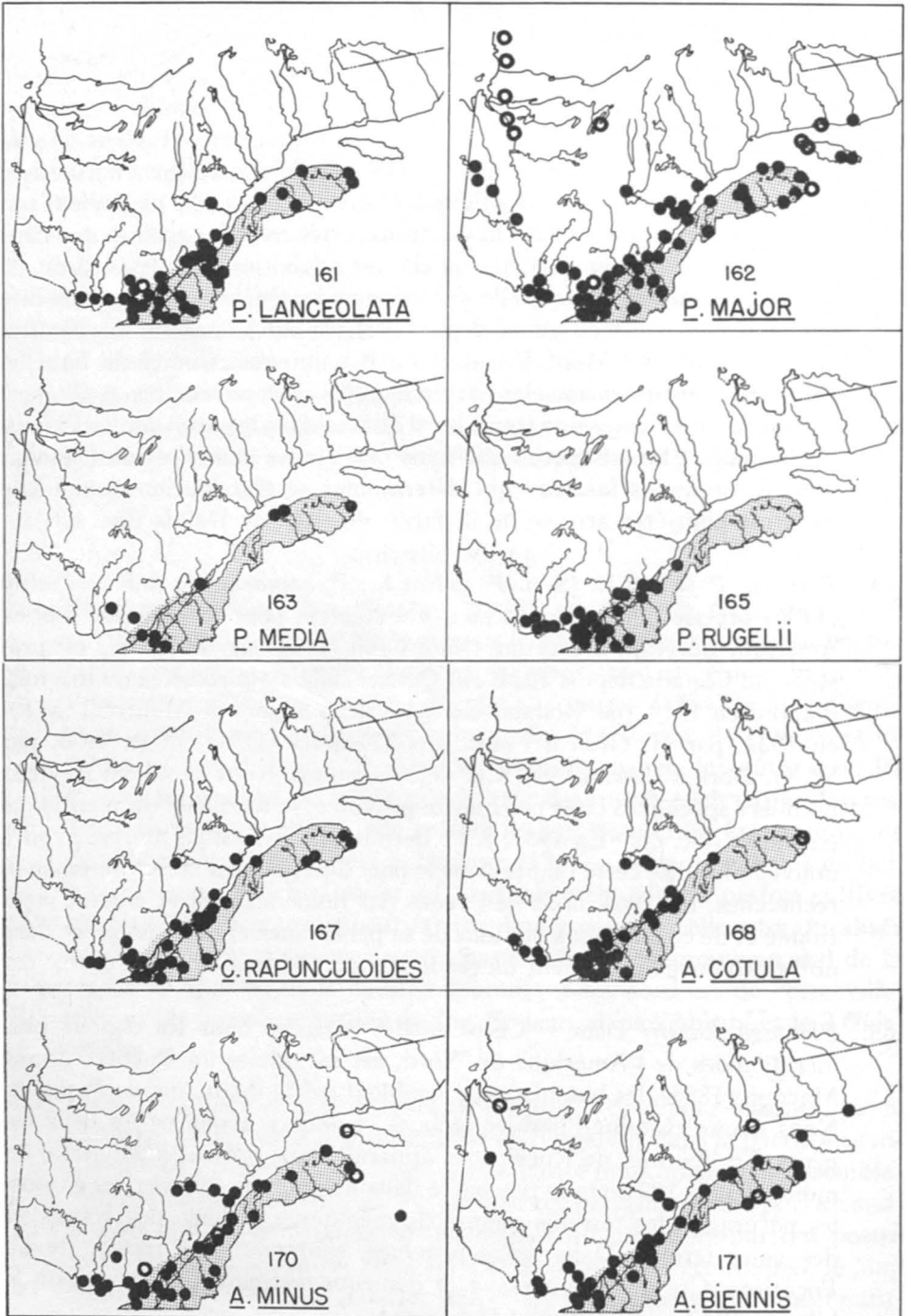
160. *Veronica serpyllifolia* L. var. *serpyllifolia* — Gronovius (1739) signale cette Véronique en Virginie et Pennell (1935) confirme l'identification de cette mention. Dès 1821, Holmes la récolte à Montréal et la dit commune. Dans notre province, elle croît dans les champs, les gazons, les pâturages, les terrains incultes et même dans les sous-bois au sud de 46° de latitude. St-John (1922) affirme qu'elle est introduite sur les rochers calcaires de Pointe-aux-Esquimaux en Minganie; en 1966, Boivin et l'auteur confirment l'identification du spécimen sur lequel se base cette affirmation. Apparemment absente de l'Abitibi et du Témiscamingue, elle est largement distribuée dans toutes les autres régions du Québec habité et elle atteint le 50° de latitude nord.

PLANTAGINACEÆ

161. *Plantago lanceolata* L.— Nuttall (1818) affirme que cette espèce est introduite et naturalisée partout dans le nord-est américain. Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, la mentionne en Nouvelle-Écosse. Provancher (1862) la signale à Nicolet et Macoun (1884) la dit présente dans presque tous les villes et villages des Maritimes, du Québec et de l'Ontario. On la rencontre dans les terrains vagues, les pâturages, les gazons, les champs de même que le long des routes et des voies ferrées. Selon Dale *et alii* (1965), elle préfère les sols de texture fine à moyenne et où le pH varie de 6.5 à 7.3. Bonnier (1927) précise qu'elle fait un bon fourrage pour les chevaux et qu'en Angleterre, elle est parfois cultivée à cette fin. Cela pourrait peut-être expliquer pourquoi elle est naturalisée depuis si longtemps dans l'est du pays. Elle est commune au sud de la région de Québec mais devient sporadique au nord-est de cette ville; elle semble inconnue autour du Lac St-Jean, dans l'Abitibi et le Témiscamingue.
162. *Plantago major* L.— Les auteurs semblent d'accord pour affirmer que le Plantain majeur est à la fois indigène en Eurasie et dans la partie septentrionale de l'Amérique du Nord. Cette entité nous apparaît vraisemblablement indigène au nord du 50° de latitude mais introduite plus au sud; Dutilly *et alii* (1958) la disent cependant adventice autour des postes situés sur la Baie James. Sur l'Ile d'Anticosti, elle a été récoltée le long d'une voie ferrée ce qui nous porte à croire qu'elle est introduite et naturalisée à cet endroit. Josselyn (1672) la mentionne en Nouvelle-Angleterre et en 1821, Holmes la récolte à Montréal et précise qu'elle est commune. On la trouve dans toutes les cultures, les gazons, les pâturages,

les lieux vagues et le long des routes. La phase européenne est certes présente au Québec partout où l'homme s'est établi.

163. *Plantago media* L.—Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, mentionne cette plante en Nouvelle-Écosse. Il ne semble cependant exister aucun spécimen pour prouver cette affirmation. Hubbert (1867) l'inclut dans son Catalogue. Fletcher (1884) précise qu'elle est naturalisée depuis un certain nombre d'années à Ottawa mais qu'elle ne devient pas envahissante. Dalbis (1921) la dit transportée avec les graines des Graminées fourragères et il ajoute qu'elle est adventice dans le nord-est de l'Amérique sans préciser si elle se rencontre au Québec. Elle est présente dans notre province au moins depuis 1931 comme l'attestent des récoltes en provenance du Mont Royal et de Nominique, Comté de Labelle. Elle croît dans les gazons, les parterres et les champs incultes. A Québec, elle est connue depuis une trentaine d'années dans le gazon sur les Plaines d'Abraham. Elle est sporadique mais persistante dans l'est du Canada; nous ignorons les facteurs qui déterminent sa distribution quoiqu'elle nous est peut-être arrivée de la façon décrite par Dalbis (loc. cit.).
164. *Plantago Psyllium* L. (Syn. *P. indica* L., *P. arenaria* W. & K.)—Selby (1906) précise que cette espèce a été récoltée pour la première fois en Amérique du Nord à Dayton, Ohio; Groh (1946) signale qu'elle est présente au Canada depuis 1924. Au Québec, elle a été récoltée quatre fois: d'abord en 1929, par Rolland-Germain dans le port de Montréal (MT); en 1932, par H. Groh à Pointe-aux-Trembles (DAO) et en 1933, par W. G. Dore à Cowansville, Cté de Missisquoi. Nous avons vu les deux premiers spécimens cités pour notre province; le troisième est mentionné par Groh (loc. cit.). En 1957, J. P. Bernard (in litt.) nous affirme avoir à nouveau localisé cette plante dans le port de Montréal après d'intensives recherches. En 1964, nous ne l'avons pas revue à l'endroit ci-haut mentionné et de ce fait, nous doutons de sa persistance et de sa présence dans notre province au moment où ces lignes sont écrites.
165. *Plantago Rugelii* Dcne — Cette entité, indigène dans les régions plus méridionales de l'Amérique du Nord, est introduite au Québec. Avant Macoun (1883), les botanistes ne semblent pas la distinguer de *P. major*. Nous avons examiné l'herbier Holmes et nous y avons vu les deux espèces. Le Plantain de Rugel nous apparaît donc présent à Montréal au moins depuis 1821. On le rencontre dans les champs cultivés, les gazons, les pâturages, les terrains vagues de même que le long des routes et des voies ferrées. Dans notre province, sauf pour une récolte de La Pocatière, Cté de Kamouraska, il demeure restreint aux régions où le bilan radiatif annuel excède 23.5 kg cal.



DIPSACACEÆ

166. *Dipsacus sylvestris* Huds.— Gronovius (1739) mentionne la présence de cette plante en Virginie. Au Canada, Hubbert (1867) l'inclut dans son Catalogue et nous en avons vu une récolte de Port Dover, Ont., qui remonte à 1880. Au Québec, Campbell (1895) la signale à Lachine; depuis, elle n'a été trouvée que dans quelques localités du comté de Montcalm et à Philipsburg, Cté de Missisquoi. On la rencontre dans les pâturages et le long des routes. Dans notre pays, elle n'est bien établie que dans le sud de l'Ontario comme le démontre Montgomery (1957, Fig. 11) et ceci probablement pour des raisons d'ordre climatique.

CAMPANULACEÆ

167. *Campanula rapunculoides* L.— Cette espèce, introduite d'Europe comme plante ornementale, s'est rapidement naturalisée autour des habitations. Dès 1867, B. J. Harrington la récolte à St-André d'Argenteuil. On la trouve dans les jardins abandonnés, les cimetières et les terrains vagues de même que le long des routes et des voies ferrées. Elle tolère les lieux ombragés. Elle est générale dans le Québec habité et sa limite nord-est coïncide sensiblement avec l'isoligne de 2,000 degrés-jours. Même si elle ne semble pas être présente en Abitibi, elle est suffisamment rustique pour se rencontrer dans cette région.

COMPOSITÆ

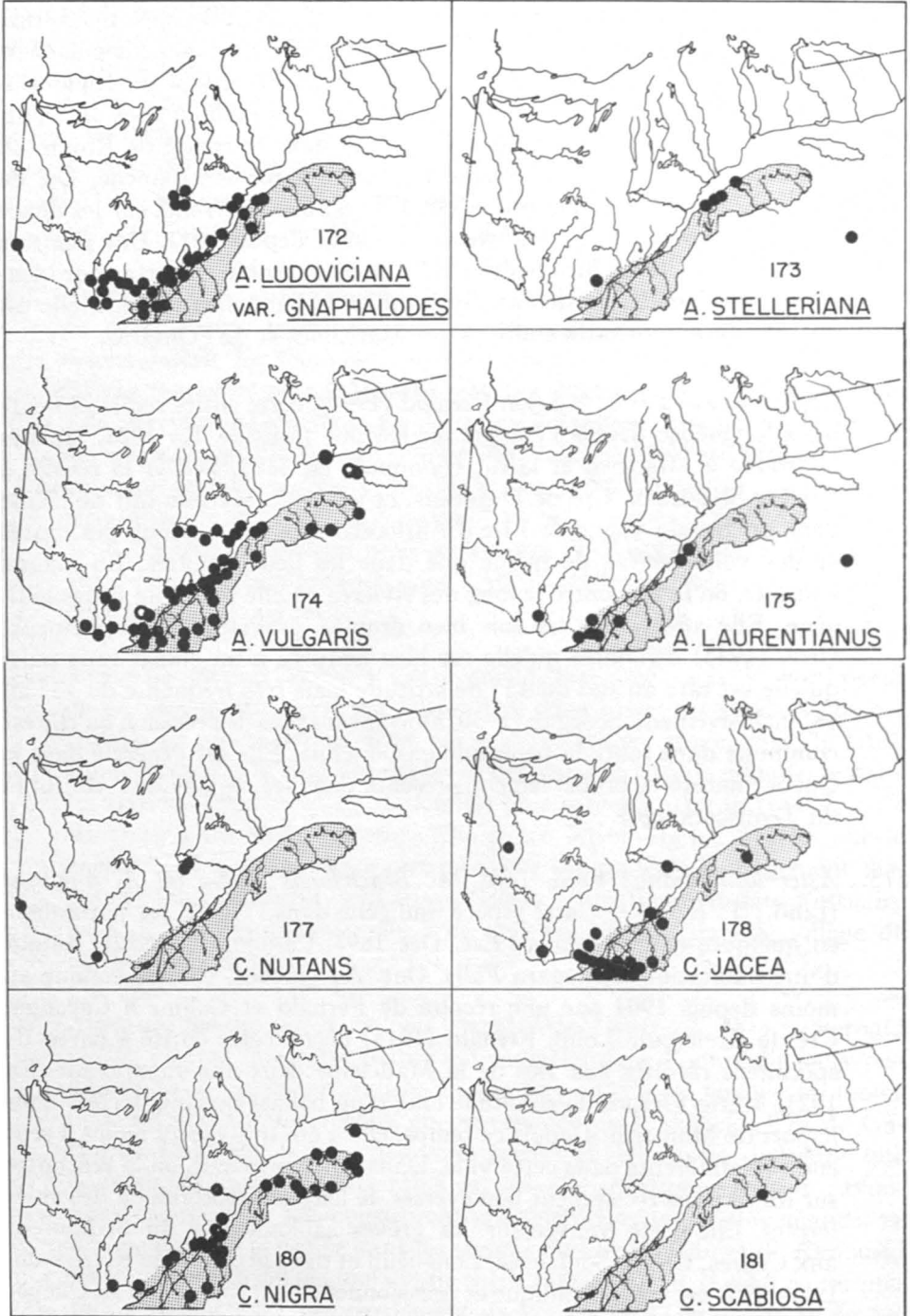
Subfam. I. TUBULIFLORÆ

168. *Anthemis Cotula* L.— Cette entité fut introduite par les premiers colons anglais établis en Nouvelle-Angleterre puisque Josselyn (1672) écrit: "*Plants as have sprung up since the English planted and kept cattle there*". Dès 1821, Holmes la récolte à Montréal et la dit très commune. Elle croît le long des routes et dans les terrains vagues. On la rencontre principalement dans les régions où le bilan radiatif annuel égale ou excède 25 kg cal. Elle devient nettement plus sporadique autour de Québec et vers le nord-est; nous ne la croyons pas persistante dans les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 18.5 kg cal.
169. *Arctium Lappa* L.— Les auteurs anciens ne font pas la distinction entre cette plante et *A. minus*. Nous avons examiné quelques spécimens de Macoun identifiés sous le nom de *A. Lappa* mais ils étaient tous des *A. minus*. *A. Lappa* est connu au Québec au moins depuis 1899 par une récolte de Fletcher en provenance de Brome Corner, Cté de Brome. R. Campbell l'a aussi récolté à Montréal entre 1886 et 1911. On le rencontre

le long des routes, des ruisseaux ou des chemins de fer de même que dans les lieux vagues et les dépotoirs. En Ontario, Montgomery (1957) le dit commun dans les comtés à l'ouest du Lac Ontario. Dans notre province, il demeure restreint à la région de Montréal et des Cantons de l'Est et ceci probablement pour des raisons d'ordre climatique. A notre connaissance, il n'a pas encore été trouvé en aval de Baie-du-Febvre, Cté d'Yamaska. Nous prévoyons qu'il atteindra un jour Québec, mais nous ne croyons pas qu'il pénétrera plus vers l'est, dans les régions où le bilan radiatif annuel est inférieur à 23.5 kg cal.

170. *Arctium minus* (Hill) Bernh.— Josselyn (1672) mentionne la présence de cette espèce introduite en Nouvelle-Angleterre par les premiers colons anglais. En 1821, Holmes la récolte à Montréal et la dit commune. Elle se rencontre principalement dans les champs, les lieux vagues et le long des routes. Très commune dans tout le Québec habité, il est étonnant de constater qu'elle est peu représentée dans les herbiers, probablement parce qu'on la juge trop encombrante au moment de la récolter sur le terrain. Schmitt (1904) la mentionne pour l'Île d'Anticosti sous le nom de *A. Lappa*; cet endroit nous paraît être sa limite septentrionale dans notre province; son absence dans l'Abitibi et le Témiscamingue semble plus apparente que réelle.
171. *Artemisia biennis* Willd.— Cette entité, indigène dans le nord-ouest de l'Amérique du Nord, est naturalisée dans l'Est. Au Québec, elle est connue au moins depuis 1864 par une récolte en provenance de Hull. On la rencontre le long des routes et des voies ferrées de même que dans les terrains incultes et les dépotoirs; plus rarement, on la trouvera sur les rivages du Saint-Laurent. Elle a été introduite en Abitibi par le chemin de fer. Dans notre province, elle est générale et largement distribuée puisque Dutilly et Lepage (1963) la mentionnent dans l'estuaire de la Rivière Nottaway; elle a de plus été récoltée dans le village de Natasquan dès 1928.
172. *Artemisia ludoviciana* Nutt., var. *gnaphalodes* (Nutt.) T. & G.— Fernald (1950) affirme que cette plante est indigène dans l'ouest du pays jusqu'en Ontario mais naturalisée au Québec, où elle est connue au moins depuis 1903 par une récolte en provenance de Wakefield, Cté de Gatineau. Elle croît le long des voies ferrées et des routes de même que dans les pâturages et les terrains vagues; elle affectionne les sols sablonneux et secs. Ces sols constituent nos microclimats les plus chauds, ce qui explique sa présence dans les régions du Lac St-Jean et de Rimouski où le nombre de degrés-jours varie entre 2,000 et 2,500. Il est à remarquer qu'on la rencontre principalement dans l'axe de l'Outaouais et du St-Laurent, voies migratoires naturelles pour les végétaux nous venant de l'Ouest.

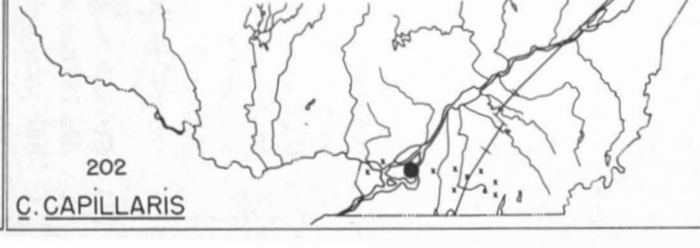
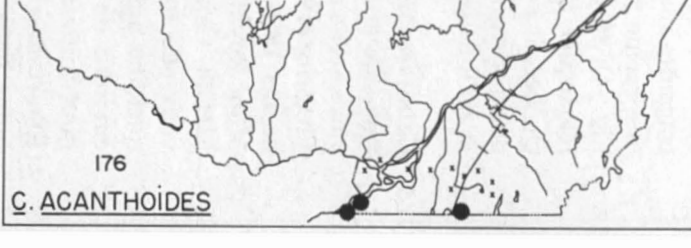
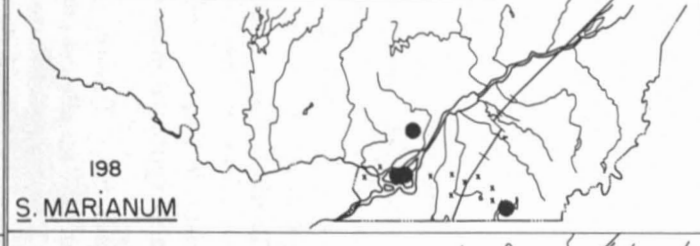
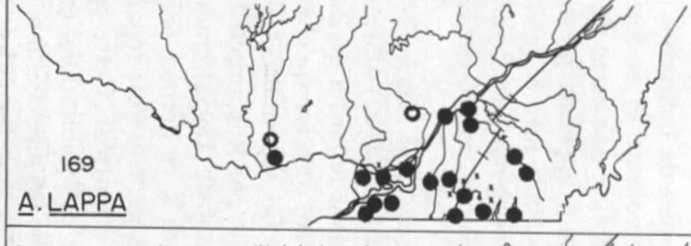
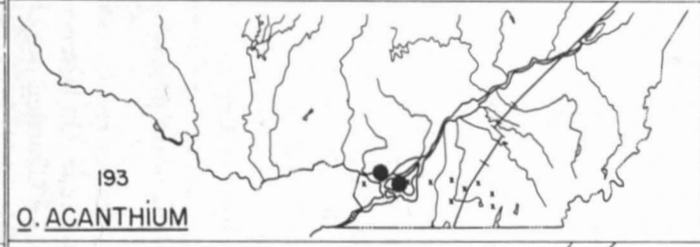
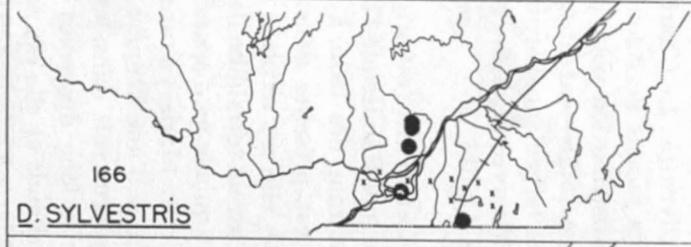
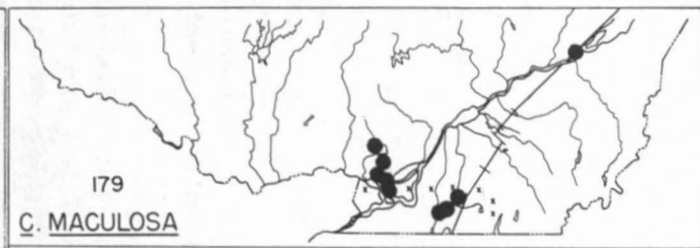
173. *Artemisia Stelleriana* Bess.— Fernald (1950) affirme que cette espèce est originaire du nord-est de l'Asie et qu'elle est échappée de culture depuis le début des années 1880. Au Québec, elle est connue depuis 1904 par une récolte en provenance de Pointe-au-Père, Cté de Rimouski. On la rencontre occasionnellement sur les grèves sablonneuses du Saint-Laurent de Bic jusqu'à Ste-Luce-sur-Mer dans le comté de Rimouski. Fernald et Collins l'ont également récoltée à Rivière-Blanche, Cté de Matane, au début du présent siècle. Elle est aussi présente sur les dunes de sables des Iles de la Madeleine au moins depuis 1912. Une plantule de Rawdon, Cté de Montcalm (MT) nous a semblé correctement identifiée. Au Canada, en dehors des localités ci-haut mentionnées, elle est naturalisée en quelques endroits des Maritimes et de l'Ontario.
174. *Artemisia vulgaris* L.— Selon Fernald (1900), cette entité serait présente dans le Québec depuis l'époque du Régime français. En 1821, Holmes la trouve à Montréal et la dit commune; en 1882, St-Cyr la récolte à Rivière Sheldrake, Cté de Duplessis, et en 1883, Macoun fait de même dans un terrain vague de l'Ile d'Anticosti. Elle croît le long des routes et des voies ferrées de même que dans les lieux incultes. En maints endroits, on la rencontre le long des rivières où elle prend un facies indigène. Elle affectionne les sols bien drainés, graveleux ou sablonneux. Groh (1944) démontre qu'elle est bien adaptée à un climat frais puisqu'elle est rare au sud du 45° de latitude mais très fréquente du 45° au 48° inclusivement. Scoggan (1950) affirme sans plus de précision qu'elle est commune dans toute la péninsule gaspésienne. Elle est générale dans le Québec habité et probablement présente dans les régions de l'Abitibi et du Témiscamingue.
175. *Aster laurentianus* Fern. (syn. *A. Brachyactis* Blake ou *A. angustus* (Lind.) T. & G.) — Cette espèce, indigène dans l'Ouest, est naturalisée en quelques endroits dans l'Est. Dès 1897, Cameron la récolte autour d'une habitation à Niagara Falls, Ont. Au Québec, elle est connue au moins depuis 1904 par une récolte de Fernald et Collins à Cacouna, Cté de Rivière-du-Loup. Fernald (1914) décrit cette entité à partir de spécimens récoltés aux Iles de la Madeleine deux ans auparavant. En 1921, Marie-Victorin la récolte le long d'un ballast de voies ferrées dans le port de Montréal. Depuis ce temps, elle a été trouvée au moins à sept endroits différents dans cette ville. Dans notre province, on la rencontre sur les terrains récemment bouleversés, le long des trottoirs ou des voies ferrées. Elle a été trouvée sur les grèves sablonneuses du St-Laurent aux Cèdres, Cté de Soulanges, Longueuil et dans le comté de Rivière-du-Loup. Elle est très sporadique et occasionnellement introduite au Québec où nous ne la croyons pas persistante, puisque la plupart des récoltes que nous avons vues dans les herbiers sont antérieures à 1940. En 1963, lors de travaux de construction à proximité de Drummondville, elle bor-



daît entièrement la Route no. 20 sur une distance d'au moins 1,500 pieds; l'année suivante, nous n'en avons cependant pas revu un seul plant.

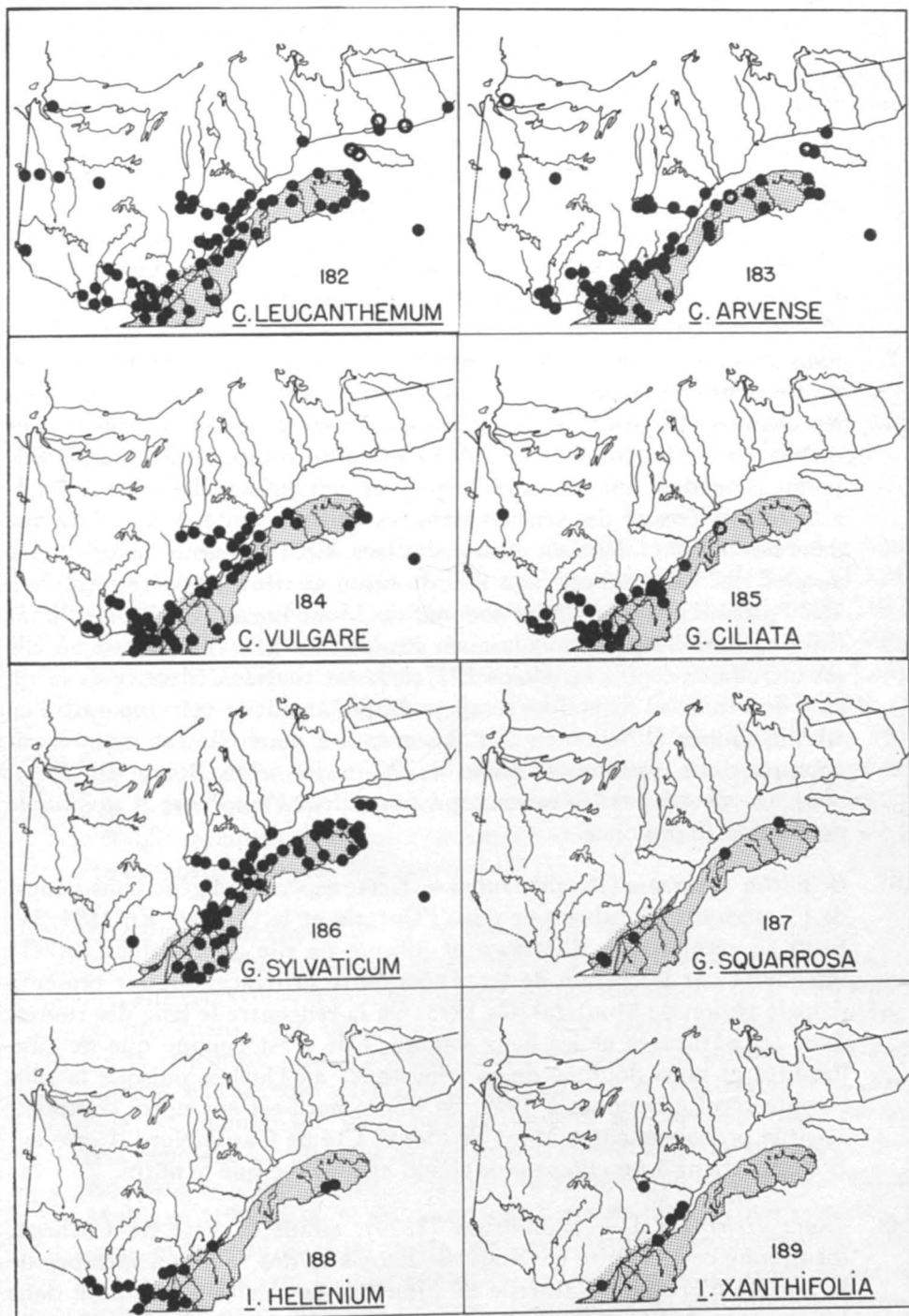
176. *Carduus acanthoides* L.— Brown (1880) signale cette plante à New-York. Elle est présente au Canada au moins depuis 1907 par une récolte en provenance de Snelgrove, Cté de Peel, Ont. Groh et Frankton (1948) la mentionnent pour Ottawa dès 1909. Au Québec, elle n'est connue que de quelques récoltes: en 1952, Bassett et Hamel la trouvent à 1 $\frac{1}{4}$ mille à l'est de St-Armand Station, Cté de Missisquoi (DAO), et à $\frac{1}{2}$ mille au nord-ouest de Ste-Agnès de Dundee, Cté d'Huntingdon (DAO); depuis ce temps, elle a été récoltée dans quelques localités du comté d'Huntingdon. Elle croît le long des routes, dans les lieux vagues et les pâturages où elle affectionne les sols secs, graveleux ou sablonneux. Cette espèce, très locale et d'introduction récente dans le Québec, persiste mais nous ne croyons pas qu'elle devienne envahissante dans notre province. Mulligan et Frankton (1954) en donnent une carte de distribution pour le Canada, où l'on peut constater qu'elle est très sporadique mais particulièrement concentrée dans le sud de l'Ontario.
177. *Carduus nutans* L.— Fowler (1878) mentionne la présence de cette entité à Chatham, Nouveau-Brunswick. Dès 1903, Macoun la récolte à Rivière-la-Pêche près de Wakefield, Cté de Gatineau (CAN). En 1951, Bassett et Hamel la trouvent à Desbiens, St-Jérôme et Ste-Croix, Cté de Lac St-Jean (DAO). La même année, G. Sirois récolte à Ville-Marie, Cté de Témiscamingue, la variété glabre (var. *Petrovicii* Arènes) (MTJB). On rencontre cette espèce le long des routes, dans les carrières de gravier et les pâturages sablonneux. En Ontario, Montgomery (1957) affirme qu'elle devient très commune dans les comtés où les sols sablonneux ou graveleux sont abondants. Elle est très sporadique au Canada comme le démontre les cartes de distribution de Mulligan et Frankton (1954); ces derniers précisent qu'elle ne peut s'établir dans les endroits cultivés tout comme l'espèce précédente. D'ailleurs, L. Cinq-Mars et l'auteur ont récemment constaté que les colonies de la région du Lac St-Jean sont bien établies et persistantes sans cependant envahir les cultures. Elles s'étendent même le long de la route jusqu'à Roberval.
178. *Centaurea Jacea* L.— Nuttall (1818) affirme que cette plante est naturalisée sur notre continent; au Québec, elle est connue au moins depuis 1850 par une récolte en provenance d'Ascot, Cté de Sherbrooke. Elle se rencontre généralement le long des routes et dans les vergers des Cantons de l'Est. En dehors de cette dernière région, elle demeure très sporadique. Elle pénètre parfois en certains endroits par le chemin de fer; c'est ainsi que nous pouvons expliquer sa présence à Val d'Or, Cté d'Abitibi-Est. Sa limite septentrionale en Amérique du Nord se situe dans notre province entre le 48° et le 49° de latitude.

179. *Centaurea maculosa* Lam.— Cette espèce est connue dans notre pays au moins depuis 1893 par une récolte de Macoun à Victoria, C.-B., et citée par Groh (1944). Dans le nord-est de l'Amérique, E. Fletcher (1913) la signale dans deux pâturages à Westford, Mass. Au Québec, elle est présente au moins depuis 1932 par une récolte de Marie-Anselme à Iberville; en 1933, Marie-Victorin et Rolland-Germain la découvrent au Mont Johnson. Cette plante croît le long des routes et des voies ferrées de même que dans les pâturages et les lieux vagues. Elle semble affectionner les sols sablonneux. Elle est persistante mais très sporadique dans la région de Montréal. Dans les Maritimes, elle ne paraît connue que par une seule récolte en provenance de la Nouvelle-Écosse et mentionnée par Roland (1947). Sa limite nord-est sur notre continent se situe à Ste-Foy, où elle fut trouvée par G.-W. Corrivault en 1952. Dans notre province, elle semble présentement restreinte aux régions où le bilan radiatif annuel égale ou excède 25 kg cal.
180. *Centaurea nigra* L.— Dès 1850, un membre de la Société d'Histoire Naturelle de Montréal récolte cette entité à Ascot, Cté de Sherbrooke. En 1882, elle est déjà présente dans le bassin de Gaspé et Macoun (1884) la dit fréquente dans le nord-est du Québec. On la rencontre dans les lieux vagues, les vieux pâturages et parfois les champs en culture et les gazons; elle croît aussi le long des routes et des voies ferrées. Contrairement à l'espèce précédente, elle est absente dans les Cantons de l'Est et la région immédiate de Montréal; bien adaptée à un climat frais, elle est principalement répartie à l'est de la ville de Québec et elle atteint l'île d'Anticosti. Dans notre province, sa limite septentrionale se situe donc à proximité du 50° de latitude.
181. *Centaurea Scabiosa* L.— Cette plante est connue au Canada au moins depuis 1897 par une récolte en provenance de Snelgrove, Ont. J. M. Macoun (1901) affirme qu'il s'agit de la première récolte canadienne et de la seconde en Amérique. Au Québec, Fernald *et alii* la récoltent dès 1904 dans un champ de grain à proximité de Carleton, Cté de Bonaventure. Cette espèce est persistante à cet endroit puisque tous les spécimens québécois proviennent de cette unique localité; en 1964, L. Cinq-Mars et l'auteur l'ont trouvée le long de la Route no. 6, à 3 milles à l'ouest du village ci-haut mentionné. Montgomery (1957) la dit très sporadique en Ontario. Cette assertion est également vraie pour tout le pays.
182. *Chrysanthemum Leucanthemum* L.— Gronovius (1739) signale la présence de cette entité en Virginie. Selon Fernald (1903), Manasseh Cutler la dit très nuisible autour de Boston dès 1785. Elle est commune à Montréal au dire de Holmes lorsque ce dernier la récolte en 1821. Elle croît dans toutes les cultures, les pâturages et les lieux vagues de même que le long des routes et des ballasts de voies ferrées. Dale *et alii* (1965) affirment qu'elle préfère les sols de texture moyenne, assez pauvres en matière



organique, et où le pH varie de 6.5 à 7.8. Ubiquiste à la suite du passage de l'homme, on la rencontre vers le nord québécois depuis Rupert House jusqu'à Port Harrington.

183. *Cirsium arvense* (L.) Scop.— Dewey (1901) affirme que dès 1777 cette entité a été introduite avec du foin dans l'est de l'État de New-York. Elle est probablement établie au Québec depuis la même époque; en effet, lorsque Holmes la récolte en 1821 à Montréal, il la dit très commune. Macoun (1884) affirme qu'elle est abondante au point de rendre impraticables certaines routes secondaires de l'Ontario. On la rencontre partout: le long des routes et des chemins de fer, dans les lieux vagues, les pâturages et les cultures. Au Canada, aucun facteur climatique ne semble jouer un rôle dans la distribution de cette plante puisqu'elle est présente d'un océan à l'autre comme le révèle Lindsay (1954, Map. 1). Sur notre continent, elle n'est absente que dans le sud des États-Unis peut-être à cause du photopériodisme. Dutilly et Lepage (1948) la mentionnent autour du poste de Rupert House, endroit qui nous paraît être présentement sa limite septentrionale dans notre province.
184. *Cirsium vulgare* (Savi) Tenore — Holmes récolte cette plante à Montréal dès 1821 et affirme qu'elle est commune. On la rencontre dans les mêmes habitats que l'espèce précédente. Le Chardon des champs est cependant beaucoup plus envahissant du fait qu'il émet de nombreuses racines traçantes munies de bourgeons adventifs. Le Chardon vulgaire possède une racine pivotante et ne forme jamais de colonies. Mulligan (1965, Fig. 4) en donne une carte de distribution pour le Canada et il est à remarquer qu'il apparaît presque totalement absent des Prairies. Au Québec, il est plus rare et moins largement distribué que le précédent puisque sa limite nord-est coïncide avec l'isoligne de 2,000 degrés-jours et qu'il ne semble pas présent en Abitibi.
185. *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake — Cette entité est originaire de l'Amérique tropicale et Blake (1922) affirme que Rafinesque l'a notée comme mauvaise herbe dans le jardin de Bartram, dès 1836, à Philadelphie. Marie-Victorin (1935) précise qu'elle est présente dans le New-Hampshire depuis 1866. En septembre 1893, elle est récoltée par N. D. Keith au Mont Royal et par R. Campbell sur un terrain bouleversé de l'Université McGill. Campbell (1895a) craint qu'elle ne disparaisse par suite de travaux effectués à ce dernier endroit. Marie-Victorin (1913) écrit qu'en quelques années, elle s'est répandue d'une manière prodigieuse dans les environs de Montréal. Cette espèce croît dans les champs et les jardins, autour des habitations et le long des voies de communications. Elle recherche les microclimats chauds et elle est particulièrement commune dans les grandes villes; Marie-Victorin (1935) émet l'hypothèse qu'elle s'est répandue par suite de l'extension du commerce américain de la banane. Elle a déjà été récoltée à Rimouski et plus récemment à



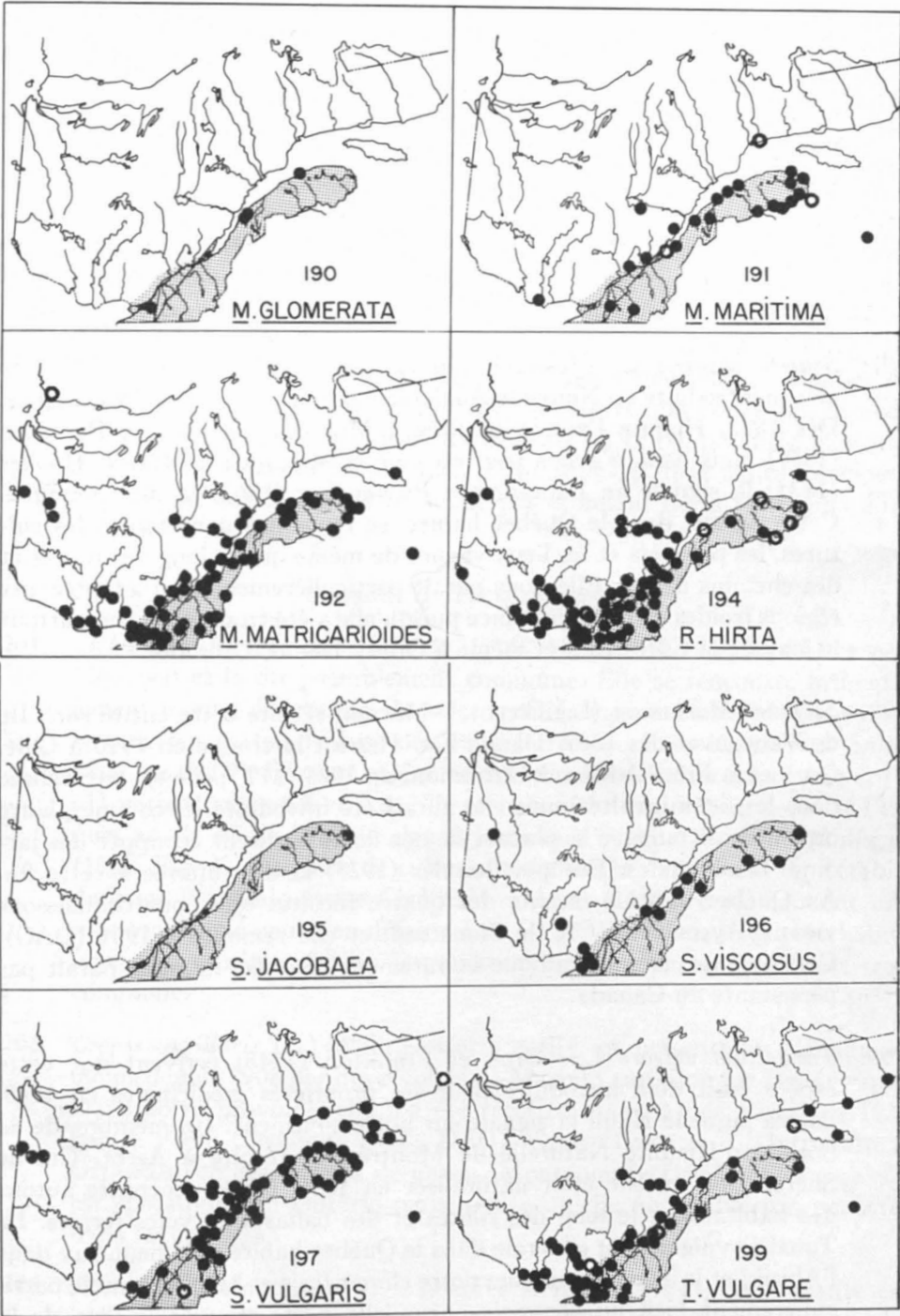
Val d'Or, Cté d'Abitibi-Est; malgré ces deux stations excentriques, nous croyons qu'elle appartient aux régions où le bilan radiatif annuel est égal ou supérieur à 23.5 kg cal.

186. *Gnaphalium sylvaticum* L.—Hooker (1833) mentionne cette plante pour le Canada, mais Hubbert (1867) met en doute cette mention. Il est très difficile de déterminer si elle est indigène ou naturalisée en Amérique du Nord. La plupart des auteurs la croient indigène, quelques-uns sont d'avis contraire. Nous optons pour l'opinion de ces derniers parce que Macoun (1884) la signale dans des endroits habités comme Campbellton, N.-B., et North Sydney, N.-E., sans la mentionner pour le Québec. Dans cette dernière province, les plus anciennes récoltes que nous avons vues sont de Macoun; elles remontent à 1907 et proviennent de Percé et de Gaspé. Cette entité se rencontre le long des routes, dans les champs en culture et les pâturages; Cinq-Mars (1943) mentionne qu'elle est commune dans de tels habitats du comté de Rimouski. Elle prend cependant un facies indigène très net puisqu'elle croît aussi le long des rivières et des sentiers dans les bois de conifères de même que dans des habitats déboisés autour des lacs. En 1965, nous l'avons notée au pied du Mont Albert (non loin du Gîte) et elle a déjà été récoltée à 2,000 pieds d'altitude vers le sommet du Mont Logan. Espèce de climat frais, sa limite septentrionale nous semble être l'Ile d'Anticosti où elle est introduite depuis au moins 1927; elle est toutefois absente de la région de Montréal mais il ne serait pas étonnant de la voir apparaître en Abitibi. Soper (1949) n'en fait pas mention mais elle est maintenant présente dans quelques localités de l'Ontario, selon Boivin (in litt.); nous ne voyons pas les raisons qui pourraient l'empêcher d'envahir le nord de cette province.
187. *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal — Cette espèce, indigène dans l'ouest de l'Amérique, est adventice dans l'Ontario et le Québec. En 1891, W. Scott la récolte près d'Ottawa et affirme qu'elle a probablement été introduite par le chemin de fer. Dans notre province, elle est présente dans la région de Montréal dès 1925. On la rencontre le long des routes, dans les pâturages et les lieux vagues. Elle n'est connue que de cinq localités et nous doutons de sa persistance au Québec puisque la plus récente récolte remonte à 1949. Sa limite nord-est sur notre continent se situe probablement à Mont St-Pierre, Cté de Gaspé-Nord. Cette entité appartient à un climat plus chaud et plus sec que le nôtre.
188. *Inula Helenium* L.—Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, mentionne cette plante en Nouvelle-Écosse et dès 1850, un membre de la Société d'Histoire Naturelle de Montréal la récolte à Compton dans les Cantons de l'Est. Elle croît dans les pâturages calcaires, les champs et le long des routes. Macoun (1884) la dit fréquente au Québec ce qui ne semble plus être le cas présentement. Elle appartient aux régions où le

nombre de degrés-jours excède 3,000 sauf pour quelques stations dans la Baie des Chaleurs où ce nombre se situe autour de 2,500.

189. *Iva xanthifolia* Nutt.— Cette entité, indigène dans les provinces des Prairies, est adventice dans les provinces de l'Est. Dès 1897, Cameron la récolte à Niagara Falls, Ont. Au Québec, elle est trouvée à la même époque par Campbell à Montréal. Marie-Victorin (1913) la signale autour d'un dépôt de charbon dans la même ville. Elle se rencontre dans les lieux vagues et le long des voies ferrées. Malgré notre carte de distribution, cette espèce n'est persistante que dans la ville de Montréal où elle croît à plusieurs endroits. Nous l'avons déjà observée à Baie St-Paul mais, après deux ou trois ans, elle était complètement disparue. Le chemin de fer semble être le responsable de sa présence dans l'Est puisque Marie-Victorin (1935) affirme qu'elle se maintient difficilement par les wagons de marchandise et Montgomery (1957) l'observe dans les cours de triage du sud de l'Ontario. Elle appartient certainement à un climat plus chaud et plus sec que le nôtre.
190. *Madia glomerata* Hook.— Cette plante, indigène dans l'ouest de l'Amérique, est parfois adventice dans l'Est. Une récolte de Marie-Victorin et Rolland-Germain à Longueuil en 1927 (DAO) et citée par Groh (1944) sous le nom de *M. sativa* a été révisée en 1966 par B. Boivin à *M. glomerata*. M. D'Amours la trouve à Trois-Pistoles, Cté de Rivière-du-Loup, en 1928 (DAO). L. Cinq-Mars, sur l'indication de R. Cayouette, la récolte le long de la Route no. 6 à Capucins, Cté de Matane, en 1965 (QFA); ce spécimen a été distribué sous le nom de *M. sativa* mais révisé par Boivin en 1966. Pour des raisons d'ordre climatique, cette entité s'établit rarement dans notre province et elle ne semble pas encore avoir été rapportée pour les Maritimes.
191. *Matricaria maritima* L.— Il ne fait aucun doute que cette espèce fut d'abord introduite dans les Maritimes, il y a environ un siècle. Au Québec, elle est connue depuis au moins 1880 par une récolte de J. Richardson en provenance des Iles de la Madeleine et citée par Macoun (1884). On la rencontre principalement dans les champs en culture et les lieux vagues; elle semble affectionner les sols secs et relativement pauvres. Elle est maintenant largement naturalisée en Gaspésie mais pénètre très peu dans la vallée du Saint-Laurent en amont de la ville de Québec. En Ontario, Montgomery (1957) ne la signale que dans trois localités. Mulligan (1965, Fig. 6) en donne une carte de distribution pour le Canada et précise qu'il en existe deux populations distinctes dans notre pays; la première, la plus agressive, est tétraploïde et colonise les endroits chauds et secs des Prairies canadiennes; la seconde est diploïde et croît sous un climat frais et humide à l'est du 71° de longitude ouest.

192. *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter — Cette plante, indigène sur la côte du Pacifique, est naturalisée dans l'Est. Macoun (1884) ne la mentionne pas pour l'est du pays et au Québec, la première récolte que nous avons vue remonte à 1912; celle-ci est de Fernald et provient des Iles de la Madeleine. Cette entité croît sur les fermes, autour des habitations, le long des routes et des voies ferrées. Introduite dans notre province depuis une cinquantaine d'années, elle s'est très rapidement adaptée à notre climat puisqu'elle a déjà été trouvée aussi au nord que Fort Chimo (en dehors de notre carte). Dutilly *et alii* (1958) la mentionnent à Vieux Comptoir et autour de la plupart des postes de la Baie James. Elle est aussi présente autour du camp situé au sommet du Mont Albert dans les Shickshocks. Elle est d'ailleurs très tolérante devant les facteurs climatiques puisque Cronquist (1955) la mentionne depuis l'Arizona jusqu'en Alaska et que Porsild (1932) la dit présente au Groenland dès 1899.
193. *Onopordum Acanthium* L.—Hubbert (1867) mentionne cette espèce pour le Canada. En 1878, Burgess la récolte à London, Ont., et Fowler (1878) la signale au Nouveau-Brunswick. Au Québec, elle n'est connue que par deux spécimens. L'un d'eux fut récolté en 1927 par Edmond Roy à Outremont (DAO) et l'autre, en 1941 par Louis-Marie à Oka (QFA). Ce dernier spécimen est ainsi annoté: « Introduit depuis 25 ans, cultivé et jeté dans le coin du pacage ». Cette entité demeure très sporadique dans notre pays où elle a été rarement récoltée.
194. *Rudbeckia hirta* L. (syn. *R. serotina* Nutt.) — Cette plante est indigène dans l'Ouest et même jusqu'en Ontario au dire de Soper (1949). Marie-Victorin (1935) affirme qu'elle aurait été introduite ici vers 1830 avec de la graine de Trèfle rouge venue de l'Ouest. Un membre de la Société d'Histoire Naturelle de Montréal la récolte à Ascot, Cté de Sherbrooke, où elle était naturalisée dès 1850. Provancher (1862) l'inscrit dans sa « Flore Canadienne » parmi les plantes cultivées. On la rencontre dans les champs et les vieux pâturages de même que le long des routes et des voies ferrées. Elle semble affectionner particulièrement les sols sablonneux et pauvres en matière organique. Elle est générale dans tout le Québec habité et sa limite septentrionale nous paraît être l'Ile d'Anticosti où elle fut introduite dès 1917.
195. *Senecio Jacobæa* L.—Mackay (1915) affirme que cette espèce est introduite à Pictou, Nouvelle-Écosse, depuis les environs de 1850. En 1904, Collins, Fernald et Pease la trouvent sur un ballast près d'un entrepôt à York, Cté de Gaspé-Nord (GH). Ce spécimen demeure le seul que nous connaissions pour le Québec. Les plus anciennes récoltes proviennent des Maritimes où elle a été le plus souvent notée au Canada. Erskine (1960, Map 782) démontre qu'elle est toujours commune dans l'Ile-du-Prince-Edouard.

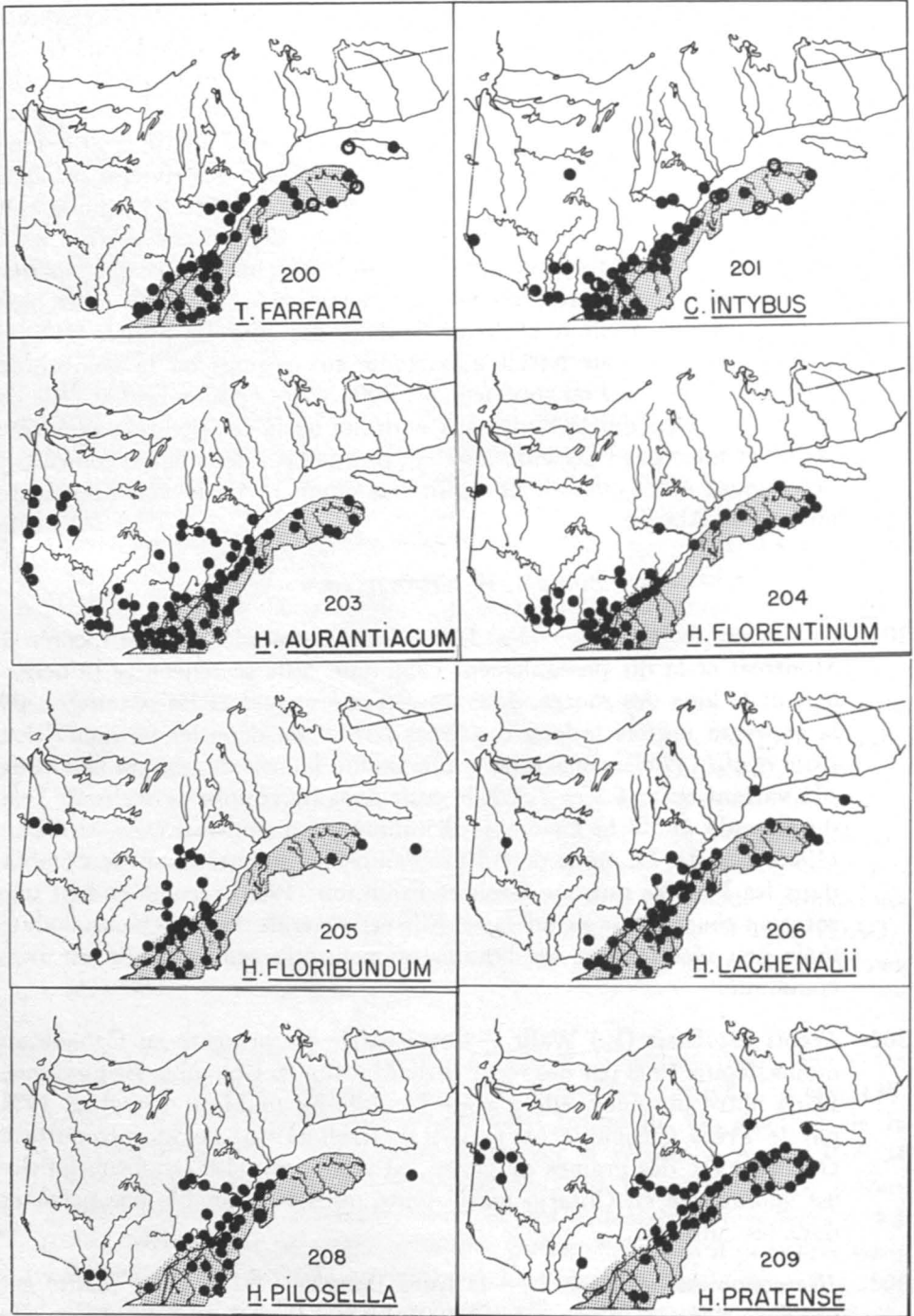


196. *Senecio viscosus* L.—Fowler récolte cette entité à Shediac, Nouveau-Brunswick, dès 1868. Au Québec, elle est présente au moins depuis 1922 par une récolte de Marie-Victorin à Pointe-Lévis. Elle croît dans les terrains incultes ou récemment bouleversés ainsi que le long des routes et des voies ferrées. En Ontario, Montgomery (1957) n'en mentionne que deux récoltes, toutes deux dans le sud-est de cette province. A l'Herbier CAN, nous n'avons pas vu de matériel canadien pour les provinces situées à l'ouest de la nôtre; il y en a cependant à l'Herbier DAO mais il est relativement récent. Au Québec, cette espèce est peu fréquente mais largement distribuée; dans notre pays, elle semble se déplacer lentement d'Est en Ouest.
197. *Senecio vulgaris* L.—Josselyn (1672) mentionne la présence de cette plante introduite en Nouvelle-Angleterre par les premiers colons anglais. Dès 1822, Holmes l'aurait récoltée à Montréal au dire de Barnston (1859) mais nous n'avons pas retrouvé ce spécimen à McGill. Hooker (1834) la signale au Labrador et Provancher (1862) la dit commune. Cette espèce, dans le Québec habité, se rencontre dans toutes les cultures, les potagers et les lieux vagues de même que le long des routes et des chemins de fer. Elle nous paraît particulièrement bien adaptée aux régions froides de notre province puisqu'elle a été trouvée un peu partout le long de la Côte-Nord et même à Grady Island, Labrador.
198. *Silybum Marianum* (L.) Gært. — Macoun récolte cette entité sur l'île de Vancouver dès 1887. Dans l'Est, Herriot la trouve en 1910 à Galt, Ont., et la Frère Adrien, à Outremont en 1925 (MT); elle est naturalisée dans les lieux incultes mais elle aurait été introduite ici comme plante ornementale puisque la plupart de nos flores la disent échappée des jardins. D'ailleurs en Europe, Bonnier (1923) la dit cultivée à cette fin. Au Québec, la plus récente des quatre récoltes que nous connaissons vient d'Ayers Cliff, Cté de Stanstead, et elle remonte à 1961 (DAO). Cette plante, très sporadique et rarement récoltée, ne nous paraît pas persistante au Canada.
199. *Tanacetum vulgare* L.—Groh et Frankton (1948) écrivent que cette espèce était déjà introduite pour ses propriétés médicinales en 1748, date à laquelle Kalm la signale sur notre continent. Un membre de la Société d'Histoire Naturelle de Montréal la récolte à Ascot, Cté de Sherbrooke, où elle était naturalisée en 1850. On la rencontre autour des habitations, le long des routes et des ballasts de voies ferrées. La Tanaïse vulgaire est générale dans le Québec habité sauf peut-être dans l'Abitibi et le Témiscamingue; notre climat frais et humide semble particulièrement bien lui convenir puisqu'elle a été trouvée le long de la Côte-Nord jusqu'à Port Harrington et Gardner l'a même récoltée à Château Bay, Labrador.

200. *Tussilago Farfara* L.—Provancher (1862) mentionne la présence de cette entité sans en préciser la distribution. En 1872, Fowler la récolte à Bass River, Cté de Kent, Nouveau-Brunswick. J. M. Macoun (1895) cite une récolte de Sutton Junction, Cté de Brome, et il précise qu'elle n'avait jamais encore été rapportée à l'ouest du Nouveau-Brunswick; Schmitt (1904) la signale sur l'Île d'Anticosti. Cette plante croît le long des routes, dans les lieux vagues, sur les platières des rivières ou dans des pentes d'éboulis. Waltz (1962) présente une étude écologique très intéressante du *Tussilage* pour la Gaspésie. Cet auteur affirme qu'il s'agit d'une espèce mésophyte pionnière de milieu humide, ce qui explique qu'elle recherche les sols récemment bouleversés, humides mais bien drainés. Même si elle a été trouvée dans des endroits abrités de l'Île d'Anticosti, elle nous paraît appartenir aux régions où le nombre de degrés-jours est égal ou supérieur à 2,000. Notre opinion rejoint celle de Waltz (loc. cit.) qui la limite aux endroits où la température moyenne de juillet n'est pas inférieure à 62° F, puisque ces deux lignes coïncident exactement entre elles. Il ne serait pas étonnant de la voir apparaître un jour en Abitibi.

Subfam. II. LIGULIFLORÆ

201. *Cichorium Intybus* L.—Dès 1821, A. Holmes récolte la Chicorée à Montréal et la dit passablement commune. Elle se rencontre principalement le long des routes, dans les terrains vagues et les pâturages; on la trouvera parfois le long des voies ferrées ou dans les jardins. Selon Dale *et alii* (1965), cette espèce affectionne les sols de texture fine et de pH variant entre 6.5 et 7.8. Elle croît dans les régions agricoles de l'est du Canada et de la Colombie-Britannique comme le révèle Mulligan (1965, Fig. 4). Le mode de culture l'empêche probablement de s'établir dans les Prairies puisque Groh et Frankton (1948) recommandent une rotation courte pour s'en défaire. Elle est générale dans le Québec habité mais peu récoltée par les botanistes, peut-être parce qu'elle est trop commune.
202. *Crepis capillaris* (L.) Wallr.—Cette entité est présente au Canada au moins depuis 1908 par des récoltes de Macoun en Colombie-Britannique. Dans notre province, elle n'a été récoltée qu'au Mont Royal en 1934 par le Frère Cléonique (MT, DAO). Groh (1946) la dit introduite à Ottawa avec des graines de gazon. Montgomery (1957) affirme qu'elle est sporadique en Ontario mais ajoute qu'elle ne semble pas persister dans les cultures.
203. *Hieracium aurantiacum* L.—D'après Bonnier (1924), cette plante est indigène dans les Alpes entre 1,400 et 2,600 mètres et il ajoute qu'elle est cultivée comme plante ornementale, surtout pour décorer les plates-bandes. Provancher (1862) la décrit parmi les plantes cultivées et il



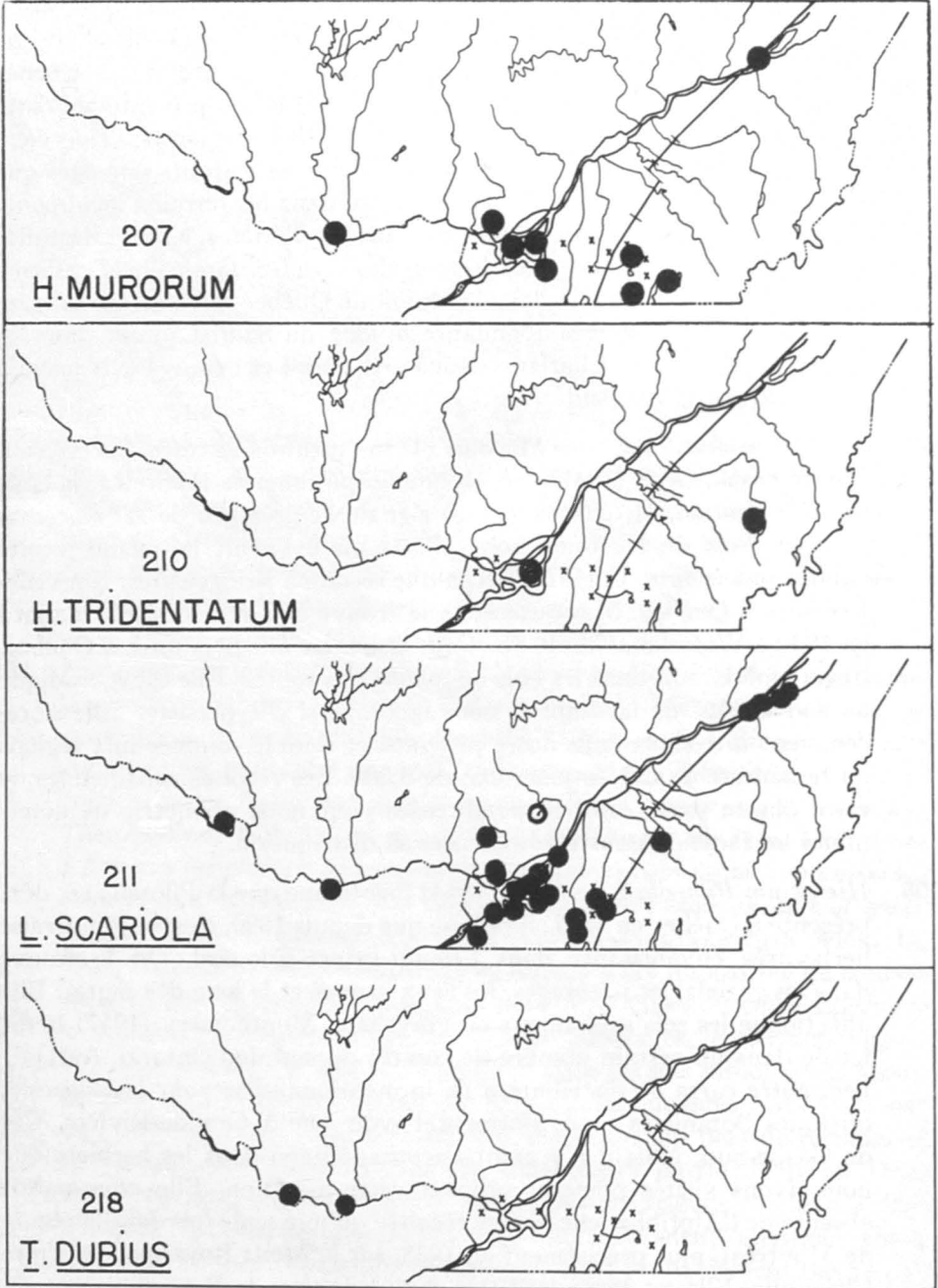
recommande de la semer tôt au printemps. Macoun (1886) mentionne une récolte de Magog par un monsieur Giroux; nous n'avons pas encore localisé ce spécimen. Selon Chapais (1901), vers 1875, on la rencontre au Vermont comme plante d'ornement, donnée en prime par un journal agricole du temps. On s'aperçut tout de suite de sa tendance à tout envahir mais on ne s'en est pas occupé. D'après le même auteur, en 1901, elle avait déjà envahi tout le nord des États du Vermont, du Maine et de New-York. Fernald (1905) affirme qu'au moment de son introduction en Nouvelle-Angleterre, on l'appelait "Venus's paint-brush", mais que ce nom fut rapidement changé pour "Devil's paint-brush". Nous en avons vu une récolte de W. Scott faite à Granby, Cté de Shefford, en 1892. A la suite d'une visite effectuée durant l'hiver 1901 dans le sud du comté de Compton, Chapais (loc. cit.) écrit: « *Dans presque toutes les paroisses que j'ai visitées, l'on m'a demandé des renseignements sur une nouvelle mauvaise herbe qui envahit le sol depuis quelques années et qui prend un développement rapide dans les prairies et les pâturages. J'ai pu l'identifier, d'après les renseignements donnés et me suis convaincu qu'il s'agit de l'épervière orangée* ». Dalbis (1921) la dit commune dans les pâturages élevés des Cantons de l'Est et la mentionne dans l'Ontario.

Cette espèce se rencontre principalement dans les vieux pâturages, les terrains incultes, les gazons, les champs de foin, le long des routes ou des voies ferrées et parfois dans les clairières. Selon Dale *et alii* (1965), elle affectionne les sols acides, pierreux et pauvres en matière organique. Grâce à ses nombreux stolons et au grand nombre de graines qu'elle produit, elle s'est répandue très rapidement dans tout le Québec habité, où elle a trouvé des conditions climatiques optimales à son développement.

Cette entité introduite dans le Parc des Laurentides depuis une trentaine d'années, est maintenant abondante tout le long du Boulevard Talbot entre les deux barrières du Parc. Cayouette (1953), à la suite d'une étude préliminaire effectuée dans la région de Québec, précise qu'elle commence à croître lorsque la température minimum est d'environ 45° F et la longueur du jour d'environ 15 heures. Il affirme de plus qu'elle cesse d'être agressive au 48° 30' de latitude nord. En 1965, L. Cinq-Mars la récolte à plusieurs endroits de l'Abitibi et la dit très répandue dans toute cette région. L'année précédente, nous l'avions notée à Rivière-au-Renard, Cté de Gaspé-Nord, où favorisée par un climat frais et humide, elle couvrait des champs entiers et à perte de vue. Il est maintenant certain que l'Epervière orangée demeure très agressive, du moins en Gaspésie, jusqu'au 49ième parallèle. Sa limite septentrionale actuelle nous paraît coïncider sensiblement avec l'isoligne de 2,000 degrés-jours.

204. *Hieracium florentinum* All.— Selon Hansen (1920), cette plante a été introduite d'Europe dans la partie septentrionale de l'État de New-York vers 1879 et elle s'est par la suite répandue plus rapidement vers le nord que dans toute autre direction. En 1905, elle est récoltée à Irena, Ont., et Youghall, N.-B., respectivement par Merkley et Fletcher. Elle est trouvée à Kingsmere, Cté de Gatineau, en 1917. Les pacages, les bords de routes et les terrains vagues sont les endroits de prédilection de cette entité. Même si nous n'avons pas vu de spécimens antérieurs à 1917 pour le Québec et à 1905 pour le Canada, il y a lieu de croire, d'après les commentaires de Hansen (loc. cit.), que cette Épervière est arrivée dans le comté d'Huntingdon assez tôt après son introduction en Amérique. Montgomery (1957) affirme qu'elle est, en Ontario, l'espèce la plus commune et la plus largement distribuée après *H. aurantiacum*. Groh (1947) la dit très abondante dans Vaudreuil-Soulanges et il ajoute, selon l'opinion de Frankton, qu'elle est plus commune que l'Épervière orangée dans le comté d'Huntingdon. Il semble bien, dans le sud-ouest du Québec, que *H. florentinum* nous est arrivée à la fois par l'État de New-York et par l'Ontario. De plus, son abondance dans la Baie des Chaleurs nous suggère un troisième centre d'origine, celui-là en provenance du Nouveau-Brunswick où elle fut également très tôt récoltée. Dans notre province, La Sarre et Mont-Louis nous paraissent présentement être les limites septentrionales de cette Épervière.
205. *Hieracium floribundum* Wimm. & Grab.— Kennedy (1902) mentionne la présence de cette espèce à Cutler, Maine, et il précise qu'elle est nouvelle pour les États-Unis. Fernald (1905) écrit à propos de cette station: "In 1900 there appeared in a hayfield at Cutler, Maine, a small patch — a few feet across of (the closely related) *Hieracium floribundum*. The plant was looked upon merely as a curiosity but in July, 1902, when I first saw the plant, it had spread by means of its strong and very numerous runners and in two years had utterly ruined more than an acre of grassland". En 1906, elle est trouvée à Norton, Nouveau-Brunswick. En 1931, Groh la récolte à Grand'Mère; il nous a été impossible de trouver un spécimen antérieur à cette date pour le Québec, où cette Épervière se rencontre dans les champs incultes, les pâturages, les terrains vagues et le long des routes. Elle croît très bien dans les sols sablonneux. Montgomery (1957) affirme qu'elle est locale dans quelques comtés du sud de l'Ontario. Dans l'Herbier DAO, il y a beaucoup plus de récoltes en provenance des Maritimes que de toute autre partie du pays. Dans notre province, elle est fréquente dans certaines régions et absente dans d'autres. Marie-Victorin (1935) n'en fait nullement mention. Cette entité, récemment introduite au Québec, n'est probablement pas encore parvenue dans toutes les régions où elle est susceptible de s'adapter; elle a toutefois atteint rapidement l'Abitibi et le Lac St-Jean.

206. *Hieracium Lachenalii* C. C. Gmel. (Syn. *H. vulgatum* Fries).— Il est impossible d'établir quand et comment cette plante est arrivée au Canada. Provancher (1862) n'en fait pas mention; Lawson (1864) la signale cependant à Pointe Lévis, (Doie in litt.) D.-N. Saint-Cyr la récolte à l'Île d'Orléans en 1884. Fernald (1900) la croit établie ici depuis l'époque du Régime français. De toute façon, elle doit être établie au Québec depuis fort longtemps puisque Macoun (1884) la dit présente à Pointe Lévis, de Matane à Cap-des-Rosiers et sur l'Île d'Anticosti; l'Épervière vulgaire est alors si largement distribuée dans des endroits sauvages que Macoun la croit indigène. On la rencontre dans les terrains incultes ou récemment bouleversés de même que dans les clairières, les bois dégradés de la vallée du St-Laurent et le long des rivières. Groh (1947) affirme qu'elle est plus commune dans la région de Québec que partout ailleurs au Canada. Elle est très abondante le long du Saint-Laurent dans les comtés de Québec et Charlevoix sur la rive nord et depuis Lévis jusqu'à Rimouski sur la rive sud.
207. *Hieracium murorum* L.— Macoun (1886) mentionne cette Épervière à Pointe Lévis; Groh (1947) précise que le spécimen de Pointe Lévis était un *H. vulgatum*. Hitchcock (1905) signale la présence de *H. murorum* dans un bois de Northampton, Mass., où il l'avait lui-même récolté l'année précédente. En 1921, Fernald le récolte à Bridgewater, Nouvelle-Écosse; au Québec, Marie-Anselme le trouve à deux occasions, d'abord en 1930 à Waterloo, Cté de Shefford, et quatre ans plus tard, à Québec. Cette espèce croît dans les bois ou le long des routes. Elle est sporadique au sud du 46° de latitude et nous ignorons si elle persiste. Elle est récemment introduite dans notre province et semble confinée aux régions où le nombre de degrés-jours excède 3,000. Les récoltes canadiennes de cette plante sont trop peu nombreuses pour nous permettre de déterminer les facteurs pouvant influencer sa distribution.
208. *Hieracium Pilosella* L.— Groh (1944) mentionne que la Piloselle est déjà présente à Québec en 1867; il précise que depuis 1890, c'est une mauvaise herbe très envahissante dans l'Île-du-Prince-Édouard. On la trouve dans les gazons, les pâturages, les lieux vagues et le long des routes. Elle affectionne les sols sablonneux ou graveleux. Montgomery (1957) la dit locale dans un certain nombre de comtés du sud de l'Ontario. Au Québec, notre carte de distribution ne la mentionne pas pour la Gaspésie; quelques botanistes nous affirment l'avoir vue à Grande-Rivière, Cté de Gaspé-Sud, mais il n'y avait aucun spécimen dans les herbiers que nous avons visités pouvant prouver cette assertion. Elle nous paraît absente de l'Abitibi et elle n'a été récoltée qu'une seule fois dans la région de Montréal, plus précisément en 1938, sur le Mont Royal par le Frère Cléonique. Elle est cependant très commune dans la Beauce, le long du Saint-Laurent depuis Lévis jusqu'à Rimouski sur la rive sud et Portneuf jusqu'à Tadoussac sur la rive nord, de même qu'au Lac St-Jean. Cette



espèce présente une distribution très bizarre que nous ne saurions expliquer. En effet, après un siècle, elle a certes eu le temps d'atteindre les régions les plus propices à son développement; d'autre part, nous ne pouvons voir pour le moment quel facteur déterminerait une telle distribution.

209. *Hieracium pratense* Tausch — D. Wheeler récolte cette plante en 1896 à Matapédia et il mentionne sur l'étiquette d'herbier: "Bad weed in cultivated fields". En 1898, un botaniste amateur de St. Stephen, N.-B., écrit à propos de cette Épervière: "*It is becoming a very serious nuisance along the valley of the Digdeguash, in this country; where it is called "McDowell weed" in uncomplementary reference to the farmer who had the misfortune to introduce it. It is supposed to have been sown with grass or clover. Where undisturbed, it makes a dense mat to the exclusion of all other plants*" . . . (Cette correspondance est attachée à un spécimen d'herbier conservé au Musée National). Ces deux récoltes sont parmi les plus anciennes connues pour le Canada. Cette espèce croît dans les champs de foin, les vieux pâturages de même que le long des routes et des ballasts de voies ferrées. C'est d'ailleurs par le chemin de fer qu'elle a été introduite dans certaines localités de l'Abitibi. Elle préfère les sols sablonneux et pauvres en matière organique. Elle est très commune en Abitibi et en Gaspésie ainsi que dans les régions du Bas Saint-Laurent et du Saguenay-Lac St-Jean. Plante de climat frais, elle est absente dans les régions où le nombre de degrés-jours est supérieur à 3,000, mais très abondante où ce nombre varie de 1,500 à 2,500.

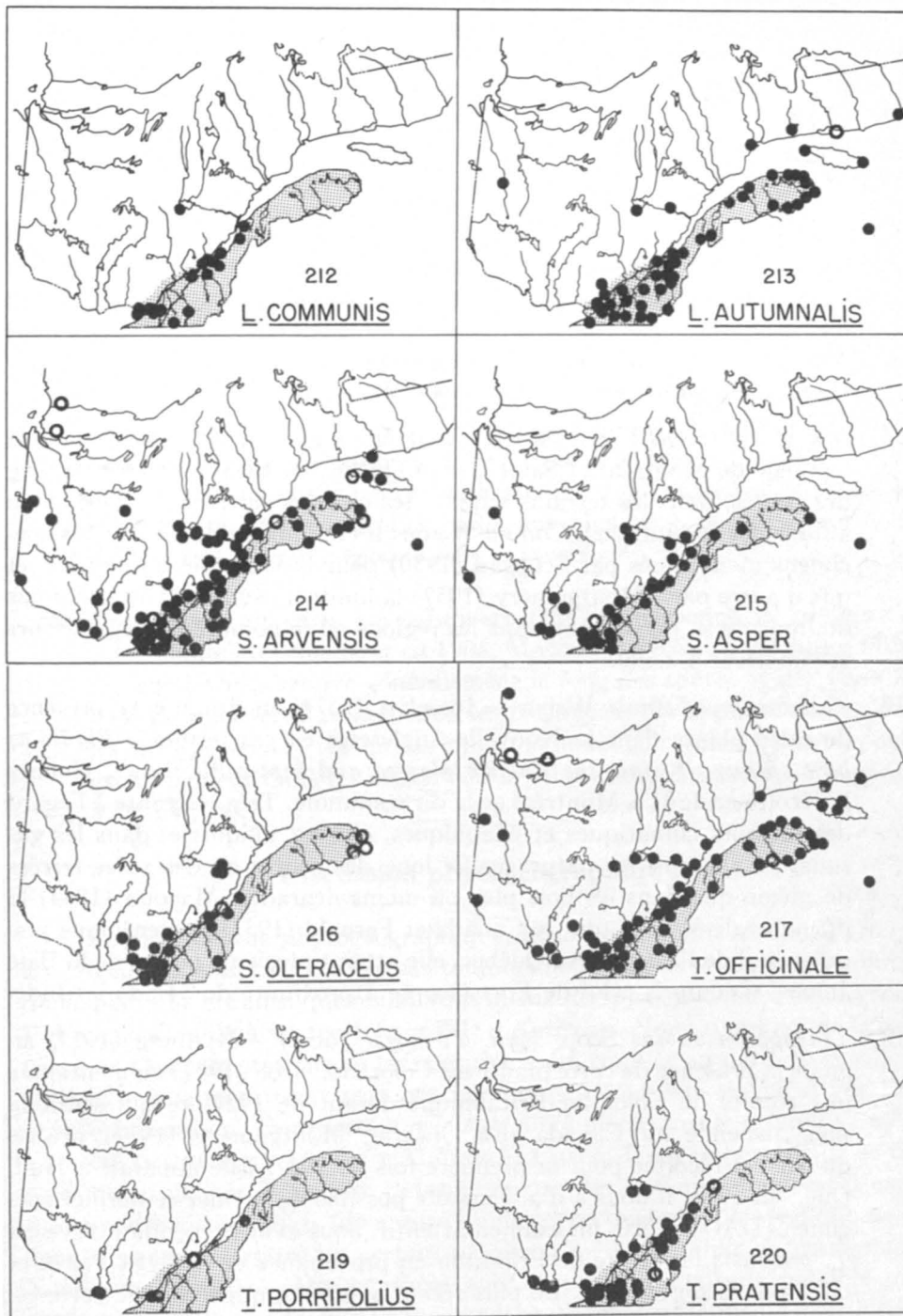
210. *Hieracium tridentatum* Fries — Au Québec, cette entité n'est connue que du Mont Royal où il en existe au moins deux colonies. Elle a d'abord été récoltée au début des années 1930 à peu près en même temps par B. Boivin et le Père Louis-Marie. La plus récente récolte de cette Épervière remonte à 1958 mais nous ignorons si elle existe encore à cet endroit. Lepage (1958) en mentionne trois récoltes pour le Nouveau-Brunswick et le même auteur (1962) en ajoute trois autres cette fois pour l'Ontario. Il conclut que l'arrivée de cette plante au Canada est probablement de date assez récente puisqu'il n'en a vu aucun spécimen antérieur à 1920.

Note: En novembre 1967, lors du 34ième Congrès de l'ACFAS tenu à Sherbrooke, A. Legault et S. Brisson présentèrent une liste des plantes supérieures des Cantons de l'Est. Cette liste mentionnait le nom de *Hieracium Robinsii*. Après examen de cette récolte, B. Boivin (verbatim) l'a révisé à *H. tridentatum*: (Lac Nicolet, canton de Garthby, Cté de Wolfe; bois décidu très humide; 4 août 1966; C. Hamel; No. 11,526). Le spécimen de cette seconde localité québécoise est conservé dans l'Herbier de l'Université de Sherbrooke.

211. *Lactuca Scariola* L. (incl. f. *integrifolia* (Bogenh.) G. Beck) — D'après Marie-Victorin (1935), cette espèce a été signalée pour la première fois sur notre continent en 1863 dans le Massachusetts. Au Canada, elle est connue au moins depuis 1891 par des récoltes de Niagara et Walkerville, Ontario. Dans le Québec, Macoun la récolte à Hull dès 1900. En

1914, l'auteur de la « Flore Laurentienne » en trouve d'importantes colonies à Outremont. Cette plante se rencontre principalement dans les lieux vagues et le long des routes de même que sur les grèves du St-Laurent dans la région de Montréal. Elle est largement distribuée dans le sud de l'Ontario au dire de Montgomery (1957). Dans notre province, elle demeure confinée aux régions où le nombre de degrés-jours est supérieur à 3,000.

212. *Lapsana communis* L.— Provancher (1862) mentionne la présence de cette entité à St-Joachim, Cté de Montmorency, et en 1883, Saint-Cyr la récolte à Québec. Elle croît le long des routes, dans les terrains vagues et récemment bouleversés ainsi qu'aux abords des bois, car elle semble très bien tolérer l'ombre. Montgomery (1957) la signale principalement dans le sud-ouest de l'Ontario où elle affectionnerait les sols calcaires. Au Québec, elle est bien établie dans les régions où le bilan radiatif annuel est supérieur à 23.5 kcal, mais devient très rare en dehors de cette zone.
213. *Leontodon autumnalis* L.— Haliburton (1829), citant la liste de Cochran, mentionne cette plante en Nouvelle-Écosse et Provancher (1862) la décrit sans toutefois spécifier sa distribution. En 1882, Macoun la récolte à Gaspé. Elle se rencontre aussi bien dans les terrains vagues, les pelouses et les pâturages que le long des routes et des fossés. A venir jusqu'à ces dernières années, les botanistes ne la considéraient commune que dans les Maritimes, la Gaspésie et aux Iles de la Madeleine. Frankton (1958) affirme qu'elle se répand rapidement dans le Québec, particulièrement dans les Cantons de l'Est. Ce commentaire s'applique aussi à la région de Montréal. Il semble bien que nous sommes en présence de deux foyers d'infestation: l'un, très ancien, en provenance des Maritimes a atteint depuis le siècle dernier une partie importante du Golfe St-Laurent puisque Schmitt (1904) mentionne déjà cette espèce sur l'île d'Anticosti; l'autre, beaucoup plus récent, peut-être originaire des États américains adjacents, apparaît en pleine expansion dans la Beauce et tous les comtés adjacents à la frontière américaine.
214. *Sonchus arvensis* L. (incl. var. *glabrescens* Guenth., Grab. & Wimm. et *S. uliginosus* Bieb.) — Selon Fernald (1900), cette entité est établie au Canada depuis l'époque du Régime français. Provancher (1862) la note à l'Ange-Gardien, Cté de Montmorency. En 1870, elle est récoltée à St-Philippe et St-André d'Argenteuil. Elle croît en abondance dans les champs, les pâturages, les terrains vagues, le long des routes et des ballasts de voies ferrées. On la rencontre de plus assez fréquemment sur les grèves du St-Laurent dans la région de Montréal, de Baie St-Paul et de la Gaspésie. Fernald (loc. cit.) mentionne que dans certaines parties du Maine, on la retrouve le long des rivières croissant au milieu de plantes indigènes et souvent sur des affleurements calcaires. Cette espèce envahit souvent les terrains sablonneux et Dale *et alii* (1965) affirment qu'elle



- préfère les sols où le pH varie de 7.4 à 7.8. D'ailleurs, Raymond (1950) la mentionne sur les déblais de mines d'amiante du comté de Mégantic. Elle est aussi très commune dans toutes les provinces des Prairies comme le révèle Alex (1966, Map. 44). Selon Montgomery (1957), on la rencontre en Ontario partout où il se fait de l'agriculture. Elle est générale dans tout le Québec habité et a même été mentionnée par Dutilly *et alii* (1948 et 1958) autour des postes de Rupert House et Eastmain.
215. *Sonchus asper* (L.) Hill.— A. Holmes récolte cette plante à Montréal dès 1821. Elle croît dans les lieux vagues, les potagers ou les champs cultivés. Dans la région de Montréal, elle se rencontre parfois sur les grèves du St-Laurent. Elle est générale dans tout le Québec habité; elle nous paraît cependant sporadique dans plusieurs régions et sa limite septentrionale ne semble pas dépasser le 49° de latitude.
216. *Sonchus oleraceus* L.— Dès 1821, A. Holmes récolte cette entité dans la banlieue de Montréal et Saint-Cyr, à Québec en 1884. Elle croît le long des routes, dans les terrains vagues, les champs cultivés, les jardins ou autour des habitations. Comme il nous a été impossible de voir les spécimens mentionnés par Scoggan (1950) pour la Gaspésie d'une part, et que d'autre part, Montgomery (1957) la limite au sud de l'Ontario, nous doutons de sa persistance dans les régions où le nombre de degrés-jours est inférieur à 2,500.
217. *Taraxacum officinale* Weber — Josselyn (1672) mentionne la présence de cette plante dans la Nouvelle-Angleterre en ces termes: "*Plants as have sprung up since the English planted and kept cattle there*". Holmes la récolte en 1821 à Montréal et la dit commune. Très tolérante à l'égard des facteurs climatiques et édaphiques, elle est ubiquiste: dans les gazons, les champs, les pâturages, le long des routes ou des voies ferrées de même que dans les bois plus ou moins dégradés. Macoun (1884) la dit naturalisée dans tout le Canada et Fernald (1933) la mentionne jusqu'au sud de l'Alaska. Au Québec, elle atteint plusieurs postes de la Baie James, y compris celui de Fort George à proximité de 54° de latitude.
218. *Tragopogon dubius* Scop. (syn. *T. major* Jacq.) — Rydberg (1917) signale la présence de cette plante au Colorado. Groh (1947) en mentionne une récolte de Colombie-Britannique datant de 1927, ce qui serait la plus ancienne au Canada. En Ontario, Montgomery (1957) précise qu'elle est récoltée pour la première fois en 1937. Elle apparaît à Hull, Qué., en 1945; il nous a d'ailleurs été possible de vérifier ce dernier spécimen (DAO). Après un examen attentif, nous avons cependant révisé à *T. pratensis* la récolte de Frankton en provenance de Ville St-Pierre et citée par Groh (1946a). Le plus récent spécimen québécois de cette espèce provient de Bristol, Cté de Pontiac, et il remonte à 1955 (QFA). Elle croît le long des routes et de voies ferrées ou dans les lieux vagues. Elle est principalement répandue dans l'ouest du pays et le sud de l'On-

tario. Lindsay (1953) démontre qu'elle est intimement liée au climat chaud et sec de la Prairie et il en conclut qu'en dehors de sa zone climatique optimale, elle ne se rencontre que sur les sols sablonneux et les terrains vagues, comme c'est le cas dans l'est de l'Ontario et le sud-ouest du Québec. C'est dans de tels habitats qu'elle peut trouver les conditions climatiques et édaphiques qui ressemblent le plus à celles qui prévalent dans les Prairies. Dans notre province, elle n'a été récoltée que deux fois et nous ne la croyons pas persistante.

219. *Tragopogon porrifolius* L.— Provancher (1862) mentionne cette espèce à titre de plante cultivée comme légume. Elle s'échappe parfois de culture; en 1881, Lyman la trouve à Belœil et Macoun (1884) mentionne une récolte de St-Cyr dans les environs de Lotbinière. Cette entité se rencontre le long des routes. Montgomery (1957) la dit commune dans les sols lourds du sud-ouest de l'Ontario. Elle est sporadique au Québec et ne semble pas persister bien longtemps. En 1964, l'auteur en récolte plusieurs spécimens le long de la Route no. 2, à l'entrée ouest de La Pocatière, Cté de Kamouraska; deux ans plus tard, il repasse au même endroit et à la même époque sans la revoir.
220. *Tragopogon pratensis* L.— Hubbert (1867) mentionne la présence de cette plante au Canada et en 1905, Macoun la récolte aux Chutes Montmorency. On la trouve généralement le long des routes et des voies ferrées, dans les terrains vagues ou les pâturages; elle apparaît parfois dans les champs mais ne résiste pas à nos méthodes culturales. On la rencontre exclusivement dans les régions où le bilan radiatif annuel est supérieur à 18.5 kg cal.

Discussion phytogéographique

Du point de vue phytogéographique, nous avons réuni en douze groupes les 220 entités étudiées. Il n'est pas toujours facile d'interpréter la distribution d'une plante; c'est ainsi que nous avons inclus *Rorippa sylvestris* dans le groupe VII même s'il a déjà été récolté sur l'Ile d'Anticosti. Nous avons agi de la sorte parce que les cinq stations où cette espèce a été trouvée au nord de la ville de Québec nous apparaissent trop peu nombreuses pour être significatives. Pour cette même raison, *Cynoglossum officinale* a été placé dans le groupe V, même s'il a été trouvé deux fois entre Matane et Gaspé. Il est important de se rappeler qu'en dehors d'une aire déterminée par des isolignes données, il existe toujours des microclimats (de nature similaire) où quelques plants d'une espèce donnée pourront croître un certain temps ou même s'établir en permanence. Nous avons préparé cette synthèse avec le plus d'exactitude possible mais comme il n'existe pas deux entités possédant exactement la même distribution, nous référons, pour plus de précision, notre lecteur aux commentaires propres à chaque espèce.

GROUPE I

Les espèces suivantes sont les plus largement distribuées puisqu'elles se rencontrent depuis les frontières méridionales du Québec jusqu'à la Baie James, au Lac Mistassini et (ou) à l'est de Mingan sur la Côte-Nord. Quelques-unes d'entre elles ont aussi été signalées dans la région de Fort Chimo.

<i>Agropyron repens</i>	<i>Trifolium agrarium</i>
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Vicia Cracca</i>
<i>Polygonum Convolvulus</i>	<i>Carum Carvi</i>
<i>Rumex Acetosella</i>	<i>Galeopsis Tetrahit</i>
<i>Rumex crispus</i>	<i>Plantago major</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Artemisia biennis</i>
<i>Silene noctiflora</i>	<i>Chrysanthemum Leucanthemum</i>
<i>Stellaria media</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Ranunculus acris</i>	<i>Matricaria matricarioides</i>
<i>Ranunculus repens</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>
<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>
<i>Capsella Bursa-pastoris</i>	<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Thlaspi arvense</i>	

Total: 27

GROUPE II

Les plantes suivantes ne se rencontrent pas au nord de l'Abitibi. Elles sont présentes ou susceptibles de l'être jusqu'à Mingan sur la Côte-Nord et elles ont toutes été récoltées au moins une fois sur l'Île d'Anticosti, sauf *Veronica serpyllifolia*, var. *serpyllifolia*

<i>Urtica urens</i>	<i>Melilotus alba</i>
<i>Polygonum Persicaria</i>	<i>Lappula echinata</i>
<i>Cerastium vulgatum</i>	<i>Veronica serpyllifolia</i> , var. <i>serpyllifolia</i>
<i>Silene Cucubalus</i>	<i>Arctium minus</i>
<i>Stellaria graminea</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>
<i>Brassica Kaber</i>	<i>Rudbeckia hirta</i>
<i>Sisymbrium altissimum</i>	<i>Tussilago Farfara</i>
<i>Sedum Telephium</i>	<i>Hieracium Lachenalii</i>

Total: 16

GROUPE III

Les plantes de ce groupe n'excèdent l'isoline de 2,000 degrés-jours vers le nord que jusqu'à Sept-Iles sur la Côte-Nord et depuis Matane jusqu'à Gaspé sur la rive sud du Saint-Laurent. Toutes se rencontrent dans la région ci-haut mentionnée de la Gaspésie mais seulement quelques-unes atteignent Sept-Iles. Aucune n'a encore été signalée sur l'Île d'Anticosti.

<i>Setaria viridis</i>	<i>Hesperis matronalis</i>
<i>Polygonum scabrum</i>	<i>Euphorbia Helioscopia</i>
<i>Spergula arvensis</i>	<i>Lycopsis arvensis</i>

Fumaria officinalis
Armoracia lapathifolia
Conringia orientalis
Descurainia Sophia
Erucastrum gallicum

Linaria vulgaris
Cichorium Intybus
Hieracium aurantiacum
Hieracium florentinum

Total: 15

GROUPE IV

La limite septentrionale des espèces de ce groupe coïncide sensiblement avec l'isoligne de 2,000 degrés-jours. Aucune n'a été récoltée au nord de Matane et Gaspé.

Avena fatua
Echinochloa crusgalli
Rumex Acetosa
Rumex obtusifolius
Lychnis alba
Lepidium campestre
Potentilla argentea
Potentilla recta
Medicago lupulina

Oxalis corniculata
Geranium pratense
Malva moschata
Lythrum Salicaria
Glechoma hederacea
Chænorrhinum minus
Campanula rapunculoides
Cirsium vulgare
Sonchus asper

Total: 18

GROUPE V

La limite septentrionale des espèces de ce groupe coïncide sensiblement avec l'isoligne de 2,250 degrés-jours. Pour Grandtner (1966), ce territoire correspond aux régions où le bilan radiatif annuel varie de 18.5 à 23.4 kg cal. Quelques-unes de ces entités peuvent cependant se rencontrer dans une ou deux localités excentriques plus au nord.

Axyris amaranthoides
Salsola Kali, var. *tenuifolia*
Amaranthus retroflexus
Arenaria serpyllifolia
Melilotus officinalis
Trifolium procumbens
Euphorbia Cyparissias
Hypericum perforatum
Pastinaca sativa
Echium vulgare
Lithospermum officinale

Symphytum officinale
Mentha spicata
Nepeta Cataria
Hyoscyamus niger
Verbascum Thapsus
Veronica officinalis
Plantago lanceolata
Artemisia ludoviciana, var. *gnaphalodes*
Senecio viscosus
Tragopogon pratensis

Total: 21

GROUPE VI

La limite septentrionale des espèces de ce groupe coïncide sensiblement avec l'isoligne de 2,500 degrés-jours. Quelques-unes d'entre elles peuvent cependant se rencontrer dans deux ou trois localités excentriques plus au nord.

Digitaria Ischæmum
Setaria glauca
Epipactis Helleborine
Chenopodium glaucum
Portulaca oleracea
Lychnis Flos-cuculi
Saponaria officinalis
Berteroa incana
Malva neglecta
Trifolium arvense
Aegopodium Podagraria

Daucus Carota
Lysimachia punctata
Cynoglossum officinale
Leonurus Cardiaca
Mentha piperita
Odontites serotina
Veronica arvensis
Veronica Chamædrys
Anthemis Cotula
Aster laurentianus
Sonchus oleraceus

Total: 22

GROUPE VII

Ces espèces appartiennent aux régions où le nombre de degrés-jours égale ou excède 3,000. Pour Grandtner (1966), ce territoire correspond aux régions où le bilan radiatif annuel varie de 23.5 à 24.9 kg cal. Plusieurs de ces entités peuvent cependant se rencontrer dans quelques localités en dehors de cette zone.

Eragrostis poæoides
Chenopodium Botrys
Amaranthus albus
Mollugo verticillata
Berberis vulgaris
Chelidonium majus
Alliaria officinalis
Brassica nigra
Rorippa sylvestris
Sisymbrium officinale
Vicia sepium
Euphorbia Esula
Callitriche stagnalis
Anthriscus sylvestris

Conium maculatum
Lysimachia Nummularia
Convolvulus arvensis
Solanum Dulcamara
Veronica Beccabunga
Plantago media
Plantago Rugelii
Arctium Lappa
Centaurea Jacea
Galinsoga ciliata
Inula Helenium
Hieracium murorum
Lactuca Scariola
Lapsana communis

Total: 28

GROUPE VIII

Ces espèces appartiennent aux régions où le nombre de degrés-jours égale ou excède 3,250. Pour Grandtner (1966), ce territoire correspond aux régions où le bilan radiatif annuel est égal ou supérieur à 25 kg cal. Alors que quelques-unes de ces entités se rencontrent occasionnellement en dehors de cette zone, d'autres ne nous semblent pas persistantes dans notre province. La majorité de ces plantes nous paraissent en dehors de la zone climatique optimale à leur développement.

Digitaria sanguinalis
Eragrostis megastachya
Chenopodium polyspermum
Kochia Scoparia

Epilobium hirsutum
Lycopus europæus
Datura Stramonium
Verbascum Blattaria

Amaranthus lividus
Nasturtium officinale
Hibiscus Trionum

Centaurea maculosa
Iva xanthifolia
Tragopogon porrifolius

Total: 14

GROUPE IX

Les espèces de ce groupe, sans être les plus septentrionales, supportent difficilement le climat des régions les plus chaudes du Québec. Leur limite méridionale coïncide sensiblement avec l'isoligne de 3,000 degrés-jours.

Scleranthus annuus
Brassica juncea
Neslia paniculata
Raphanus Raphanistrum
Alchemilla vulgaris
Erodium cicutarium
Artemisia Stelleriana

Centaurea nigra
Gnaphalium sylvaticum
Hieracium Pilosella
Hieracium pratense
Matricaria maritima
Senecio vulgaris

Total: 13

GROUPE X

Les espèces de ce groupe, sans être les plus septentrionales, supportent difficilement le climat des régions les plus chaudes du Québec. Leur limite méridionale coïncide sensiblement avec l'isoligne de 3,250 degrés-jours.

Brassica campestris
Lathyrus pratensis

Hieracium floribundum

Total: 3

GROUPE XI

Aucune des espèces de ce groupe n'a été récoltée plus de cinq fois dans notre province et la moitié d'entre elles ne l'ont été qu'une ou deux fois. Nous croyons qu'un certain nombre de ces entités sont introduites de temps à autre mais qu'elles ne persistent pas longtemps sous les conditions climatiques du Québec auxquelles elles ne sont pas adaptées.

Avena pubescens
Luzula luzuloides
Chenopodium ambrosioides
Corispermum hyssopifolium
Cycloloma atriplicifolia
Monolepis Nuttalliana
Amaranthus græcizans
Paronychia fastigiata
Scleranthus perennis
Silene dichotoma
Bunias orientalis
Diplotaxis eruroides
Diplotaxis muralis
Diplotaxis tenuifolia
Lepidium latifolium

Oenothera pilosella
Heracleum Sphondylium
Borago officinalis
Galeopsis Ladanum
Galeopsis speciosa
Solanum sarachoides
Solanum triflorum
Plantago Psyllium
Dipsacus sylvestris
Carduus acanthoides
Carduus nutans
Centaurea Scabiosa
Grindelia squarrosa
Madia glomerata
Onopordum Acanthium

Sisymbrium Læselii
Geranium molle
Geranium pusillum
Geranium pyrenaicum
Geranium sylvaticum
Abutilon Theophrasti

Senecio Jacobæa
Silybum Marianum
Crepis capillaris
Hieracium tridentatum
Tragopogon dubius

Total: 41

GROUPE XII

Les deux espèces suivantes ont probablement été introduites au moyen de rhizomes jetés dans l'eau douce du port de Montréal par des navires de provenance européenne. Aucune d'elles ne semblent tolérer l'eau salée.

*Butomus umbellatus**Rorippa amphibia*

Total: 2

Quelques remarques à propos de ces groupes

1 — LES MAUVAISES HERBES DU QUÉBEC COMPARÉES À CELLES DE L'ALASKA ET DU GRØENLAND

Si nous comparons les mauvaises herbes du Québec avec celles de l'Alaska et du Grøenland, nous constatons que les plantes introduites les plus importantes dans ces deux endroits se retrouvent principalement dans notre groupe I.

Selon Dearborn (1959), les vingt entités suivantes sont celles qui causent le plus de dommage à l'agriculture de l'Alaska:

<i>Agropyron repens</i>	(Groupe I)	<i>Descurainia Sophia</i>	(Groupe III)
<i>Avena fatua</i>	(" IV)	<i>Neslia paniculata</i>	(" IX)
<i>Polygonum aviculare</i>	(" I)	<i>Sisymbrium officinale</i>	(" VII)
<i>Polygonum Convolvulus</i>	(" I)	<i>Thlaspi arvense</i>	(" I)
<i>Chenopodium album</i>	(" I)	<i>Linaria vulgaris</i>	(" III)
<i>Silene Cucubalus</i>	(" II)	<i>Plantago major</i>	(" I)
<i>Spergula arvensis</i>	(" III)	<i>Cirsium arvense</i>	(" I)
<i>Stellaria media</i>	(" I)	<i>Matricaria matricarioides</i>	(" I)
<i>Brassica Kaber</i>	(" II)	<i>Sonchus oleraceus</i>	(" VI)
<i>Capsella Bursa-pastoris</i>	(" I)	<i>Taraxacum officinale</i>	(" I)

Il n'est pas surprenant de constater que 60% de ces espèces appartiennent aux groupes I ou IX et que 90% d'entre elles sont parmi les plantes les plus largement distribuées dans le Québec. La présence de *Sisymbrium officinale* et de *Sonchus oleraceus* dans ce tableau étonne quelque peu; la première ne se rencontre à peu près jamais dans les cultures mais plutôt dans les lieux vagues, et, la seconde n'est nuisible à l'agriculture que dans les régions où le nombre de degrés-jours excède 3,000. Notre expérience nous révèle cependant que ce sont deux entités très souvent mal identifiées par les botanistes; nous sommes donc peut-être en présence de deux erreurs d'identification de la part de l'auteur.

A la lecture de Porsild (1932), les seize espèces suivantes nous paraissent naturalisées au Groenland :

<i>Urtica urens</i>	(Groupe II)	<i>Chelidonium majus</i>	(Groupe VII)
<i>Polygonum Convolvulus</i>	(" I)	<i>Capsella Bursa-pastoris</i>	(" I)
<i>Rumex Acetosa</i>	(" IV)	<i>Vicia Cracca</i>	(" I)
<i>Rumex Acetosella</i>	(" I)	<i>Oxalis corniculata</i>	(" IV)
<i>Chenopodium album</i>	(" I)	<i>Cirsium arvense</i>	(" I)
<i>Ranunculus acris</i>	(" I)	<i>Matricaria matricarioides</i>	(" I)
<i>Ranunculus repens</i>	(" I)	<i>Senecio vulgaris</i>	(" IX)
<i>Stellaria media</i>	(" I)	<i>Leontodon autumnalis</i>	(" I)

Nous notons que 75% des espèces ci-haut mentionnées appartiennent aux groupes I ou IX et notre seule surprise est de constater la présence dans cette liste de *Chelidonium majus*, à propos duquel l'auteur écrit: "*Flowering and fruiting*".

2 — DATE D'INTRODUCTION EN RELATION DE LA DISTRIBUTION PRÉSENTE

On pourrait être tenté de croire que plus une plante est arrivée tôt, plus elle doit être largement distribuée. Tel n'est cependant pas le cas. En effet, parmi les 220 espèces étudiées dans le présent travail, 48 furent récoltées dès 1821 à Montréal par A. Holmes. A celles-ci, ajoutons-en une mentionnée pour Québec par Michaux (1803) et quatre autres récoltées en 1820 dans les environs de la même ville par Mrs. Percival ou Mr. et Mrs. Sheppard. Ce qui fait un total de 53. En voici d'ailleurs la liste et le groupe auquel chacune appartient.

<i>Polygonum aviculare</i>	(Groupe I)	<i>Convolvulus arvensis</i>	(Groupe VII)
<i>Polygonum Convolvulus</i>	(" I)	<i>Cynoglossum officinale</i>	(" VI)
<i>Rumex Acetosella</i>	(" I)	<i>Lappula echinata</i>	(" II)
<i>Rumex crispus</i>	(" I)	<i>Lithospermum officinale</i>	(" VI)
<i>Rumex obtusifolius</i>	(" IV)	<i>Lycopsis arvensis</i>	(" III)
<i>Chenopodium album</i>	(" I)	<i>Galeopsis Tetrahit</i>	(" I)
<i>Amaranthus retroflexus</i>	(" V)	<i>Leonurus Cardiaca</i>	(" VI)
<i>Mollugo verticillata</i>	(" VII)	<i>Mentha spicata</i>	(" V)
<i>Portulaca oleracea</i>	(" VI)	<i>Nepeta Cataria</i>	(" V)
<i>Cerastium vulgatum</i>	(" II)	<i>Datura Stramonium</i>	(" VIII)
<i>Silene Cucubalus</i>	(" II)	<i>Hyoscyamus niger</i>	(" V)
<i>Stellaria media</i>	(" I)	<i>Linaria vulgaris</i>	(" III)
<i>Ranunculus acris</i>	(" I)	<i>Verbascum Thapsus</i>	(" V)
<i>Ranunculus repens</i>	(" I)	<i>Veronica Chamædrys</i>	(" VI)
<i>Chelidonium majus</i>	(" VII)	<i>Veronica serpyllifolia</i>	
<i>Barbarea vulgaris</i>	(" I)	var. <i>serpyllifolia</i>	(" II)
<i>Brassica Kaber</i>	(" II)	<i>Plantago major</i>	(" I)
<i>Capsella Bursa-pastoris</i>	(" I)	<i>Anthemis Cotula</i>	(" VI)
<i>Descurainia Sophia</i>	(" III)	<i>Arctium minus</i>	(" II)
<i>Thlaspi arvense</i>	(" I)	<i>Artemisia vulgaris</i>	(" II)
<i>Vicia Cracca</i>	(" I)	<i>Chrysanthemum</i>	
<i>Oxalis corniculata</i>	(" IV)	<i>Leucanthemum</i>	(" I)
<i>Euphorbia Helioscopia</i>	(" III)	<i>Cirsium arvense</i>	(" I)
<i>Malva neglecta</i>	(" VI)	<i>Cirsium vulgare</i>	(" IV)

<i>Hypericum perforatum</i>	(	"	V)	<i>Cichorium Intybus</i>	(	"	III)
<i>Carum Carvi</i>	(	"	I)	<i>Sonchus asper</i>	(	"	IV)
<i>Pastinaca sativa</i>	(	"	V)	<i>Sonchus oleraceus</i>	(	"	VI)
				<i>Taraxacum officinale</i>	(	"	I)

Nous constatons donc que des 27 espèces les plus largement distribuées dans le Québec (groupe I) et par conséquent les plus tolérantes devant les facteurs du milieu, 18 y étaient déjà présentes avec certitude au début du siècle dernier, ce qui nous paraît normal. Les deux tiers des entités ci-haut mentionnées ont maintenant atteint l'Abitibi et la Gaspésie. Il reste cependant que 36% de ces plantes ne dépassent pas l'isoligne de 2,250 degrés-jours, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas adaptées à des conditions climatiques plus rigoureuses. Si nous prenons pour acquis que ces espèces, après un minimum de 150 ans, ont eu tout le temps nécessaire pour envahir les régions propices à leur développement, nous devons conclure que leur distribution présente dépend plus de leur adaptation devant les facteurs climatiques et autres conditions écologiques que de leur date d'introduction.

3 — DISTRIBUTION DES ESPÈCES INTENTIONNELLEMENT INTRODUITES

La grande majorité (82%) des espèces étudiées dans le présent travail sont adventices, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas été intentionnellement semées ou plantées et proviennent de l'extérieur des limites territoriales québécoises. Voici la liste des entités que nous croyons volontairement introduites par l'homme au cours de l'histoire et le groupe dans lequel nous les avons classées.

<i>Rumex Acetosa</i>	(Groupe	IV)	<i>Malva moschata</i>	(Groupe	IV)		
<i>Chenopodium Botrys</i>	(	"	VII)	<i>Aegopodium Podagraria</i>	(	"	VI)
<i>Kochia Scoparia</i>	(	"	VIII)	<i>Carum Carvi</i>	(	"	I)
<i>Portulaca oleracea</i>	(	"	VI)	<i>Lysimachia Nummularia</i>	(	"	VII)
<i>Lychnis Flos-cuculi</i>	(	"	VI)	<i>Lysimachia punctata</i>	(	"	VI)
<i>Saponaria officinalis</i>	(	"	VI)	<i>Borago officinalis</i>	(	"	XI)
<i>Berberis vulgaris</i>	(	"	VII)	<i>Lithospermum officinale</i>	(	"	V)
<i>Chelidonium majus</i>	(	"	VII)	<i>Symphytum officinale</i>	(	"	V)
<i>Armoracia lapathifolia</i>	(	"	III)	<i>Mentha spicata</i>	(	"	V)
<i>Brassica campestris</i>	(	"	X)	<i>Nepeta Cataria</i>	(	"	V)
<i>Brassica nigra</i>	(	"	VII)	<i>Hyoscyamus niger</i>	(	"	V)
<i>Hesperis matronalis</i>	(	"	III)	<i>Veronica Beccabunga</i>	(	"	VII)
<i>Nasturtium officinale</i>	(	"	VIII)	<i>Campanula rapunculoides</i>	(	"	IV)
<i>Sedum Telephium</i>	(	"	II)	<i>Artemisia Stelleriana</i>	(	"	IX)
<i>Melilotus alba</i>	(	"	II)	<i>Rudbeckia hirta</i>	(	"	II)
<i>Melilotus officinalis</i>	(	"	V)	<i>Silybum Marianum</i>	(	"	IX)
<i>Geranium pratense</i>	(	"	IV)	<i>Tanacetum vulgare</i>	(	"	I)
<i>Geranium sylvaticum</i>	(	"	XI)	<i>Hieracium aurantiacum</i>	(	"	III)
<i>Euphorbia Cyprisias</i>	(	"	V)	<i>Tragopogon porrifolius</i>	(	"	VIII)
<i>Hibiscus Trionum</i>	(	"	VIII)				Total: 39

Dans cette liste, nous remarquons que 64% des espèces sont confinées à l'intérieur de l'isoligne de 2,250 degrés-jours et n'atteignent par conséquent ni l'Abitibi, ni la Gaspésie. Si nous faisons le même calcul pour les espèces

adventices, nous arrivons à 54%. Nous aurions pensé que la différence entre les deux groupes eût été plus grande; en effet les plantes que l'on désire cultiver sont généralement moins rustiques et ont certes moins tendance à se naturaliser que les adventices. Les régions en dehors de l'isoligne de 2,250 degrés-jours sont d'autre part moins propices à la culture. De plus, elles n'ont été habitées que récemment, c'est-à-dire à une époque où les plantes médicinales ne se cultivent à peu près plus; quant aux plantes ornementales, leur choix demeure restreint par suite de conditions climatiques rigoureuses. Des facteurs socio-économiques entrent cependant en ligne de compte et il ne nous appartient pas de les discuter dans le présent travail

4 — DISTRIBUTION DES ESPÈCES SELON LEUR LIEU D'ORIGINE

La grande majorité (89%) des espèces étudiées dans le présent travail sont originaires d'Europe ou d'Eurasie. La plupart des flores font peu de distinction entre ces deux termes et la seule différence nous semble être que les plantes eurasiatiques semblent supporter un climat plus sec et plus continental que les plantes européennes. Voici la liste des 25 entités introduites de régions autres que celles ci-haut mentionnées et le groupe auquel ces espèces appartiennent.

OUEST DE L'AMÉRIQUE

Corispermum hyssopifolium (1) (Groupe XI).
Cycloloma atriplicifolia (1) (Groupe XI).
Monolepis Nuttalliana (1) (Groupe XI).
Amaranthus albus (1) (Groupe VII).
Amaranthus græcizans (1) (Groupe XI).
Solanum triflorum (1) (Groupe XI).
Artemisia biennis (2) (Groupe I).
Artemisia ludoviciana, var. *gnaphalodes* (1) (Groupe V).
Aster laurentianus (1) (Groupe VI).
Grindelia squarrosa (1) (Groupe XI).
Iva xanthifolia (1) (Groupe VIII).
Madia glomerata (1) (Groupe XI).
Matricaria matricarioides (3) (Groupe I).

AMÉRIQUE TROPICALE.

Chenopodium ambrosioides (Groupe XI).
Amaranthus lividus (Groupe VIII).
Amaranthus retroflexus (Groupe V).
Mollugo verticillata (Groupe VII).
Datura Stramonium (Groupe VIII).
Solanum sarachoides (Groupe XI).
Galinsoga ciliata (Groupe VII).

ÉTATS-UNIS (au sud de nos latitudes).

Paronychia fastigiata (Groupe XI).
Plantago Rugelii (Groupe VII).
Rudbeckia hirta (Groupe II).

ASIE.

Abutilon Theophrasti (Groupe XI).
Artemisia Stelleriana (Groupe IX).

(1): Prairie. (2): Nord-ouest et Kamtchatka. (3): Côte du Pacifique.

Il est facile de constater que les entités énumérées ci-haut sont les moins bien adaptées à notre climat puisque 44% d'entre elles se retrouvent dans le groupe XI et 72% dans les groupes VII, VIII et XI contre 15% et 33% respectivement pour les entités européennes et eurasiatiques.

5 — PERSISTANCE ET NON PERSISTANCE

La grande majorité (82%) des espèces étudiées dans le présent travail nous paraissent naturalisées et persistantes au point d'être considérées comme partie intégrante de la flore de notre province. Les 39 entités suivantes nous semblent cependant apparaître un certain temps, puis disparaître par la suite; plusieurs d'entre elles sont probablement réintroduites de temps à autre et demeurent susceptibles d'être trouvées à nouveau. Voici la liste de ces plantes avec le groupe auquel elles appartiennent.

<i>Avena fatua</i>	(Groupe	IV)	<i>Geranium pusillum</i>	(Groupe	XI)
<i>Avena pubescens</i>	(	"	<i>Geranium pyrenaicum</i>	("
<i>Urtica urens</i>	(	"	<i>Abutilon Theophrasti</i>	("
<i>Axyris amaranthoides</i>	(	"	<i>Hibiscus Trionum</i>	("
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	(	"	<i>Borago officinalis</i>	("
<i>Chenopodium Botrys</i>	(	"	<i>Datura Stramonium</i>	("
<i>Corispermum hyssopifolium</i>	(	"	<i>Solanum sarachoides</i>	("
<i>Cycloloma atriplicifolia</i>	(	"	<i>Solanum triflorum</i>	("
<i>Monolepis Nuttalliana</i>	(	"	<i>Verbascum Blattaria</i>	("
<i>Amaranthus græcizans</i>	(	"	<i>Plantago Psyllium</i>	("
<i>Amaranthus lividus</i>	(	"	<i>Dipsacus sylvestris</i>	("
<i>Paronychia fastigiata</i>	(	"	<i>Aster laurentianus</i>	("
<i>Silene dichotoma</i>	(	"	<i>Grindelia squarrosa</i>	("
<i>Brassica campestris</i>	(	"	<i>Madia glomerata</i>	("
<i>Bunias orientalis</i>	(	"	<i>Onopordum Acanthium</i>	("
<i>Conringia orientalis</i>	(	"	<i>Senecio Jacobæa</i>	("
<i>Diplotaxis erucoides</i>	(	"	<i>Silybum Marianum</i>	("
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	(	"	<i>Crepis capillaris</i>	("
<i>Geranium molle</i>	(	"	<i>Tragopogon dubius</i>	("
			<i>Tragopogon porrifolius</i>	("

Nous notons donc que 69% des entités ci-haut mentionnées se retrouvent dans le groupe XI et 82% dans les groupes VIII et XI ce qui nous paraît très logique. Le climat est certes le facteur déterminant dans le comportement de la majorité de ces plantes; nos méthodes culturales peuvent cependant contribuer à l'élimination (temporaire) de quelques espèces.

Conclusion

Nous avons inclus dans ce travail les plantes introduites les plus nuisibles à l'agriculture québécoise. Certains remarqueront que plusieurs espèces classées comme mauvaises herbes ne sont nullement mentionnées dans notre texte; ces entités, vg. *Achillea Millefolium* etc., ont été sciemment ignorées parce qu'elles sont indigènes au Québec et qu'elles ne sont devenues envahissantes qu'à la faveur du déboisement. Une étude de la distribution des espèces indigènes est d'ailleurs présentement en cours. Nous aurions aimé cartographier toutes les entités introduites dans notre province; nous croyons cependant avoir choisi les plus importantes puisque 60% des espèces mises de côté sont des échappées de culture. Ces dernières devront cependant être cartographiées un jour si l'on veut en arriver à un atlas complet de la flore vasculaire du Québec.

Nous constatons qu'il reste beaucoup de travail à accomplir en ce qui concerne la biologie de chacune des espèces étudiées. En effet, il y aurait lieu d'approfondir le cycle biologique de ces plantes: leur phénologie et leur photopériodisme. Nous connaissons fort peu leur morphologie qui pourrait nous expliquer comment elles se reproduisent. Une étude de leur biologie florale pourrait nous aider à trouver leurs agents pollinisateurs. L'entomologie nous serait d'un précieux concours pour nous indiquer quels sont les insectes qui les visitent pour les fertiliser ou s'en nourrir. La cytotaxonomie pourrait être très utile pour nous aider à déterminer des clones stériles; nous savons que les colonies diploïdes d'Euphorbe-cyprès sont stériles, alors que les colonies tétraploïdes sont fertiles. Il reste beaucoup à apprendre dans le domaine de la physiologie de la germination. Les réactions de ces espèces devant les herbicides toujours de plus en plus spécifiques et sélectifs sont certes un point de vue qui prend de jour en jour plus d'importance à mesure que progresse ce nouveau secteur de la recherche scientifique. Il y aurait lieu d'entreprendre des études écologiques en tenant compte des températures minimales que ces entités peuvent supporter, de la compétition qu'elles subissent au niveau de l'espèce et de la communauté végétale. Pour ce faire, il faudrait précisément étudier les communautés végétales auxquelles elles appartiennent. De plus, nous sommes encore peu renseignés sur la quantité de matière organique, la texture, la pente, le drainage et le pH du sol où croissent ces plantes. Le présent travail est un premier pas qu'il fallait d'abord accomplir et qui, nous l'espérons, encouragera la poursuite de travaux dans ces différents domaines de recherche afin de nous permettre de mieux connaître la flore introduite du Québec sous ses différents aspects.

Remerciements

Nous tenons à remercier bien sincèrement le Conseil National de Recherches pour la bourse qu'il nous a octroyée, la Faculté d'Agriculture de l'Université Laval et particulièrement, le Dr. R. Poirier, pour les fonds mis à notre disposition lors de nos nombreux déplacements et enfin, le Conseil Provincial des Recherches Agricoles dont l'assistance financière nous a aussi été utile.

Notre plus sincère gratitude s'adresse au Dr. B. Boivin, professeur-visitateur et attaché à l'Institut Botanique, Ministère de l'Agriculture, Ottawa, et à M. L. Cinq-Mars, professeur de Botanique à la Faculté d'Agriculture de Laval, nos directeurs de recherche, pour leur assistance et les suggestions qu'ils nous ont apportées lors de la lecture du manuscrit. Nous sommes aussi reconnaissant envers les conservateurs d'herbiers suivants: les Drs E. Rouleau (MT), A. E. Porsild (CAN), P. F. Maycock (MTMG) et messieurs W. J. Cody (DAO), Richard Cayouette (QUE), Pierre Masson (QMP), Gilles Lemieux (Faculté de Géodésie et d'Arpentage de l'Université Laval) et mademoiselle M.-S. Rochette (QFS); toutes ces personnes nous ont facilité notre tâche dans les diverses institutions visitées. Nous sommes également reconnaissant envers le Dr. G. Taylor, directeur de l'Herbier Kew de Grande-Bre-

tagne, pour prêt de spécimens. Nous voulons aussi remercier les Drs W. G. Dore et C. Frankton, messieurs E. Lepage, R. Gauthier, A. Legault et J.-P. Bernard avec qui nous avons correspondu lors de l'élaboration de ce travail. Remerciements à M. R. Van den Hende qui nous a aidé à déterminer les raisons de l'introduction des plantes mentionnées dans ce texte. Merci également à messieurs B. Thouret pour avoir dessiné nos fonds de cartes, G. Grégoire, G. Laflamme, mesdemoiselles S. Lagueux et L. Létourneau pour avoir mis au propre nos cartes de distribution, E. Caron pour son assistance très précieuse en photographie et enfin, à Mlle L. Hébert pour la dactylographie de ce texte. Ce travail n'eût pas été possible sans la précieuse collaboration de tous ceux dont les noms sont ci-haut mentionnés.

Références

- ALEX, J. F. 1966. Survey of weeds of cultivated land in the Prairie Provinces. *Can. Dept. Agr., Regina, Sask.*
- BAILEY, L. H. 1943. The standard cyclopedia of horticulture. The MacMillan Company, New York. 3 Vols.
- BARNSTON, J. 1859. Catalogue of Canadian plants in the Holmes' Herbarium. John Lovel, Montreal.
- BILLINGS, B. 1862. Voir DORE, W. G. 1961.
- BLAKE, S. F. 1922. The identity of the genus *Adventina* Raf. *Rhodora*, **24**: 34-36.
- BLAKE, S. F., 1953. Erroneous record of *Diplotaxis eruroides* from Western United States. *Rhodora*. **53**: 291-292.
- BOIVIN, B. 1966. Énumération des plantes du Canada. *Naturaliste can.*, **93**: 253-273, 371-437, 583-646, 989-1063. *Naturaliste can.*, **94**: 131-157, 471-528.
- BONNIER, G. et R. DOUIN. 1911-1935. Flore complète de France, Suisse et Belgique. Librairie Générale de l'Enseignement, Paris. 12 tomes.
- BOUCHER, P. 1664. Histoire véritable et naturelle des mœurs et productions du pays de la Nouvelle-France vulgairement dite le Canada. La Société Historique de Boucherville. Réédition 1964.
- BRADSHAW, M. E., P. DANSEREAU et D. H. VALENTINE. 1964. Notes on the genus *Alchemilla* in southeastern Canada. *Can. J. Bot.*, **42**: 89-104.
- BRITTON, N. L. 1921. The leafy spurge becoming a pest. *Jour. N. Y. Bot. Gard.*, **22**: 73-75. Cité par GROH, H. 1944.
- BROWN, A. 1880. Ballast plants in and near New York City. *Bull. Torrey Bot. Club*, **7**: 122-126.
- BRUNET, O. 1858. Notes sur les plantes recueillies en 1858, par M. l'abbé Ferland sur les côtes de Labrador, baignées par les eaux du Saint-Laurent. *In* Brochures canadiennes, 102.
- BRUNET, O. 1863. Notice sur les plantes de Michaux et sur son voyage au Canada et à la Baie d'Hudson. *Bureau de l'Abeille*, Québec.
- BRUNET, O. 1865. Catalogue des plantes canadiennes contenues dans l'herbier de l'Université Laval et recueillies pendant les années 1858-65. Imprimerie C. Darveau, Québec.

- CAMPBELL, R. 1895. Some of the rarer summer flowers of Canada. *Can. Rec. Sci.*, **6**: 342-351.
- CAMPBELL, R. 1895a. The flora of Montreal Island. *Can. Rec. Sci.*, **6**: 402.
- CARRIER, J.-C. 1904. La flore de l'Île de Montréal. *Bul. de l'Académie Internationale de Géographie Botanique*, **13**: 275.
- CAVERS, P. B. and J. L. HARPER. 1964. Biological flora of the British Isles: *Rumex crispus* L. *Jour. Ecol.*, **52**: 754-766.
- CAYOUILLE, R. 1953. Studies on some factors limiting the geographic distribution of orange hawkweed. *Can. Nat. Weed Com., East. Sect. Proc.*, **6**: 77-79.
- CHAMPLAIN, S. de 1632. Relation de voyage. Cité par DALBIS, L. J. 1921.
- CHAPAIS, J.-C. 1901. Une nouvelle plante nuisible, l'Épervière orangée. *Le Journal d'Agriculture et d'Horticulture*, **4**: 536-539.
- CHAPMAN, L. J. and D. M. BROWN, 1964. Climatic maps of the agricultural areas of Canada. *Ontario Research Foundation, Dept. of Physiography*.
- CINQ-MARS, L. 1943. Notes sur la flore adventice de « Les Hauteurs », Comté de Rimouski. *Rap. Soc. Québec Prot. Pl.*, **28** (1936-1943): 70-72.
- CINQ-MARS, L. 1952. Notes sur quelques additions et plantes rares du Québec. *Ann. ACFAS*, **18**: 79-82.
- CLARK, G. H. et J. FLETCHER. 1909. Les mauvaises herbes du Canada. *Min. Agr., Ottawa*.
- CLÉONIQUE-JOSEPH, Frère. 1936. Étude de développement floristique en Laurentie. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **27**.
- COQUILLAT, M. 1951. Sur les plantes les plus communes à la surface du globe. *Bul., Mens. Soc. Linn. Lyon*, **20**: 165-170. Cité par WILLIAMS, J. T. 1963.
- CORE, E. L. 1941. *Butomus umbellatus* in America. *Ohio Jour. Sci.*, **41**: 79-85.
- CRAFTS, A. S. and W. W. ROBBINS, 1962. Weed control. McGraw-Hill Book Co. Inc., 3rd ed.
- CRONQUIST, A. 1955. Vascular plants of the Pacific Northwest. Univ. Washington Press, Seattle. Part, **5**: 266.
- CUSHING, H. B. and R. CAMPBELL. 1899. The *Gramineæ*, *Cyperaceæ* and *Juncaceæ* of Montreal Island. *Can. Rec. Sci.*, **8**: 11-24.
- DALBIS, L. J. 1921. L'immigration des espèces florales eurasiatiques dans l'Amérique du Nord. J. de Gigord, Paris.
- DALE, H. M., P. J. HARRISON and G. W. THOMSON. 1965. Weeds as indicators of physical site characteristics in abandoned pastures. *Can. J. Bot.*, **43**: 1319-1327.
- DEARBORN, C. H. 1959. Weeds in Alaska and some aspects of their control. *Weeds*, **7**: 265-270.
- DEWEY, L. H. 1894. The Russian Thistle, *U.S.D.A., Div. Bot., Bul.*, **15**. Cité par STEVENS, O. A. 1943.
- DEWEY, L. H. 1901. Canada Thistle, *U.S.D.A., Div. Bot., Cir.*, **27**. Cité par CRAFTS, A. S. and W. W. ROBBINS. 1962.
- DORE, W. G. 1959. Grasses of the Ottawa District. *Can. Dept. Agr., Ottawa. Pub.*, **1049**.
- DORE, W. G. 1961. A centennial floristic census of Prescott, Ontario. *Trans. Roy. Can. Inst.*, **33**, II : 49-115.

- DOYON, D. et R. CAYOUE. 1966. *Epipactis Helleborine* (L.) Crantz au Québec. *Naturaliste Can.*, **93**: 171-176.
- D'URBAN, W. S. M. 1861. Catalogue of the plants collected in the Counties of Argenteuil and Ottawa, in 1858. *Can. Nat. and Geol.*, **6**: 120-137.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE. 1948. Coup d'œil sur la flore subarctique du Québec de la Baie James au Lac Mistassini. *Contr. Arct. Inst. Cat. Univ. Amer.*, **1 F**, Wash., D.C.
- DUTILLY, A., E. LEPAGE et M. DUMAN. 1958. Contribution à la flore des îles (T.N.O.) et du versant oriental (Qué.) de la Baie James. *Contr. Arct. Inst. Cat. Univ. Amer.*, **9 F**, Wash., D.C.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE. 1963. Contribution à la flore du versant sud de la Baie James, Québec-Ontario. *Contr. Arct. Inst. Cat. Univ. Amer.*, **12 F**, Wash., D.C.
- ERSKINE, D. S. 1960. Plants of Prince Edward Island. *Can. Dept. Agr., Ottawa. Pub.*, **1,088**.
- FASSETT, N. C. 1951. *Callitriche* in the New World. *Rhodora*, **53**: 211-215.
- FERNALD, M. L. 1900. Some Jesuit influences upon our northeastern flora. *Rhodora*, **2**: 133-142.
- FERNALD, M. L. 1903. *Chrysanthemum Leucanthemum* and the american white weed. *Rhodora*, **5**: 177-181.
- FERNALD, M. L. 1905. Some recently introduced weeds. *Trans. Mass. Hort. Soc. Part I*: 11-22.
- FERNALD, M. L. 1910. Notes from the phænogamic herbarium of the New England Botanical Club I. *Rhodora*, **12**: 191.
- FERNALD, M. L. and K. M. WIEGAND. 1912. *Alchemilla alpina* and *A. vulgaris* in North America. *Rhodora*, **14**: 229-234.
- FERNALD, M. L. 1914. Some annual halophytic Asters of the Maritime Provinces. *Rhodora*, **16**: 57-61.
- FERNALD, M. L. 1933. Recent discoveries in the Newfoundland flora. *Rhodora*, **35**: 380.
- FERNALD, M. L. 1950. Gray's manual of botany, 8th Ed. American Book Company, New York.
- FLETCHER, E. F. 1913. Further wool-waste plants at Westford, Massachusetts. *Rhodora*, **15**: 192.
- FLETCHER, J. 1884. Notes on the flora Ottawænsis with special reference to the introduced plants. *Ott. Field Nat. Club, Trans.*, **5**: 29-37.
- FOWLER, J. 1878. List of New Brunswick plants. *Rept. of the Secretary of Agr., Appendix B.*: 35-63.
- FRANKTON, C. 1958. Les mauvaises herbes du Canada. *Min. Agr. Ottawa, Pub.*, **948**.
- GLEASON, H. A. 1952. The new Britton and Brown illustrated flora of the northeastern United States and adjacent Canada. 3 vols. Lancaster Press, Lancaster, Penna.
- GRANDTNER, M. M. 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Les Presses de l'Univ. Laval.
- GRAY, A. 1867. Manual of the botany of the northern United States. 5th Ed. Ivison, Blakeman, Taylor Co. New York & Chicago. Cité par MOORE, R. J. and D. R. LINDSAY 1953 et GROH, H. 1944-1951.
- GROH, H. 1933. Some recently noticed mustards. *Sci. Agr.*, **13**: 722-725.

- GROH, H. 1936. Creeping Yellow Cress.— A weed in process of entrenchment. *Sci. Agr.*, **16**: 331-334.
- GROH, H. 1941. Range extensions for some Crucifers. *Can. Field Nat.*, **55**: 54-55.
- GROH, H. 1944-1947. Canadian weed survey. *Can. Dept. Agr., Ottawa. 1st-4th Reports*.
- GROH, H. 1946a. Tragopogons as weeds in Canada. *Sci. Agr.*, **26**: 1-6.
- GROH, H. and C. FRANKTON. 1948-1949. Canadian weed survey. *Can. Dept. Agr., Ottawa. Reports 5th — 7th*.
- GRONOVIVS, J. H. 1739. *Flora Virginica*. Photolithographed by the Murray Printing Co., Cambridge, Mass. for the Arnold Arboretum, 1946.
- HAGMIER, E. M. 1959. New Brunswick flora. Fredericton, N.-B.
- HALIBURTON, T. C. 1829. *In* An historical and statistical account of Nova Scotia. Halifax. Vol. II: 405-413.
- HANSEN, A. A. 1920. The Hawkweeds, or Paintbrushes. *U.S.D.A., Circ.*, **130**.
- HARPER, J. L. 1957. Biological flora of the British Isles: *Ranunculus repens* L. *Jour. Ecol.*, **45**: 314-325.
- HARTWIG, H. B. 1953. Legume culture and picture identification—seedling to maturity. M. S. Hartwig, Ithaca, New York.
- HITCHCOCK, E. 1905. *Hieracium murorum* in Massachusetts. *Rhodora*, **7**: 80.
- HOOKE, W. J. 1829-1840. *Flora Boreali-Americana*. Henry G. Bohn, London, 2 vols.
- HUBBERT, J. 1867. Catalogue of the flowering plants and ferns indigenous to, or naturalized in Canada. Dawson Brothers, Montréal.
- HUGHES, W. E. 1938. Studies into the biology of some *Rumex* species. *M. Sc. Thesis, Univ. Wales*. Cité par CAVERS, P. B. and J. L. HARPER. 1964.
- JOSELYN, J. 1672. New England rarities. Cité par RIDLEY, H. N. 1930 et FERNALD, M. L. 1905.
- KENNEDY, G. G. 1902. The Maine coast at Cutler. *Rhodora*, **4**: 23-26.
- KNIGHT, O. W. 1906. Some new records of Maine plants. *Rhodora*, **8**: 98-99.
- KNOWLTON, C. H. and W. DEANE. 1916. Flora of Boston district XXIV. *Rhodora*, **18**: 221.
- LA PYLAIE B. de. 1825. Voyage à l'île de Terre-Neuve. Cité par FERNALD, M. L. and K. M. WIEGAND. 1912.
- LAWSON, G. 1864. Synopsis of the Canadian Flora. Non publié.
- LEPAGE, E. et L. CINQ-MARS. 1946. Quelques introductions récentes dans le Québec. *Ann. ACFAS*, **12**: 77.
- LEPAGE, E. 1958. Études sur quelques *Hieracia*. *Naturaliste can.*, **85**: 81-93.
- LEPAGE, E. 1960. *Hieracium tridentatum* Fries en Ontario. *Naturaliste can.*, **87**: 103.
- LINDSAY, D. R. 1951. Biology of leafy and cypress Spurge with notes on their distribution in Eastern Canada. *Can. Nat. Weed Com., East. Sect. Proc.*, **4**: 68-72.
- LINDSAY, D. R. 1953. Climate as a factor influencing the mass ranges of weeds. *Ecology*, **34**: 308-321.

- LINDSAY, D. R. 1954. Some patterns of weed distribution in Canada. *Can. Nat. Weed Com., East. Sect. Proc.*, **7**: 82-87.
- MACKEY, A. H. 1915. *Senecio Jacobæa* & *Callimorpha Jacobæa*: Remarks by Dr. A. H. MacKay. *In Trans. N.S. Inst. Sci.*, **13**: 284.
- MACCOUN, J. 1883-1890. Catalogue of Canadian plants. Dawson Brothers, Montréal. 5 parts.
- MACCOUN, J. M. 1895. Contributions to Canadian botany VI. *Can. Rec. Sci.*, **6**: 6.
- MACCOUN, J. M. 1901. Contributions to Canadian botany XIV. *Ott. Nat.*, **15**: 76.
- MARIE-JEAN-EUDES, Sœur. 1943. La flore de Rawdon. Non publié.
- MARIE-JEAN-EUDES, Sœur. 1965. L'île Bonaventure et sa florule. *Naturaliste can.*, **92**: 141-192.
- MARIE-VICTORIN, Frère. 1908. Addition à la flore d'Amérique. *Naturaliste can.*, **35**: 65-67.
- MARIE-VICTORIN, F. 1913. Immigration végétale. *Naturaliste can.*, **40**: 84-89.
- MARIE-VICTORIN, F. 1929. Le dynamisme dans la flore du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **13**.
- MARIE-VICTORIN, F. 1930. Le genre *Rorippa* dans le Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **17**.
- MARIE-VICTORIN, F. 1935. Flore Laurentienne. Frères des Écoles Chrétiennes, Montréal.
- MARIE-VICTORIN, F. et R. MEILLEUR. 1939. La florule de la Grosse-Île. *Naturaliste Can.*, **66**: 107-122.
- MICHAUX, A. 1803. *Flora Boreali-Americana*. Levrault, Paris. 2 vols.
- MONTGOMERY, F. H. 1956. The introduced plants of Ontario growing outside of cultivation (Part I). *Trans. Roy. Can. Inst.*, **31**, II; 91-102.
- MONTGOMERY, F. H. 1957. The introduced plants of Ontario growing outside of cultivation (Part II). *Trans. Roy. Can. Inst.*, **32**, I: 3-34.
- MOORE, R. J. and D. R. LINDSAY. 1953. Fertility and polyploidy of *Euphorbia Cyparissias* in Canada. *Can. J. Bot.*, **31**: 152-163.
- MULLIGAN, G. A. and C. FRANKTON. 1954. The plumeless thistles (*Carduus* spp.) in Canada. *Can. Field Nat.*, **68**: 31-36.
- MULLIGAN, G. A. 1961. The genus *Lepidium* in Canada. *Madrono*, **16**: 77-90.
- MULLIGAN, G. A. 1965. Recent colonization by herbaceous plants in Canada. *Proc. 1st int. union biol. sci. symposia on gen. biol.*, Asilomar, 1964. Ed. by H. G. Baker & G. L. Stebbins, New York Acad. Press: 127-143.
- NUTTALL, T. 1818. *Genera of North American plants*. D. Heartt, Philadelphie. 2 vols.
- PARLIN, J. C. 1904. Some casual elements in the flora of Western Maine. *Rhodora*, **6**: 81-84.
- PENNELL, F. W. 1935. The *Scrophulariaceæ* of Eastern temperate North America. *Acad. Nat. Sci. Phil., Mon.*, **1**.
- PORSILD, M. P. 1932. Alien plants and apophytes of Greenland. København C. A. Reitzels. Forlag. Copenh., Medd. Gron. **92**.
- PROVANCHER, L. 1862. *Flore Canadienne*. J. Darveau, Québec. 2 vols.
- PURSH, F. 1814. *Flora Americanæ Septentrionalis*. London, White, Cochrane et Co. 2 vols.

- RAYMOND, M. and J. KUCYNIK. 1948. Six additions to the adventitious flora of Quebec. *Rhodora*, **50**: 176-180.
- RAYMOND, M. 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mem J. Bot. Montréal*, **5**.
- RIDLEY, H. N. 1930. The dispersal of plants throughout the world. L. Reeve & Co. Ltd., England.
- ROBINSON, B. L. 1911. *Erucastrum Pollichii* adventive in America. *Rhodora*, **13**: 10-12.
- ROLAND, A. E. 1947. The flora of Nova Scotia. Truro Printing & Publ. Co. Ltd.
- ROULEAU, E. 1956. A check-list of the vascular plants of the province of Newfoundland. *Contr. Lab. Inst. Bot. Univ. Montréal*, **69**: 41-106.
- ROUSSEAU, C. 1965. L'identification des plantes nuisibles du Québec à différents stades précédant leur maturité. Univ. Laval. Partie de la thèse non publiée.
- RYDBERG, P. A. 1917. Flora of the Rocky Mountains and adjacent plains. New York. Cité par GROH, H. 1946a.
- SCHMITT, J. 1904. Monographie de l'île d'Anticosti. Librairie scientifique A. Hermann, Paris.
- SCOGGAN, H. J. 1950. The flora of Bic and the Gaspé peninsula, Quebec. *Can. Dept. Res. and Dev., Nat. Museum, Bul.*, **115**.
- SELBY, A. D. 1906. A second Ohio weed manual. *Ohio Agr. Exp. Sta., Bul.*, **175**.
- SOPER, J. H. 1949. The vascular plants of Southern Ontario. Univ. Toronto and Fed. Ont. Nat.
- SOPER, J. H. and L. A. GARAY. 1954. The Helleborine and its recent spread in Ontario. *Bul. Fed. Ont. Nat.*, **65**: 4-7.
- STANDLEY, P. C. 1921. Flora of Glacier National Park, Montana. *Contr. U.S. Nat. Herb.* **22**: 347.
- STEVENS, O. A. 1943. Russian thistle, life history and growth. *North Dakota Agr. Exp. Sa., Bul.*, **326**.
- STEVENS, O. A. 1946. Introduction and spread of weeds and other plants in North Dakota. *North Dakota Agr. Exp. Sta., Bul.*, **339**. Cité par LINDSAY, D. R. 1953.
- ST-JOHN, H. 1922. A botanical exploration of the north shore of the gulf of St. Lawrence including an annotated list of the species of vascular plants. *Can. Dept. Mines, Vict. Mem. Museum, Memoir*, **126**.
- THOMAS, J. G. Circa 1860. A catalogue of plants collected at Rivière-du-Loup. Non publié mais cité par MACOUN, J. 1883-1890.
- WALTZ, D. 1962. Les conditions de la distribution gaspésienne du *Tussilago Farfara* L. *Naturaliste can.*, **89**: 38-65.
- WILLIAMS, J. T. 1963. Biological flora of the British Isles: *Chenopodium album* L. *Jour. Ecol.*, **51**: 711-725.

NOTE SUR LE *QUERCUS RUBRA* VAR. *BOREALIS* DANS LA RÉGION DU LAC SAINT-JEAN

V. GERARDIN¹ et M. JURDANT²

Résumé

Bell, 1857, fut le seul jusqu'ici à faire une mention écrite de la présence de chêne rouge dans la région du Lac Saint-Jean. Toutefois cette mention n'est basée que sur la présence de glands sur la rive du lac Saint-Jean. Cette note a donc pour but de décrire brièvement une station de quelques individus de chêne rouge, située à quatre milles au sud de Saint-Jérôme de Métabetchouan.

Abstract

Bell is the only author to have mentioned the presence of red oak in the lake Saint-Jean region. His observation was based on the presence in 1867 of acorns of this species on the lake shore. The present article describes the location where a few red oak trees were found a few miles south of Saint-Jérôme de Metabetchouan near lake Saint-Jean.

Introduction

Bell, en 1857 fut le premier et, semble-t-il, le seul à mentionner la présence de chêne rouge au Lac Saint-Jean. Il rapporte avoir trouvé sur la rive du lac Saint-Jean quelques glands et suppose donc que le chêne doit être présent dans la région. Dans son étude floristique de la région du Lac Saint-Jean, Marie-Victorin ne fait nulle part mention de la présence du chêne rouge. Cependant dans sa Flore Laurentienne, une carte des limites approximatives des Fagacées et Juglandacées du Québec, semble faire monter cette espèce jusqu'aux environs de Dolbeau. Louis-Marie (1932), Raymond (1950) et Fernald (1950) ne mentionnent pas non plus la présence de chêne dans cette région. D'autre part Camille Rousseau, dans une étude non-publiée (référence verbale), sur la distribution d'un certain nombre d'espèces de la province de Québec dit n'avoir vu dans aucun des quelque dix herbiers canadiens et américains visités une note relative à la présence de chêne rouge dans la région du Lac Saint-Jean.

La présente note a donc pour but de signaler la présence du chêne rouge dans la région du Lac Saint-Jean (voir figure 1) et de décrire brièvement la station où il fut observé en juin 1967.

1. Chargé de recherches, Ministère des Forêts et du Développement Rural, Sillery, P.Q.

2. Chercheur scientifique, Ministère des Forêts et du Développement Rural, Sillery, P.Q.

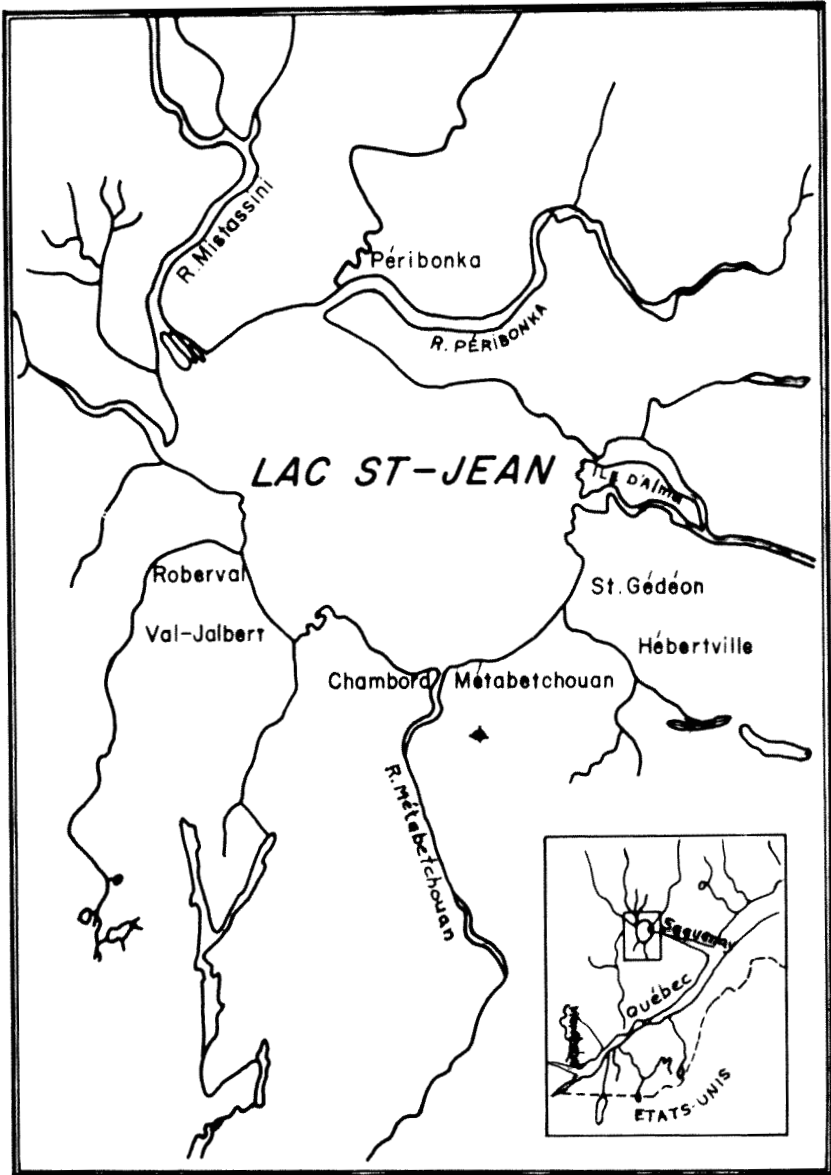


FIGURE 1. Carte de la région du Lac Saint-Jean. ◆ Localisation de la station.

Situation géographique de la station

Carte fédérale au 1:50,000, n°22D/5W.

Photo aérienne du ministère des Terres et

Forêts n°Q64194-127

Latitude: 48°21'45'' N

Longitude: 71°50'30'' O

Altitude: 260 m

Observation n°: 0-67-13

Description de la station

La station est située à 7km au sud de Saint-Jérôme de Métabetchouan sur le sommet d'une montagne. La pente est faible (5%), convexe et exposée au nord-est. Le dépôt de surface est un till mince (75 cm), très sableux, granitique, mais contenant quelques fragments de schiste argileux (Dionne, 1968). Le sol est un podzol orthique lithique à drainage excessif, dont la description est la suivante:

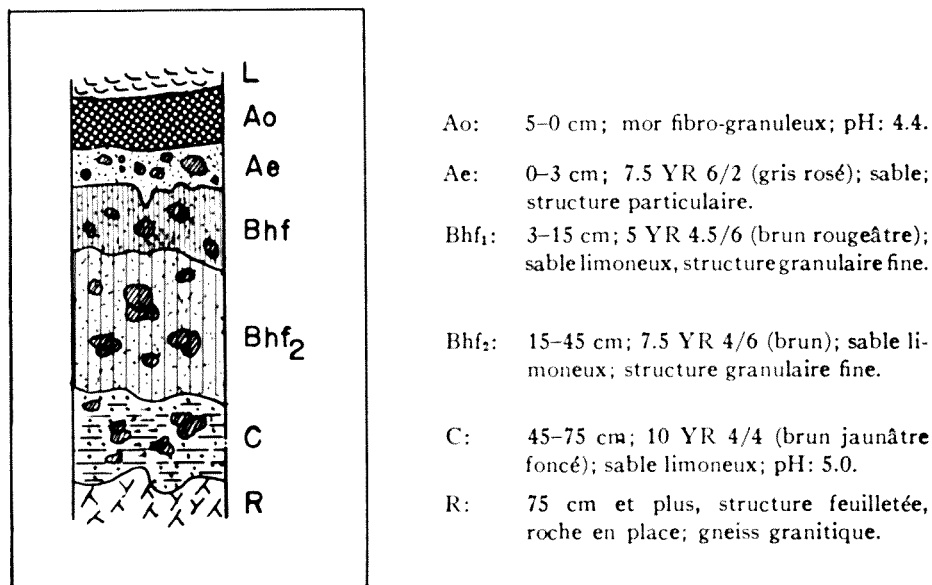


FIGURE II Podzol orthique lithique.

Dans la sère physiographique régionale, (Figure III) la station se situe au-delà de la limite altitudinale de l'érablière à bouleau jaune.

Les coupes successives ont fait de ce peuplement une unité difficile à définir. C'est un groupement ensoleillé, composé dans la strate arborescente de:

Populus tremuloïdes
Abies balsamea
Acer rubrum

Quercus rubra var. *borealis*
Picea glauca

dans la strate arbustive

Acer spicatum
Acer rubrum

Corylus cornuta
Kalmia angustifolia

dans la strate herbacée

Aralia nudicaulis
Gaultheria procumbens

Aster spp.

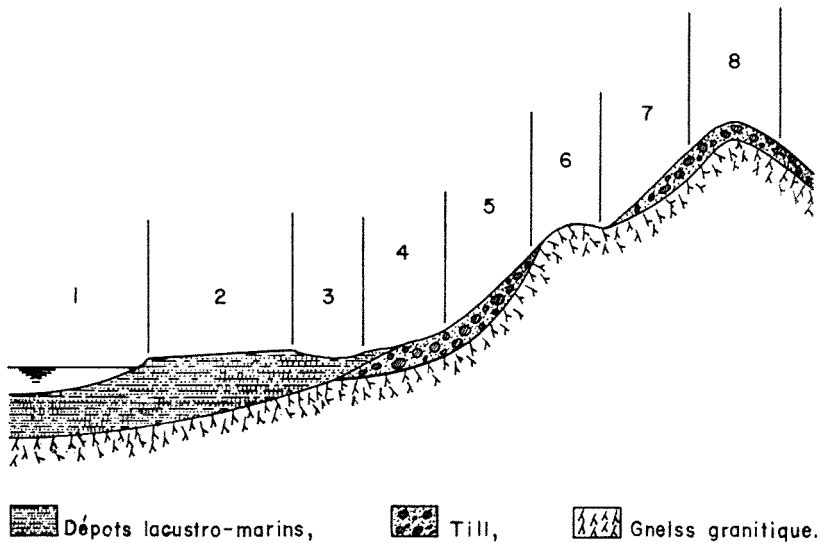


FIGURE III. Sère physiographique de la région d'Hébertville.

1 — Lac Saint-Jean. 2 — Cultures. 3 — Aulnaie tourbeuse. 4 — Érablière à bouleau jaune et frêne. 5 — Érablière à bouleau jaune typique. 6 — Sapinière à pin blanc. 7 — Érablière à bouleau jaune et lycopode. 8 — Station de chêne.

Description des spécimens

Le port des quatre individus trouvés dans cette station est loin de rappeler la majesté légendaire du chêne. Ils sont courts, malformés, couverts de branches; leur diamètre est inférieur à 30 cm et leur hauteur ne dépasse pas 12 m. Les conditions climatiques ne semblent pas leur permettre de compléter parfaitement leur cycle vital comme en témoignent les deux photos montrant quelques glands avortés. (Fig. IV et V)

Conclusions

Une seule mention de chêne rouge au Lac Saint-Jean a été faite jusqu'à ce jour. La récolte la plus nordique était avant aujourd'hui celle de Gerardin, Grandtner & Lemieux en 1963 (no. de récolte: 5523) à Saint-Ulrich de Matane (Lemieux, 1964). Cette nouvelle récolte ne constitue peut-être pas un changement dans l'aire de répartition du chêne rouge, mais représenterait plutôt un îlot en dehors de cette aire.

Cette note n'avait pas pour but d'expliquer la présence du chêne dans cette région, mais plutôt d'ajouter quelques données relatives aux problèmes phytogéographiques du Québec.



FIGURE IV. Quelques glands (*Quercus rubra* var. *borealis*) avortés provenant de la station.



FIGURE V. Détail d'un gland avorté.

Références

- ANONYME, 1961. Arbres indigènes du Canada — Min. des Forêts — Canada. *Bul.*, 31. 3e éd.
- BELL, R., 1857-58. Exploration géologique du Canada, (Rapport de Progrès) — *Rapport de l'année 1857*. pp. 83-96.
- DIONNE, J. C., 1968. Cartographie des formations meubles: région du Lac Saint-Jean. *Légende* — Miméo — Lab. rech. for. Québec.
- FERNALD, M. L., 1950. *Gray's Manual of Botany*. American Book Company, 8e éd.
- GALOUX, A., 1951. Les Principales Essences forestières de l'Amérique Septentrionale Tempérée. Leur introduction en Belgique. *Grænendaal* — Trav. Série B, no. 13.
- HOUBA, J., 1887. Les Chênes de l'Amérique Septentrionale en Belgique — Hasselt. M. Ceysens. éd.
- LEMIEUX, G., 1964. Deuxième rapport sur les herborisations effectuées pour le compte du BAEQ — Miméo.
- LOUIS-MARIE, P., 1931. Flore-manuel de la Province de Québec. Institut Agricole d'Oka. Contr. no. 23.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1925. Études floristiques sur la région du Lac Saint-Jean. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*. No. 4.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1964. Flore Laurentienne — Presses de l'Univ. de Montréal. 2e éd.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec — *Mém. Jardin Bot. de Montréal* no. 5.
- U.S.D.A., 1965. *Silvics of Forest Trees of the United States*. U.S. Dept. Agr. For. Serv.— *Agr Handbook* no. 271.

ÉTUDES SUR LA FLORE DU SAGUENAY

I — Commentaires sur un article et sur des récoltes de E. J. Hill¹

RICHARD CAYOUILLE²

Résumé

A la lumière des récoltes faites au Saguenay par E. J. Hill en 1888, l'auteur commente un article du même botaniste, paru en 1895.

Cette étude permet d'ajouter le *Solidago calcicola* à la flore du Saguenay; d'étendre la distribution du *Solidago sempervirens* à la baie des Ha! Ha! et d'élaguer la documentation botanique de quelques mentions douteuses ou erronées.

Abstract

The plants collected by E. J. Hill in the Saguenay region in 1888 and a paper published by the same botanist in 1895 are compared.

As a result of this study, *Solidago calcicola* is added to the flora of the Saguenay region; the range of *Solidago sempervirens* is extended up the Saguenay River to baie des Ha! Ha!; and some dubious or erroneous mentions are corrected.

Introduction

La documentation sur la flore du Saguenay est relativement abondante mais elle est parfois difficile à trouver parce que fragmentaire et dispersée. Au cours de mes recherches sur la flore de cette région, il m'a été donné de recueillir un certain nombre de documents. Parmi ceux-ci, la plupart déjà connus, il en est un qui, à ma connaissance, est toujours passé inaperçu: c'est l'article de E. J. Hill, intitulé "*The Saguenay Region*", paru en trois tranches dans les livraisons du 8, du 15 et du 29 mai 1895 de la revue, alors dirigée par Charles S. Sargent, GARDEN AND FOREST.

Grâce à l'obligeance du Dr Neville Jones, conservateur de l'herbier de l'université de l'Illinois et professeur de botanique à la même institution, j'ai pu étudier une soixantaine de feuilles d'herbier des récoltes de Hill au Saguenay et confronter ce matériel au contenu de son article sur la flore de la région.

L'étude de ce matériel, qui jusqu'à ce jour a échappé à l'attention des botanistes canadiens, m'a suggéré un certain nombre de commentaires. C'est l'objet des notes qui suivent.

1. Contribution numéro 92, Service de la Recherche et de l'Enseignement, Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec, Canada. La substance de ce travail a été présentée au 35e congrès de l'Acfas, le 4 novembre 1967.

2. Herbier, Service de la Recherche et de l'Enseignement, Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec, Canada.

RAPPEL HISTORIQUE

Qui était E. J. Hill? Sa biographe, l'agrostologue de réputation internationale, madame Agnes Chase (1917) nous apprend que le révérend E. J. Hill était un pasteur presbytérien et qu'il enseignait dans des *high schools* de la région de Chicago. A l'âge de 19 ans, un mal à un genou, qui devait le rendre boîteux pour le reste de sa vie, l'oblige à une longue convalescence. C'est à ce moment qu'il entreprend l'étude de la botanique. Il a toujours par la suite continué de s'y intéresser activement. Il devint un correspondant assidu de plusieurs grands botanistes de son temps: Gray, Watson, Morong et Sargent en particulier. Il collabore à leurs travaux, surtout à ceux de Morong (*Potamogeton*) et de Sargent (*Cratægus*), en leur fournissant des spécimens pour leurs études et en leur communiquant ses propres observations recueillies sur le terrain.

L'énumération de ses publications par madame Chase comprend 162 titres. A sa mort, l'université de l'Illinois acquiert son herbier, riche de 16,000 spécimens.

La biographe de Hill nous apprend encore qu'en 1888 il devait abandonner l'enseignement pour des raisons de santé. C'est précisément entre le 18 août et le 4 septembre de cette même année 1888 qu'il herborise au Saguenay. Hill nous dit lui-même au début de son article qu'il avait choisi Bagotville, mieux connu à l'époque sous le nom de Saint-Alphonse, pour se reposer: "*This village I selected as a place of rest and recreation in the month of August, making excursions in the surrounding region on foot, by boat, or by means of that universal vehicle of the rough country, the buckboard wagon*". Que fait un botaniste qui se repose? Il herborise! Le 18 août, il fait quelques récoltes à Chicoutimi; rapidement, puisque, le même jour, on le retrouve aussi à Bagotville. Il demeure à la baie des Ha! Ha! du 18 au 30 août. Les 3 et 4 septembre il étudie la flore de Tadoussac.

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

C'est sept ans après son voyage au Saguenay que Hill publie l'article qui retient notre attention. Il n'y cite pas précisément de spécimens d'herbier mais décrit, pour le bénéfice des lecteurs de la revue, ce qu'est la végétation du Saguenay, d'après ce qu'il en a observé et, évidemment, d'après ce qu'il y a récolté. Au cours de son travail, il énumère plus de 90 espèces de plantes.

Le matériel que j'ai eu le plaisir d'étudier justifie environ 40% des entités mentionnées dans le travail de Hill. La majorité était correctement identifiée. Pour ce qui est des espèces qui apparaissent dans son article et qui ne sont pas corroborées par des spécimens de son herbier, il s'agit, dans la majorité des cas, de plantes dont la présence est notoire au Saguenay. Ces mentions peuvent donc être acceptées comme des observations exactes sauf dans quelques cas précis dont il sera question plus loin.

Comme remarque générale, disons qu'il est assez curieux de noter que l'article de Hill ne mentionne aucun Ptéridophyte, ni aucune Monocotyle. Les plantes de ces groupes sont pourtant abondantes au Saguenay et l'on sait, par ailleurs, que notre botaniste était particulièrement intéressé aux Potamots et aux Cypéracées pour ne mentionner que ces groupes. A ma connaissance, Hill n'a pas donné les raisons de cette omission. On pourrait échafauder bien des hypothèses pour tenter de l'expliquer mais toutes seraient probablement invérifiables. Notons donc simplement le fait sans plus de recherche.

Il va de soi que la collection de Hill étudiée ici est également fragmentaire, puisqu'elle a été recherchée dans l'herbier de l'université de l'Illinois à partir de la publication précitée. Les vides dans la séquence des numéros de récolte, si on peut s'y fier, laisseraient supposer que je n'ai vu que le tiers environ des récoltes de Hill au Saguenay. La tâche de rechercher le reste impliquerait l'obligation de feuilleter tout l'herbier de l'université de l'Illinois, ce qui n'est pas une mince besogne.

Liste annotée des espèces

Même incomplète, cette liste des récoltes de Hill au Saguenay vaut quand même d'être publiée car, déjà, le fragment étudié apporte du nouveau sur la connaissance de la flore de cette région. On trouvera donc, ci-après, dans l'ordre systématique de la 8e édition du Gray's Manual, l'énumération des récoltes de Hill qu'il m'a été donné d'étudier. J'y ai intercalé les espèces mentionnées dans son article qui, à mon avis, appelaient des commentaires. La nomenclature, sauf lorsqu'il est indiqué autrement, est celle du Gray's Manual. Les herbiers cités au cours des commentaires sont identifiés à l'aide des sigles proposés par Lanjou et Stafleu (1964). Celui de l'université de Sherbrooke est désigné par le sigle SFS.

Tsuga canadensis (L.) Carr.— A deux reprises Hill mentionne la pruche au Saguenay. Une première fois (p. 183), il l'inclut dans la forêt de la baie des Ha! Ha!, une seconde fois (p. 194), il écrit: "*Monotropa Hypopitys* was frequent in the Hemlock woods at Tadoussac". Michaux (1803) avait aussi affirmé que la pruche était présente au Saguenay. Brunet (1861) l'avait répété au grand scandale de Provancher (1862) qui ne perdit pas l'occasion de lui corriger son erreur. Provancher fixait alors la limite nord de cette essence forestière au cap Tourmente, même si, disait-il, on en trouve de rares individus dans Charlevoix. Par la suite, Brunet (1867) admit que « . . . des recherches faites les années dernières prouvent que cet arbre manque dans la région du Saguenay ».

Marie-Victorin (1927) a expliqué la méprise de Michaux. Celle de Brunet est sans doute attribuable à sa trop grande fidélité à suivre Michaux. Quant aux deux mentions de Hill, comme elles ne s'appuient sur aucune récolte, il faut les rejeter. Dans la région qui nous intéresse, la récolte la plus septentrionale de *Tsuga canadensis* que je connaisse vient de Petite-Rivière Saint-

François, dans le comté de Charlevoix; c'est celle de Doyon & Lavoie 26; (QUE).

Pinus divaricata (Ait.) Dumont — (*P. Banksiana* Lamb.). Bagotville, sandy woods of pine plains; Aug. 25, 1888; Hill 85; ¹ (ILL).

Thuja occidentalis L., f. ***prostrata*** Victorin & Rousseau — Hill a été impressionné par les formes prostrées que les nécessités de la survie imposent à certains arbres dans les habitats difficiles que sont les rochers des rivages du Saguenay. Il l'a noté à propos du *Pinus divaricata* mais ne paraît pas en avoir récolté de spécimen. Au sujet du *Thuja occidentalis*, il écrit: "*The Arbor-vitæ growing in the thin soil of some of the ledges, also forms a shrub of straggling habit, spreading over the ground to a distance of two or three feet from the stem, and fruiting freely when but a foot or two high*". (p. 183). L'étiquette du spécimen de son herbier se lit comme suit: *Thuja occidentalis; Ha! Ha! Bay, top of a rocky ridge. Dwarf and spreading, 1 foot high; Aug. 23, 1888; Hill 74; (ILL)*.

Les observations de Hill rejoignent donc la description du f. *prostrata* que Marie-Victorin et Rousseau (1940) écriront un demi-siècle plus tard: "*Planta 1 m. alta, caule (ad 2 m. longa et 15 cm diam.) distorto, fere procumbente in solo*".

Betula lenta L. — Comme presque tous les botanistes de son époque, Hill attribue le *B. lenta* à la flore du Saguenay. Aucun spécimen de son herbier ne confirme la présence de cette espèce qui, aujourd'hui, est même exclue de la flore du Québec (Boivin, 1966).

Ulmus americana L. — Hill mentionne l'Orme d'Amérique parmi les essences forestières de la baie des Ha! Ha!. Bien qu'aucun spécimen de son herbier ne vienne la justifier, cette mention demeure plausible car l'*U. americana* se rencontre, en plus ou moins grande abondance, sur les dépôts alluvionnaires d'origine argileuse de presque toutes les grandes rivières de la région. Il a été récolté le long de plusieurs tributaires du Saguenay, entre autres: à la rivière Petit-Saguenay, J. Cayouette 96, (QUE); à l'Anse Saint-Jean, Marie-Victorin (1936); sur l'autre rive du Saguenay, à la rivière Sainte-Marguerite, dans les cantons: Albert, J. Cayouette 564, (QUE); S. Brisson 62-755, (SFS); J. Boulva & S. Brisson 6234b, (SFS); Labrosse, R. Cayouette 7071, 7084, (QUE); S. Brisson 64630, (SFS); Durocher, S. Brisson 62-535, (SFS, QUE). Il est donc possible que l'*U. americana* soit présent, ou ait été présent, le long de la rivière-à-Mars.

Atriplex patula L., var. ***hastata*** (L.) Gray — Chicoutimi, waste places; Aug. 18, 1888; Hill 127; (ILL). *Sub nom. A. patula* L. Dans son article, Hill en traite sous le nom de *A. hastata*.

1. Hill écrit ses numéros de récolte en y incluant l'année, par exemple, 85, 1888. Je ne cite ici que le numéro d'ordre sans l'année, toujours la même.

Spergularia marina (L.) Griseb.— (*Tissa marina*). Hill écrit (p. 213) qu'au fond de la baie des Ha! Ha! “*In the tide-swept mud along the shore were Tissa marina and . . .*”. Aucun spécimen de son herbier ne justifie la présence de cette espèce à la baie des Ha! Ha!. La mention est d'autant plus surprenante que toutes les récoltes de *Spergularia* provenant des rives du Saguenay appartiennent au *S. canadensis* (Pers.) Don: Canton Albert, embouchure de la rivière Sainte-Marguerite, J. Cayouette 554, 895, (QUE); S. Brisson 62-711, 62-1206, (SFS); anse Saint-Jean, R. Cayouette 5302, 5356, (QUE). Jusqu'à présent, je n'ai vu aucun spécimen de *Spergularia* qui aurait été récolté en amont de l'anse Saint-Jean. Quant au *S. marina*, il semble qu'il demeure le long du Saint-Laurent; du moins, il n'a pas encore été trouvé sur les rives du Saguenay.

Thlaspi arvense L.— Bagotville, waste places; Aug. 22, 1888; Hill 65; (ILL). Cette mauvaise herbe n'est pas plus commune aujourd'hui qu'elle ne l'était en 1888, alors que Hill écrivait: “. . . was sparingly found at Saint-Alphonse”. (p. 213).

Pyrus americana (Marsh.) DC., var. *americana* — Bagotville, rocky ledge; shrub 4 or 5 feet high; Aug. 20, 1888; Hill 27; (ILL). *Sub nom.* *Sorbus americana* Marsh. sur l'étiquette de la feuille d'herbier et *P. americana* dans l'article de Hill (p. 183). Il mentionne aussi le *P. sambucifolia*, c'est-à-dire, le *P. decora* (Sarg.) Hyland du Gray's Manual ou le *P. americana*, var. *decora* Sarg. de l'Énumération des plantes du Canada de Boivin (1966). L'herbier de Hill ne contient pas de récolte de cette dernière entité qui est cependant plus commune que la première au Saguenay.

Potentilla tridentata Ait.— Bagotville, on rocks; Aug. 21, 1888; Hill 48; (ILL). *Sub nom.* *P. tridentata* Soland.

Trifolium procumbens L.— Bagotville, dry fields; Aug. 18, 1888; Hill 19; (ILL). Se rencontre ici et là dans la région sans être aussi commun que le *T. agrarium* L. Semble préférer les sols neutres ou alcalins.

Vicia sativa L.— Bagotville, fields; Aug. 23, 1888; Hill 121; (ILL).

Vicia angustifolia L.— Bagotville, fields; Aug. 18, 1888; Hill 17; (ILL). *Sub nom.* *V. sativa* L., la correction var. *angustifolia* semble avoir été ajoutée postérieurement par Hill. Cette espèce et la précédente sont des vestiges de la culture et persistent parfois longtemps sur les terres de la région. A Saint-Fulgence, on en récolte encore sur une ferme abandonnée depuis au-delà de vingt ans.

Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray — Bagotville, border of a wheat field; Aug. 20, 1888; Hill 24; (ILL). Avec un peu d'attention on en trouve assez fréquemment sur les fermes de la région; souvent en compagnie du *V. Cracca*.

Lathyrus japonicus Willd.— Tadoussac, rocks by Saguenay River, “Cross Point”; Sept. 4, 1888; Hill 114; (ILL). *Sub nom.* *L. maritimus* (L.) Bigel.

Euphorbia Peplus L.—Selon Hill (p. 214) "*Euphorbia Peplus frequently appeared as a weed in waste ground*". La mention surprenante de cette espèce près de Bagotville doit être considérée comme erronée car aucune récolte ne la corrobore. De plus, *E. Helioscopia* est commun dans la région et il est possible, lorsqu'on l'observe superficiellement, de le confondre avec l'*E. Peplus*. L'introduction la plus septentrionale d'*E. Peplus* que je connaisse se situe aux environs de la ville de Québec. (Cayouette, 1951).

Empetrum nigrum L.—Tadoussac, rocks; Sept. 3, 1888; Hill 103; (ILL). Il existe deux feuilles sous ce nom dans le matériel qui m'a été prêté par le professeur Jones; l'une provient de l'herbier même de Hill, l'autre est un duplicata qu'il avait offert à madame Agnes Chase. Il est curieux de noter que sur chacune des deux feuilles on observe un spécimen d'*E. nigrum* (*sensu* Gray's Manual) et un spécimen d'*E. atropurpureum*. Bien que Hill n'en fasse pas mention dans son article, ni sur la feuille de son herbier, il est difficile de croire que la présence de ces deux entités sur chacune des feuilles soit le simple fait du hasard. Il paraît plus plausible de penser que Hill avait déjà observé les différences qui amèneront plus tard la séparation de ces deux entités.

Empetrum atropurpureum Fern. & Wieg.—Voir sous *E. nigrum*. Marie-Victorin (1935) a déjà signalé qu'à Tadoussac *E. nigrum* et *E. atropurpureum* croissent entremêlés. La récolte de Hill illustre ce fait.

Ledum grœnlandicum Oeder — Ha! Ha! Bay, rocky ground; Aug. 20, 1888; Hill 36; (ILL). *Sub nom. L. latifolium* Ait.

Chamædaphne calyculata (L.) Mœnch — Ha! Ha! Bay, peat mosses on top of ridges; Aug. 29, 1888; Hill 97; (ILL). *Sub nom. Cassandra calyculata* D. Don.

Vaccinium Vitis-Idæa L., var. *minus* Lodd.— Ha! Ha! Bay, on rocks; Aug. 20, 1888; Hill 40; (ILL). La note var. *minus* Loddiges paraît avoir été ajoutée postérieurement par Hill lui-même.

Glaux maritima L., var. *obtusifolia* Fern.— Tadoussac, wet rocks and wet sands, shore of Saguenay River; Sept. 4, 1888; Hill 115; (ILL). *Sub nom. G. maritima* L. Commun sur les deux rives du Saguenay jusqu'à la hauteur de Chicoutimi bien que Hill n'en fasse mention qu'à Tadoussac.

Lycopsis arvensis L.— Ha! Ha! Bay, dry fields, clay soil; Aug. 23, 1888; Hill 71; (ILL). La note de Hill: "... occasionally seen in dry fields" serait encore d'actualité.

Myosotis laxa Lehm.— Ha! Ha! Bay, river bank; Aug. 21, 1888; Hill 54; (ILL).

Myosotis versicolor (Pers.) Reichenb.— Au sujet de cette plante, Hill écrit (p. 213): "... some sprays of *Myosotis versicolor*, a low hairy plant, resembling *M. verna*, but with yellow flowers, changing to blue or violet, were taken from

waste ground in the streets of Chicoutimi, where it had been introduced". Cette courte description, écrite sept ans après le voyage de Hill au Saguenay, conviendrait à un *M. versicolor*; malheureusement, la récolte qui justifierait cette mention est celle d'un mauvais spécimen de *Lappula echinata* Gilib. La plante qu'un traumatisme semble avoir retardé dans sa croissance, est à peine en fleurs. Toutefois, sur une courte branche axillaire, issue du troisième nœud inférieur, on peut observer, entre les lobes d'un calice, une jeune nucule armée d'acicules comme doit l'être celle de tout honnête *Lappula*! Il faut donc rejeter cette mention du *M. versicolor* au Saguenay.

Lappula echinata Gilib.— Chicoutimi, streets of city; Aug. 18, 1888; Hill 13; (ILL). *Sub nom.* *Myosotis versicolor* (Pers.) Reichenb. Cf. plus haut.

Rhinanthus Crista-galli L.— Bagotville, meadows; Aug. 20, 1888; Hill 25; (ILL). Je n'ai pas vu ce spécimen mais le professeur Jones m'informe qu'il se trouve également dans l'herbier de l'université de l'Illinois.

Solidago macrophylla Pursh — La plante est commune dans la région mais les spécimens que Hill désigne sous ce nom dans ses récoltes du Saguenay appartiennent à l'espèce suivante. On comprend alors la remarque de son article à propos de cette plante: "*The bright green leaves were not at all remarkable for size, as its name might indicate*".

Solidago calcicola Fern.— Bagotville, elevated pine woods near Mars River; Aug. 30, 1888; Hill 98; (ILL). Il existe trois feuilles de cette récolte dont l'une, sans numéro, avait été adressée à madame Agnes Chase. Ces spécimens identifiés *S. macrophylla* par Hill sont identiques à des récoltes de Fernald du *S. calcicola* auxquelles je les ai comparés. Ces récoltes de Hill sont, à ma connaissance, les seuls témoins de la présence du *S. calcicola* au Saguenay. C'est une addition remarquable à la flore de la région.

Solidago bicolor L., var. ***concolor*** T. & G.— (*S. hispida* Muhl.). Bagotville, rocky grounds; Aug. 20, 1888; Hill 30; (ILL).— Ibid., high ridges in shade of rocks and firs; deep shining green; Aug. 23, 1888; Hill 77; (ILL).— Tadoussac, rocky places; Sept. 3, 1888; Hill 106; (ILL). Ces trois feuilles *sub nom.* *S. bicolor* L.— Tadoussac, on rocks; Sept. 3, 1888; Hill 119; (ILL). *Sub nom.* *S. juncea* Ait., var. *ramosa* Porter & Britton. Il s'agit d'un spécimen à inflorescence largement ramifiée comme on en rencontre parfois chez cette espèce. Le *S. juncea* ne se trouve pas au Saguenay.

Les caractères invoqués pour séparer spécifiquement le *S. hispida* Muhl. du *S. bicolor* L. sont si ténus (coloration des capitules) et la plante est, par ailleurs, si variable en d'autres parties: abondance plus ou moins grande de la pubescence, contour variable des feuilles, inflorescences compactes ou diffuses; qu'il semble préférable, comme l'a fait Boivin récemment (Boivin, 1966), d'en revenir à la nomenclature ancienne utilisée ici.

Solidago Purshii Porter — Tadoussac, wet places on rocks, Cross-Point; Sept. 4, 1888; Hill 112; (ILL). *Sub nom.* *S. uliginosa* Nutt.

Solidago sempervirens L.— Bagotville, on rocks near tide-water of Ha! Ha! Bay; Aug. 23, 1888; Hill 75; (ILL). Il s'agit de la station la plus en amont connue sur le Saguenay.— Tadoussac, rocks at mouth of a stream entering Saguenay River; Sept. 4, 1888; Hill 113; (ILL).

Aster puniceus L., var. ***firmus*** (Nees) T. & G.— Bagotville, damp places in woods; Aug. 20, 1888; Hill 29; (ILL). *Sub nom.* *A. tardiflorus* L.

Aster novi-belgii L., var. ***elodes*** (T. & G.) Gray — Chicoutimi, wet rocks by Saguenay River; Aug. 18, 1888; Hill 11; (ILL).— Bagotville, wet rocks; Aug. 19, 1888; Hill 11; (ILL). Les deux feuilles, celle de Chicoutimi et celle de Bagotville, portent le même numéro de récolte. Toutes deux sont annotées par Hill: "*This is apparently the variety elodes, Gray or A. elodes T. & G. but is much further north than the range given. It answers quite closely to the description T. & G., F.N.A. pp. 186*".

Aster acuminatus Michx.— Bagotville, ravines and in shade of rocks; Aug. 29, 1888; Hill 93; (ILL).— Ibid., rocky woods; Aug. 20, 1888; Hill 93; (ILL). Les deux récoltes portent le même numéro mais sont de dates différentes; de plus, celle du 20 août a été annotée par Hill: "*Rays slightly tinged with pink*".

Aster umbellatus Mill.— Bagotville, thickets by river; Aug. 21, 1888; Hill 49; (ILL). *Sub nom.* *Diplopappus umbellatus* Hook.

Erigeron canadense L.— Bagotville, near tide-water, Ha! Ha! Bay; Aug. 21, 1888; Hill 44; (ILL). "*Flowers pink or pinkish*".

Artemisia vulgaris L.— Bagotville, waste places; Aug. 22, 1888; Hill 62; (ILL). L'article de Hill (p. 214) nous apprend que déjà à cette époque la plante est très commune dans les lieux vagues.

Sonchus arvensis L.— St. Alexis, Ha! Ha! Bay, in field of grain; Aug. 30, 1888; Hill 99; (ILL). L'herbier de Hill contient deux feuilles de cette récolte. Toutes deux portent le même numéro et viennent de la même station; aucune note explicative ne les distingue. L'une montre un spécimen dont les feuilles sont profondément découpées et les lobes un peu falqués; l'autre, une plante à lobes plus larges et à sinus moins profonds. Toutes deux appartiennent au type glanduleux pubescent.

Prenanthes altissima L.— Bagotville, wood border; Aug. 20, 1888; Hill 28; (ILL). *Sub nom.* *Nabalus trifoliatus* Cass., révisé à *P. altissima* f. *altissima* L. par Wayne L. Milstead en juin 1964.— Tadoussac, rocky places; Sept. 3, 1888; Hill 105; (ILL). *Sub nom.* *Nabalus altissimus* (L.) Hook. Il existe deux feuilles de cette récolte. L'une a été révisée par Milstead à *P. altissima* f. *altissima* L., l'autre, à *P. altissima* f. *hispidula* (Fern.) Fern. Personnellement, j'ai tenté de classer les spécimens de *P. altissima* que nous avons à l'herbier du Service de la Recherche (une quarantaine de feuilles) selon les critères proposés par Fernald pour séparer le f. *altissima* du f. *hispidula*: tige et feuilles glabres, dans le premier cas; tige villose et feuilles hispideuses, dans le

second cas. Cette tentative m'a donné la plus belle collection de tous les intermédiaires possible, y compris un bon nombre de spécimens qui ont la tige villeuse inférieurement et glabre supérieurement, de même que des feuilles glabres et des feuilles hispiduleuses en nombre à peu près égal sur un même plant. J'en ai conclu qu'il était préférable de ne pas entreprendre de distinguer la phase glabre de la phase pubescente!

Le *Nabalus trijoliolatus* n'est pas cité dans l'article de Hill. Cependant, il mentionne la présence au Saguenay du *Prenanthes Serpentaria* qui, pour l'époque, peut être considéré comme synonyme.

Hieracium canadense Michx.— Bagotville, gravelly banks; Aug. 21, 1888; Hill 51; (ILL).

Hieracium scabrum Michx.— Bagotville, woods, pine plains; Aug. 25, 1888; Hill 88; (ILL).— Tadoussac, on rocks; Sept. 3, 1888; Hill 88 (2); (ILL).

Conclusion

Cette confrontation du texte publié par Hill dans la revue GARDEN AND FOREST à une partie de ses récoltes du Saguenay aura permis d'augmenter et de préciser nos connaissances sur la flore du Saguenay.

C'est à la suite de l'étude de ses spécimens qu'il est possible d'ajouter le rarissime *Solidago calcicola* Fern. à la flore de la région. Déjà connu de quelques stations de la Nouvelle-Angleterre, de la Gaspésie et de Terre-Neuve, la découverte de la plante à Bagotville étend son aire de distribution à la région du Saguenay.

C'est au texte de Hill, confirmé par le spécimen de son herbier, que nous devons la possibilité de préciser la distribution du *Solidago sempervirens* L. au Saguenay. On connaissait déjà sa présence à Tadoussac et, une dizaine de milles en amont, à l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite. La carte de distribution publiée par Goodwin (1937) nous le montrait le long du Saint-Laurent, dans les comtés de Charlevoix et de Saguenay, mais non le long du Saguenay. La récolte de Hill à la baie des Ha! Ha! comble cette lacune.

La revision des récoltes de Hill fournit, de plus, l'occasion d'élaguer la documentation botanique de quelques mentions douteuses ou erronées. Il est vrai que certaines, *Tsuga canadensis* et *Betula lenta*, par exemple, avaient fait l'objet de mises au point antérieures; d'autres, auraient pu demeurer des points d'interrogation persistants: *Euphorbia Peplus*, *Myosotis versicolor*, *Spergularia marina*, *Solidago juncea*.

Remerciements

Cette étude de la collection de E. J. Hill n'aurait pas été possible sans la bienveillante collaboration du Dr Neville Jones, conservateur de l'herbier de

l'université de l'Illinois et professeur de botanique à la même institution. Je prie le professeur Jones de trouver ici l'expression de ma plus vive gratitude.

Je remercie également le Dr Ernest Rouleau, conservateur de l'herbier Marie-Victorin, qui m'a fourni les moyens de préciser l'identification du *Solidago calcicola* du Saguenay en me permettant de le comparer à du matériel authentique récolté à Terrebonne.

Références

- BOIVIN, Bernard, 1966. Énumération des plantes du Canada. II — Lignidées, (suite). *Naturaliste can.* **93**: 371-437.
- BOIVIN, Bernard, 1966^a. Énumération des plantes du Canada. IV — Herbidées, 2e partie: Connata. *Naturaliste can.* **93**: 989-1063.
- BRUNET, abbé Ovide, 1861. Voyage d'André Michaux en Canada, depuis le lac Champlain jusqu'à la baie d'Hudson. Québec, 27 pages.
- BRUNET, abbé Ovide, 1867. Catalogue des végétaux ligneux du Canada. Québec, C. Darveau, 64 pages.
- CAYOUILLE, Richard, 1951. Trois additions à la flore adventice du Québec. *Annales de l'Acfas* **17**: 155, 156.
- CHASE, Agnes, 1917. Rev. E. J. Hill. *Rhodora* **19**: 61-69.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany, 8th edition, American Book Company, New York, 1632 pages, illus.
- GOODWIN, R. H., 1937. Notes on the distribution and hybrid origin of \times *Solidago asperula*. *Rhodora* **39**: 22-28, pl. 453, maps.
- LANJOUW, J. et F. A. STAFLEU, 1964. Index Herbariorum, 5th edition, Utrecht, International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature, International Association for Plant Taxonomy.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1927. Les Gymnospermes du Québec. *Contrib. Lab. Bot. Univ. Montréal* **10**: I-XII + 1-147, illus.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1935. Flore laurentienne. Montréal, Imprimerie de La Salle, 917 pages, illus.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1936. Quelques précisions sur la distribution boréale de quelques-uns de nos arbres. *Annales de l'Acfas* **2**: 66.
- MARIE-VICTORIN, Fr. et J. ROUSSEAU, 1940. Nouvelles entités de la flore phanérogamique du Canada oriental. *Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal* **36**: 1-74, illus.
- MICHAUX, André, 1803. Flora Boreali Americana. Typis Caroli Crapelet, Parisiis et Argentorati. Apud fratres Levrault, Tomus primus: I-X, 1-330, illus; tomus secundus: 1-340, illus.
- PROVANCHER, abbé Léon, 1862. Flore canadienne. Québec, Joseph Darveau, imprimeur-éditeur, XXIX + 842 pages, illus.

L'ABBÉ J.-W. LAVERDIÈRE

ÉDUCATEUR ET GÉOLOGUE

(1897 — 1967)

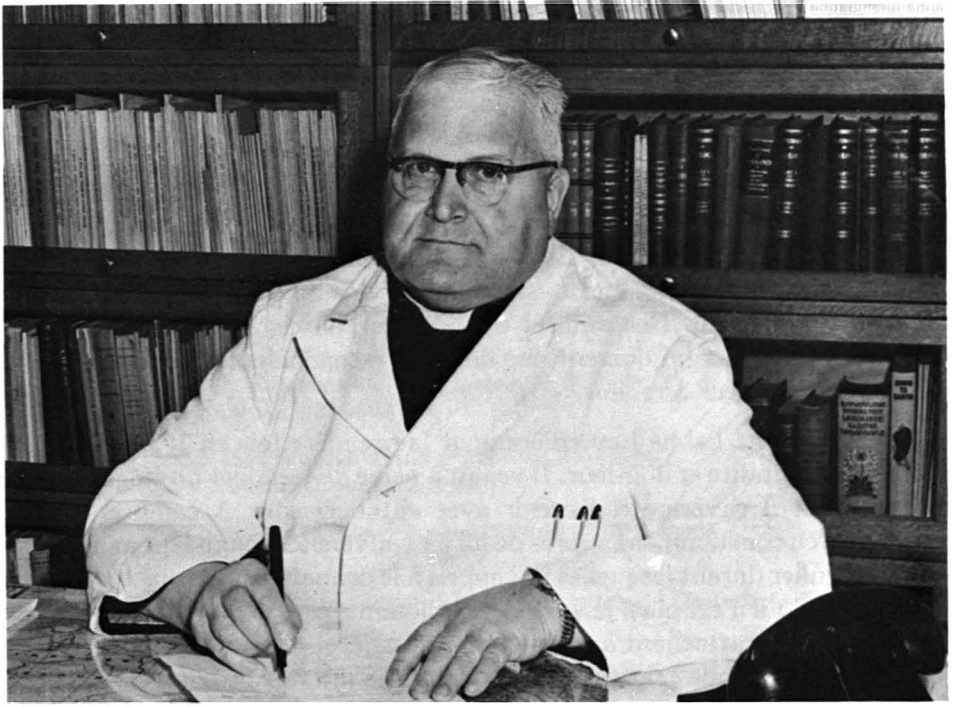
Décédé le 22 septembre 1967, l'abbé Laverdière a laissé derrière lui de nombreux parents et amis attristés et son départ a suscité d'unanimes regrets dans le monde universitaire. Bien connu comme éducateur et géologue, il consacra plus de quarante ans de sa vie au service du Séminaire de Québec et de l'Université Laval. Des milliers d'étudiants l'ont eu comme professeur et plusieurs d'entre eux lui doivent une dette de reconnaissance pour les services particuliers qu'il leur a rendus.

J'ai rencontré l'abbé Laverdière pour la première fois en 1932, alors qu'il était plein de vitalité et d'ardeur. Il venait à peine de terminer un stage d'études en Europe et il envisageait l'avenir avec enthousiasme. A compter de juin 1940, j'ai vécu constamment auprès de lui à l'Université. Vingt-sept années d'un contact régulier durant lesquelles j'ai appris à le connaître sous tous ses aspects. Maintenant qu'il n'est plus, je veux rendre hommage à sa mémoire en évoquant des souvenirs se rattachant à sa fructueuse carrière. Je tiens par ce geste à lui exprimer ma profonde gratitude pour tout ce qu'il a fait pour moi.

portrait physique

Tous ceux qui ont connu l'abbé Laverdière ont tout d'abord été frappés par sa corpulence. De taille au-dessus de la moyenne, il était solidement campé sur deux jambes fortes. Des portraits de jeunesse nous font déjà deviner chez lui une santé robuste que reflétait un visage calme, de forme légèrement conique; un front étroit et une mâchoire puissante précisée par un menton autoritaire; des yeux bleus et des cheveux d'un blond châtain, en un mot, un faciès où se lisait la santé de l'esprit et du corps: un esprit sain dans un corps sain.

De tempérament tranquille et flegmatique, il avait une allure imposante qui en gênait plusieurs. Il s'amusait beaucoup de l'effet qu'il produisait sur certains visiteurs. Plutôt gai de nature cependant, il apparut toutefois sous un visage sérieux et parfois sévère durant bon nombre d'années, alors que les charges administratives du département de Géologie et ensuite de la Faculté des Sciences lui apportèrent des soucis. Lorsqu'il subissait un surcroît de travail, il devenait irritable et ceux qui vivaient à ses côtés en ressentaient souvent les contre-coups. Durant longtemps, il fut tout aussi sévère pour les employés qu'il dirigeait que pour lui-même. Il aimait le travail bien fait et sur ce point il avait toutes les exigences. Ponctuel et assidu au travail, il demandait l'équivalent de la part de ses subalternes. On gagnait cependant à le connaître. Lorsqu'il abandonna graduellement certaines des tâches administratives qui l'accaparaient, son tempérament changea beaucoup. Plus détendu, il aimait



L'abbé J.-W. Laverdière, directeur du département de Géologie.

rire, et son contact devint plus agréable. Au département de Géologie, où il fut directeur durant si longtemps, le sourire devint de rigueur.

ses origines et son enfance

Pour bien couvrir la période de sa vie s'étendant de 1897 à 1924, j'ai puisé abondamment dans ses notes personnelles, sorte d'autobiographie inachevée où tout est tellement précis qu'il est facile de le suivre presque pas à pas. Ce souci de la précision et de la clarté d'exposé s'est toujours manifesté dans tout ce qu'il a écrit: rien n'était laissé au hasard.

Joseph-Willie Laverdière naquit à Ste-Croix de Lotbinière, le 2 septembre 1897, du mariage de Omer Laverdière et de Marie Demers. Quatrième enfant d'une famille de quatorze, il descendait par ses ancêtres canadiens, de René Cochon sieur de Lauverdière, originaire de Bléré, diocèse de Tours (Indre-et-Loire), en France. Ce dernier s'établit à St-Jean, dans l'Ile d'Orléans, où il se maria le 10 novembre 1670, avec Anne Langlois. Ce n'est que vers 1820 que l'un de ses descendants émigra vers Ste-Croix. Il s'agissait en l'occurrence de l'arrière-grand-père de Willie Laverdière. La terre familiale, à Ste-Croix, s'est depuis transmise de père en fils et a toujours nourri de nombreuses familles. C'est sur cette terre que Willie Laverdière passa sa prime jeunesse dans la paix des champs.

études primaires

De 1903 à 1911, il fréquenta l'école du rang.

Vers 1909, la Commission scolaire de Ste-Croix décidait de construire un collège commercial pour garçons et la direction en fut confiée à l'Institut des Frères de l'Instruction Chrétienne. Les religieux de cet institut arrivèrent dans la paroisse pour septembre 1911. Bien que l'aménagement du collège n'ait pas été terminé pour le début de l'année scolaire, les Frères organisèrent tout de même deux classes, l'une dans le haut de la vieille sacristie que l'on devait détruire peu de temps après, et l'autre dans un hangar qui a servi ensuite de boutique et même de poulailler. Les élèves les plus avancés étaient dans le haut de la sacristie, et c'est là qu'on retrouve le jeune Laverdière qui avait dû quitter l'école du rang à cause de son âge. Il avait alors 14 ans.

Au début de novembre de la même année, le collège était en mesure de recevoir les deux classes. Il n'était pas possible cependant d'y garder des pensionnaires. Plusieurs, y compris le jeune Laverdière, logeaient chez des parents ou des amis complaisants demeurant à proximité de l'institution. Bénit le 4 août 1912, le collège ouvrit ses portes aux pensionnaires, ce qui permit à notre étudiant d'y séjourner à ce titre au cours de l'année 1912-13.

L'abbé Pierre Godbout, alors curé de Ste-Croix, visitait souvent le collège et surveillait les progrès des élèves. Devant les succès de Willie Laverdière, il proposa de lui faire entreprendre des études classiques. Mais celui-ci avait déjà 16 ans. On décida de brûler les étapes et c'est ainsi qu'en septembre 1913, le jeune élève abordait les éléments latins sous la conduite de l'abbé Alphonse Legendre.

études secondaires

Au commencement de septembre 1914, il entra au Séminaire de Québec. Les quelques mois de latin qu'il avait faits lui valurent d'être admis en Quatrième. Avec une si faible préparation, il se classa d'abord parmi les derniers de son groupe. A la fin de l'année cependant, le succès fut plus fort puisqu'il atteignit 79.8% des points. Les choses s'améliorèrent davantage au cours des années suivantes. En juin 1918, il obtenait un pourcentage de 81 au baccalauréat de Rhétorique.

Si l'on ne retrouve en Rhétorique cette année-là que 50% des élèves inscrits en Quatrième, c'est qu'on était en temps de guerre et que plusieurs durent abandonner leurs études pour travailler sur les fermes, ou encore, s'enrôler dans les forces armées.

Au début de 1918, Son Éminence le Cardinal Bégin, archevêque de Québec, décidait de protéger ceux qui se destinaient au sacerdoce. Le 19 mars, il conférait la tonsure à quelques étudiants des quatre dernières années du cours classique. En Seconde, deux élèves prirent la soutane, vingt en Rhétorique, dix-neuf en Philosophie 1ère année et à peu près le même nombre en Philo-

sophie 2ème année. Willie Laverdière était au nombre des quelque soixante étudiants qui revêtaient le saint habit le 19 mars 1918, jour de la fête de St-Joseph.

C'est en septembre 1918 que Willie Laverdière commença le cours de Philosophie-Sciences. La guerre mondiale eût des contre-coups qui furent ressentis jusqu'à Québec et au Séminaire. La grippe espagnole décimait les armées et la population québécoise en fut également atteinte. Les activités du Séminaire allèrent au ralenti et des étudiants en grand nombre durent regagner temporairement leurs foyers. On garda cependant au Séminaire les tonsurés et leurs aînés de la faculté de Théologie. Lorsque la situation redevint normale bien des choses furent à reprendre et les retards durent être rattrapés en coupant bien des congés.

Rien de particulier à signaler dans le cas de Willie Laverdière en ce qui concerne les deux années du cours de Philosophie-Sciences, si ce n'est que dans le concours spécial de mathématiques pour le prix Webster, concours qui eût lieu pendant la première année de Philosophie, il arriva bon premier et se mérita un prix de quinze dollars.

Déjà, un talent spécial pour les mathématiques se dessinait chez lui. Tout au cours de sa vie, d'ailleurs, il n'a jamais cessé d'avoir cet esprit mathématique qui se reflétait dans ses pensées, ses actions. Aussi, les autorités du Séminaire n'allaient pas tarder à exploiter ce potentiel.

Au cours du second semestre de 1919-20, nouvelle épidémie de grippe à Québec, et le Séminaire ferma ses portes à tous ses élèves sans exception. Les finissants, en vacances dans leurs familles durant quelques semaines, en profitèrent pour préparer leur baccalauréat qui devait avoir lieu en juin.

Pour l'ensemble des deux années de Philo-Sciences, Willie Laverdière se classa parmi les premiers. Au baccalauréat de juin 1920, il obtenait des résultats d'une moyenne de 90%.

Ces résultats ajoutés à ceux de Rhétorique, donnaient droit au titre de bachelier ès arts avec *grande distinction*.

Voilà comment, après de laborieux débuts, Willie Laverdière arrivait au seuil du Grand Séminaire.

Il est intéressant de voir quels sont les professeurs qui lui ont enseigné au cours de Lettres (1914-1918) et au cours de Sciences (1918-1920).

Au cours de Lettres, les abbés Alphonse Morel, Eugène Morissette et Pierre Hébert agirent tour à tour comme professeurs principaux; les abbés Georges Savard, Walter-E. Cannon comme professeurs d'Anglais; les abbés Chrysologue Desrochers, Talbot Rousseau et Georges Savard comme professeurs d'Histoire. Tandis que les abbés Amédée Fillion et Alphonse Auclair enseignaient les Mathématiques, l'abbé Arthur Maheux s'occupait de l'ensei-

gnement du Grec en Rhétorique. L'abbé Camille Roy dispensait les cours de Littérature et l'abbé Amédée Gosselin couvrait l'Histoire du Canada et des États-Unis. Finalement, l'abbé Domicile Moreau donnait les cours de Latin.

Durant son cours de Sciences, Willie Laverdière eût comme professeurs de Philosophie, l'abbé Rosaire Benoît et l'abbé Florido Gagné; en Mathématiques, les abbés Oscar Bergeron et Arthur Robitaille; en Physique, l'abbé Henri Simard; en Apologétique, l'abbé Christy Foy; en Botanique, l'abbé Arthur Robitaille; en Chimie, Géologie et Minéralogie, l'abbé Alexandre Vachon. Ce dernier nom est à retenir. On verra plus loin la grande influence que cet homme exerça sur l'avenir de l'abbé Laverdière.

Pendant les vacances de l'été 1920, on retrouve ce dernier pour la première fois aux États-Unis, où il était l'invité de parents habitant Manchester, New-Hampshire. C'était là le prélude à toute une série de voyages qu'il devait entreprendre au cours de sa vie et qui l'amènèrent dans divers pays.

études théologiques

A l'automne de 1920, Willie Laverdière était admis au Grand Séminaire de Québec que dirigeait alors le chanoine Joseph-N. Gignac.

La première année se passa de façon normale sous la conduite de tout un groupe de professeurs de premier ordre:

- M. le chanoine Jos-N. Gignac (Histoire de l'Église)
- M. Philippe-Benoît Garneau (Droit canonique)
- Mgr A.-E. Gosselin (Histoire ecclésiastique du Canada)
- M. J.-E. Grandbois (Écriture sainte)
- M. le chanoine J.-R. Pelletier (Chant)
- M. Christy Foy (Morale fondamentale)
- M. Adjutor Rivard (Diction)
- M. Joseph Sirois (Droit paroissial)
- M. Georges Roy (Dogme)

En deuxième, troisième et quatrième années, on relève les noms suivants comme professeurs:

- Mgr Chs-Napoléon Gariépy (Théologie morale et Théologie morale spéciale)
- MM. Alfred Langlois et Cyrille Gagnon (Théologie dogmatique)
- M. le chanoine J.-E. Pellétier (Chant).

Dès le début de la seconde année au Grand Séminaire, soit en septembre 1921, on demanda les services de Willie Laverdière pour l'enseignement de l'Arithmétique et de l'Algèbre dans les classes de Seconde et de Belles-Lettres, de Troisième et de Versification, puis de Quatrième A et de Quatrième B. Au total, 290 élèves et deux heures de cours par semaine à chacun des six groupes. Ce qui entraînait la correction de 580 devoirs par semaine. On s'explique assez mal comment un étudiant en Théologie ait pu donner tous ces cours, concur-

remment avec ses propres études. C'était vraiment abuser de ses forces. Aussi, ne faut-il pas s'étonner, si au cours du premier semestre de sa troisième année de Théologie, Willie Laverdière se sentit ébranlé. Sur les ordres du médecin, le docteur Arthur Rousseau, les autorités du Séminaire durent diminuer le travail confié au jeune ecclésiastique. Mais voici comment, à l'époque, on envisageait une diminution de travail. Pendant quelques mois précédant le jour de Pâques de l'année 1923, on enleva temporairement à ce professeur-étudiant la surveillance de quatre groupes, et, à titre de distraction, on lui demanda de continuer son enseignement dans les classes de Quatrième A et de Quatrième B. Après Pâques, il reprenait les deux groupes de Troisième et de Versification, tandis qu'en Seconde et en Belles-Lettres, on ne fit plus d'Algèbre jusqu'à la fin de l'année.

A l'automne de 1923, Willie Laverdière entreprit sa quatrième et dernière année de Théologie. A cause d'un surcroît de travail prévu pour cette dernière année d'études théologiques, on ne lui demanda que très peu de choses en somme en supplément . . . Il fut tout simplement chargé de l'enseignement de l'Algèbre dans les classes de Seconde et de Belles-Lettres, puis de celui de l'Arithmétique dans les classes de Troisième et de Versification. Cette fois, on confia à une autre personne le soin de l'enseignement de l'Arithmétique aux groupes de Quatrième. Lié par des vœux de soumission et d'obéissance, Willie Laverdière accepta encore cette charge supplémentaire. Sa santé, heureusement, n'en fut pas trop affectée.

A la suite de la retraite du début de l'année 1923-1924, il reçut les ordres majeurs: le sous-diaconat le 15 septembre et le diaconat le 16 septembre 1923. Il fut ensuite ordonné prêtre le dimanche, 18 mai 1924. Comme la Basilique de Québec n'était pas encore relevée de ses ruines, un incendie l'ayant complètement détruite en 1922, l'ordination fut présidée par Mgr F.-X. Ross, dans la chapelle du Grand Séminaire de Québec. Willie Laverdière était prêtre pour l'Éternité! Ce fut là son plus beau titre de gloire qu'il porta toujours avec fierté.

Au lendemain de son ordination, soit le 19 mai 1924, le nouveau prêtre célébrait la messe dans l'église de Ste-Croix de Lotbinière.

Au cours de sa vie, l'abbé a célébré près de 15,000 messes. Tout a été régulièrement et systématiquement noté dans une série de carnets où apparaissent les dates, les lieux de célébration des messes, les intentions particulières, etc. Il est ainsi possible de voir tous ses déplacements à travers la province de Québec, le Canada, les États-Unis et divers pays d'Europe.

L'abbé Laverdière, comme certains de ses confrères, aurait pu être nommé vicaire dans une paroisse. Cependant, Mgr Chs-N. Gariépy qui était alors Recteur de l'Université et Supérieur du Séminaire de Québec, l'avertit, au début de juin 1924, que le Séminaire requerrait ses services comme prêtre auxiliaire. Pendant ce temps, l'abbé Camille Roy, préfet des études, élaborait

son programme pour l'année suivante. D'un autre côté, l'abbé Henri Simard ayant dû abandonner l'enseignement de la Physique en deuxième année de Philosophie, il fut remplacé par l'abbé Rosaire Benoît à qui on demanda, en 1922-23, de suspendre momentanément ses études entreprises à l'École Normale Supérieure, pour accepter ce poste. Mgr Pelletier, alors doyen de la Faculté des Arts, aurait bien voulu que l'abbé Benoît termine son stage à l'École Normale Supérieure afin d'obtenir une licence ès sciences. Pour le libérer de l'enseignement de la Physique, on offrit à l'abbé Laverdière de prendre la relève dans cette discipline. Ce dernier ne se sentait pas en mesure d'accepter cette responsabilité. Considérant l'importance de la Physique pour le baccalauréat, il fit valoir les talents particuliers de l'abbé Benoît dans ce domaine et finalement, le projet ne fut pas exécuté. C'est au retour d'un court séjour aux États-Unis durant les vacances d'été, que l'abbé Laverdière apprit de l'abbé Camille Roy, que tout était changé. On avait décidé que l'abbé Benoît continuerait d'enseigner la Physique tandis que l'abbé Laverdière irait à l'École Normale Supérieure afin d'y préparer une licence ès sciences.

ses études à l'École Supérieure de Chimie

En septembre 1924, l'abbé était au nombre des étudiants de l'École Supérieure de Chimie. Les cours avaient lieu à l'étage inférieur du bâtiment principal de l'Université.

Donc, durant l'année 1924-25, l'abbé Laverdière suivit le cours de Mathématiques de M. Adrien Pouliot, les cours de Chimie théorique du professeur Paul Cardinaux et les cours de Physique du professeur Adolphe Christen. M. Julian Güntensperger dirigeait le laboratoire de Chimie. Parmi les étudiants de la même promotion se trouvait Louis-Marie Cloutier, le dévoué secrétaire actuel de la Faculté des Sciences. Devenu un ami sincère de l'abbé, il collabora toujours intimement avec ce dernier à la réalisation de bien des projets.

A cette même époque, l'abbé Alexandre Vachon enseignait encore la Chimie aux élèves de première année de Philosophie. Il fut nommé directeur spirituel du Séminaire de Québec au cours de l'été 1925. A cause de cette nouvelle charge, on lui offrit d'abandonner son cours de Chimie et de le confier à l'abbé Laverdière. On croyait vraiment que ce dernier, après une seule année d'étude à l'École Supérieure de Chimie, pouvait enseigner cette matière. L'abbé Vachon connaissait déjà assez bien la situation de l'abbé Laverdière, et il préféra garder l'enseignement de la Chimie tout en étant directeur spirituel.

Voilà un premier geste de protection de la part de l'abbé Vachon, qui devait par la suite en poser bien d'autres en faveur de l'abbé Laverdière en qui il voyait un candidat sérieux à un futur poste de commande dans l'enseignement scientifique à l'Université. Cette décision permettait à l'abbé Laverdière de continuer la préparation de sa licence.

En septembre 1925, l'École de Chimie inaugura ses nouveaux locaux dans la paroisse du St-Sacrement. Pour ceux qui avaient connu l'atmosphère du pavillon central de l'Université, dans le Quartier latin, ce fut toute une révélation. De vastes laboratoires et des salles de cours modernes remplaçaient agréablement les locaux exigus que l'on venait de quitter. Pour le grand public, ce bâtiment nouveau, surgi au milieu des champs et éloigné des centres habités, présentait quelque chose de mystérieux. Il était situé aux confins de la ville. Même rendu au terminus de la ligne de tramways, rue Marois, il fallait encore en faire « un bout à pied » pour y arriver.

MM. Cardinaux et Christen quittèrent l'École de Chimie peu de temps avant l'inauguration du nouveau bâtiment. Pour l'année 1925-26, on avait engagé deux nouveaux professeurs, messieurs Joseph Risi et Paul Larose, la direction générale de l'institution étant confiée à M. Güntensperger.

Au cours de l'année suivante, l'abbé Vachon fut appelé à diriger l'École de Chimie. On hésita longuement avant de lui confier ce poste, sachant combien il était déjà surchargé. Malgré les apparences, il semble que le nouveau directeur pouvait en absorber encore. Personne ne fut déçu de sa nomination, et on sait quelle tâche magnifique l'abbé Vachon a accompli durant son règne comme directeur.

A l'automne de 1926, l'abbé Laverdière entreprenait sa troisième année d'études à l'École de Chimie. Cette année-là, on voulait un professeur de Chimie pour les étudiants en Génie forestier, installés à l'étage supérieur de l'École de Chimie. De nouveau, on jeta un regard vers ce candidat possible, mais là encore, l'abbé Vachon s'offrit pour assurer cet enseignement. Durant ce temps, l'abbé Laverdière passait différents certificats qui lui donnaient droit à la licence ès sciences. L'examen du dernier certificat eût lieu à la fin de mars 1927 et il obtint sa licence ès sciences « avec distinction ».

L'obtention de cette licence couronnait trois années d'études dans une institution qu'il allait quitter pour quelques années, mais où il reviendrait enseigner plus tard. Comme on le verra plus loin, c'est là qu'il travailla laborieusement à l'établissement sur de nouvelles bases, de l'enseignement des sciences géologiques au Canada français.

stage d'études en Europe

Les succès remportés par l'abbé Laverdière à la suite de son passage à l'École Supérieure de Chimie incitèrent les autorités de l'Université Laval à le diriger vers des études plus avancées encore. Il fut donc décidé qu'il pourrait s'inscrire dans une université étrangère en vue d'y préparer un doctorat. C'est probablement pour respecter une tradition bien établie, que l'abbé fut envoyé en Europe plutôt qu'aux États-Unis, par exemple. Après avoir obtenu une bourse du Gouvernement provincial, c'est donc vers l'Université Catholique de Lille, dans le nord de la France, qu'il se dirigea à l'automne de 1927, afin

d'y poursuivre des études en Géologie avec spécialisation en Paléontologie. Dans ce choix, l'abbé suivait peut-être un penchant naturel. D'autre part, le besoin d'avoir un bon professeur dans cette discipline à l'Université influença sans doute beaucoup ceux qui prirent les décisions à son sujet.

Dans l'atmosphère de haute culture qui régnait dans cette université de Lille, et sous la conduite d'un talentueux professeur comme le chanoine Gaston Delépine, l'abbé Laverdière ne pouvait faire autrement que de raffermir ses convictions et consolider ce choix. Guidé sagement par tout un groupe de professeurs de premier ordre, l'étudiant géologue entreprit des recherches sérieuses qui le conduisirent finalement, en 1930, à l'obtention du titre de Docteur ès sciences de l'Université Catholique de Lille, avec la mention « Très Honorable », la plus élevée que la Faculté pût décerner. Le vendredi 27 juin 1930, devant la Faculté libre des Sciences, l'abbé soutenait sa thèse principale: « *Contribution à l'étude des terrains paléozoïques dans les Pyrénées Occidentales* ». Comme thèse secondaire, le candidat eût à répondre à des questions posées par la Faculté. En Zoologie: « *Sur les Arthrodières* »; en Botanique: « *Les Flores du Dévonien inférieur et du Dévonien moyen* ».

M. Delépine, président du jury déclara, à la suite de cette présentation, que « depuis 25 ans aucun travail de géologie n'avait réuni sur les Pyrénées un dossier aussi complet comme figuration et description de fossiles des terrains paléozoïques ».

En octobre suivant, Mgr E. Lesne, recteur de l'Université Catholique de Lille, voulut bien faire une cérémonie spéciale dans ses appartements pour remettre à l'abbé Laverdière son diplôme de Docteur ès sciences. Il y convia les professeurs de la Faculté des Sciences et quelques amis du récipiendaire. Après l'allocution du recteur, l'abbé remercia tout d'abord ce dernier et exprima sa gratitude envers l'équipe dynamique du Laboratoire de Géologie et tout particulièrement au chanoine Delépine, sans qui son travail, disait-il, n'aurait pu si bien être réalisé. Là comme en bien d'autres circonstances, l'abbé tenta de détourner les honneurs et félicitations qui lui étaient présentés, vers ceux-là mêmes qui les lui prodiguaient.

Durant son séjour en Europe, il fit un stage d'un mois, en 1928, à l'université de Montpellier, en France; deux mois en 1929 et 1930 à l'université de Cambridge, en Angleterre, où il connut Miss Ellis, célèbre paléontologiste; un séjour à la Sorbonne en 1930-31, puis une quinzaine de jours à l'université de Prague, en Tchécoslovaquie, où il rencontra des savants comme Boucek et autres.

En maintes occasions, il parcourut la montagne en compagnie de géologues éminents comme Pierre Termier, Charles Barrois, Charles Jacob, Bigot, Ragia, Jacques Delapparent, Pierre Pruvost, Dorothée Lemaître, et pour sûr, le chanoine Delépine. Avec tous ceux-là, il vécut des instants merveilleux, et inspiré par ces grands maîtres de la géologie française, il apprit à aimer cette terre dont Pierre Termier a su si bien chanter la beauté.

L'abbé Laverdière visita aussi la Palestine et plusieurs contrées de l'Orient, au cours du 68e Pèlerinage National Français en Terre Sainte, du 26 août au 2 octobre 1930. Quelques confrères canadiens du Québec s'étaient joints aux pèlerins. C'est ainsi que le 19 septembre 1930, on pouvait voir un groupe de huit prêtres du Québec porter tour à tour une croix le long de la voie douloureuse, à Jérusalem. Cette croix fut donnée par la suite au Collège de Lévis par l'entremise des abbés Gédéon Montminy et Joseph Lachance. Les autres prêtres québécois qui formaient le groupe étaient MM. Ls-Joseph Aubin et Louis-Eugène Perron, de Chicoutimi; Alphonse Trottier, de l'Assomption; Guillaume M-Dechesne, de Québec; Alphonse Roux, de Nicolet.

De son stage en Europe, l'abbé est revenu avec une abondante documentation. Après son retour au Canada, il se dévoua inlassablement auprès de plusieurs générations d'étudiants pour leur transmettre les connaissances qu'il avait lui-même acquises à des sources claires.

Tout en préparant sa thèse, il eût l'occasion de publier sept notes dont les titres sont donnés à la fin d'un autre chapitre de cette étude. De plus, lorsqu'il eût en sa possession des copies de sa thèse, tirée à 200 exemplaires, il en distribua un certain nombre à ses amis parmi lesquels figurait le frère Marie-Victorin. Le 7 novembre 1930, ce dernier remerciait l'abbé dans les termes suivants:

« Ce m'est un plaisir de recevoir votre mémoire sur les Terrains Paléozoïques des Pyrénées Occidentales. Je vous en félicite chaleureusement. C'est un travail qui fait honneur à vous-même et à notre ami commun le chanoine Delépine.

« Vous tombez à pic. Je viens justement de recevoir les travaux qui seront soumis au jury pour la section des questions scientifiques. J'y joins votre Mémoire et je suis assuré que vous allez décrocher la timbale. Cent dollars ne nuisent à personne, et sont fort utiles à tout le monde ».

Il s'agissait, en l'occurrence, du concours organisé par l'Association Catholique de la Jeunesse Canadienne-Française, qui distribuait aux gagnants, des prix d'Action Intellectuelle au montant de \$100.00 chacun. Ces prix étaient accordés pour des travaux présentés et jugés supérieurs dans divers domaines de l'activité humaine.

Le frère Marie-Victorin avait eu le nez fin, car l'abbé Laverdière se vit décerner un prix semblable, dans la section des travaux scientifiques et techniques, pour son étude sur les Pyrénées Occidentales, et la remise de ce prix eût lieu le 31 mars 1931 dans la salle St-Sulpice, à Montréal.

début de sa carrière scientifique

Pour bien comprendre l'importance du poste que devait occuper l'abbé Laverdière dès le début de sa carrière, il est nécessaire de faire un retour en arrière et de préciser certains faits.

On sait que Mgr J.-C. K-Laflamme avait joué un rôle de précurseur dans l'enseignement de la Géologie, entre les années 1870 et 1910, année de sa mort. Ses biographes s'accordent à dire qu'il fut professeur dans toute l'acceptation classique de ce mot. « Il avait le don de l'enseignement et ses leçons, précises et parsemées d'esprit, charmaient autant qu'elles instruisaient ». Il a touché à presque toutes les sphères de l'activité scientifique de son temps, jetant des jalons heureux et posant souvent des premiers gestes. Ses travaux en Géologie l'ont fait connaître aussi bien au pays qu'à l'étranger et c'est à juste titre qu'on l'a surnommé le premier géologue canadien-français. Il fut également l'auteur du premier manuel de Géologie et de Minéralogie écrit en français au Canada et édité en 1881. Ce manuel connu cinq éditions et devint dès la deuxième édition, un manuel portant le titre de « *Eléments de Minéralogie, de Géologie et de Botanique* ». La cinquième édition fut revue et augmentée par les abbés Alexandre Vachon et Arthur Robitaille en 1919.

Après le décès de Mgr Laflamme (1910), l'enseignement de la Géologie et de la Minéralogie était dispensé par l'abbé Roméo Guimont et ensuite par l'abbé Alexandre Vachon. Le manuel de Mgr Laflamme servait encore. En 1922, il fut question d'engager un professeur de Minéralogie pour l'École de Chimie qui venait à peine d'être fondée. Monsieur Cardinaux, alors directeur de cette école, fit venir de l'université de Fribourg, en Suisse, M. Alexandre Lecco, Yougoslave de naissance. Dès qu'il eût pris charge de ses nouvelles fonctions, ce dernier commença à organiser l'enseignement de la Minéralogie à l'université Laval sur des bases nouvelles. Cependant, il ne put se consacrer bien longtemps à cette tâche. Son père, qui enseignait la Chimie à l'université de Belgrade, en Yougoslavie, venait d'abandonner l'enseignement pour cause de mauvaise santé. La chaire de Chimie, devenue vacante, fut alors offerte à M. Lecco fils, qui l'accepta. Il quitta Québec vers le mois de mai 1923 sans avoir pu enseigner à l'université Laval. En septembre de cette même année, le Dr Carl Fæssler, qui venait d'arriver à Québec, donna les cours de Chimie industrielle, de Minéralogie et de Géologie à l'École Supérieure de Chimie. L'abbé Vachon continua d'enseigner la Minéralogie et la Géologie au Séminaire de Québec. En 1931, l'abbé Laverdière, à son tour, prenait la relève dans l'enseignement de ces deux disciplines au Séminaire, puis de la Géologie générale et de la Paléontologie à l'École de Chimie. Il occupait un laboratoire situé au troisième étage de l'édifice. Le Dr Fæssler avait bien voulu lui céder ce local et les cours déjà mentionnés, pour se loger lui-même au sous-sol dans des laboratoires nouvellement aménagés à sa demande. Le Dr Fæssler continua d'enseigner pour sa part la Chimie industrielle et la Minéralogie (Cristallographie et Minéralogie proprement dite) ainsi que la Pétrographie.

L'abbé Laverdière avait à sa disposition dès le début, des collections bien montées de minéraux et de roches auxquelles il ajouta un très grand nombre de fossiles rapportés d'Europe et qu'il avait pour la plupart récoltés lui-même. Ses cours s'adressaient tout d'abord aux étudiants en Chimie. Cependant, des projets de toutes sortes s'élaboraient dans son esprit. Il pensait beaucoup à

l'avenir. Il s'appliqua aussi à préparer le matériel nécessaire pour rendre son enseignement vivant et captivant. De concert avec ses collègues de l'époque, il chercha à apporter aux systèmes d'enseignement déjà connus, toutes les améliorations possibles.

Une lettre que lui adressait le frère Marie-Victorin, le 8 septembre 1931, nous en apprend beaucoup sur certains plans qu'il mûrissait :

« Je reçois votre bonne lettre, et je m'empresse de vous dire combien je serai heureux de vous rencontrer et de causer des matières qui nous intéressent à la première occasion.

« Vous voilà installé à l'École de Chimie, et je ne doute pas que vous allez y inaugurer un enseignement intéressant qui se développera avec le temps en une belle école de Géologie — un de nos plus pressants besoins.

« Au sujet du manuel, je dois vous dire qu'ici, nous sommes dans l'expectative. M. Dalbis est parti, et avec lui, le désir de garder ses manuels. Nous attendons en décembre, son successeur à la chaire de Zoologie, M. Prat, pour prendre une décision. Quant au manuel de Géologie, nous n'en avons jamais eu.

« Pour votre enseignement de la Géologie au Séminaire — je comprends qu'il n'est pas possible d'introduire un manuel américain (il y en a d'excellents) — je n'ai qu'une suggestion: c'est de faire votre cours vous-même . . . en attendant que de ce cours vous fassiez un manuel! . . . S'il est un enseignement qui a besoin d'être adapté, c'est bien celui de la Géologie ».

Ce document appelle certains commentaires.

Tout d'abord, cette lettre établit bien clairement que dès le début de sa carrière, l'abbé Laverdière avait l'intention de placer sur des bases solides l'enseignement qu'il devait assurer. On voit également par cet échange de correspondance, que l'abbé Laverdière demandait conseil au frère Marie-Victorin et cherchait son appui. C'est là, d'ailleurs, un trait particulier qui l'a caractérisé tout au cours de sa vie. Il agissait rarement seul et préférerait se sentir « à deux » avant de poser un geste. Il recherchait toujours au moins l'appui moral de quelqu'un de son entourage et prenait ensuite des décisions souvent influencées de l'extérieur. Ce désir de partager les responsabilités s'est même manifesté dans certaines de ses conférences et plus souvent dans la présentation de communications à des congrès de l'Acfas, par exemple, ou encore, dans les publications qu'il réalisa au cours de sa carrière. L'idée de collaboration était devenue pour lui un besoin réel, une idée fixe. Je n'irai pas jusqu'à dire qu'il manquait de confiance en lui-même, mais il avait tout simplement besoin des autres, besoin de présences réelles auprès de lui.

Il est fort heureux qu'il se soit trouvé sur sa route des hommes de la trempe de l'abbé Alexandre Vachon, du frère Marie-Victorin, de M. Adrien Pouliot, des docteurs Risi et Fæssler pour le guider sûrement au moment de prendre ce qu'il est convenu d'appeler un nouveau départ dans le domaine de l'enseignement de la Géologie au Canada français.

En parlant d'une future École de Géologie, Marie-Victorin avait eu des paroles de prophète. Je reviendrai sur ce point en décrivant le rôle que l'abbé a joué comme professeur en Géologie.

Pour ce qui est des manuels de Géologie, il y avait bien eu celui de Mgr Laflamme ainsi que l'*Abrégé de Géologie* puis l'*Abrégé de Minéralogie* du chanoine V.-A. Huard (1918), mais les éditions étaient épuisées et il fallait de toute façon compter sur un manuel d'édition plus récente. Pierre Fontanel, de la Compagnie de Jésus, avait publié en 1927 un petit manuel de « *Minéralogie et Géologie appliquées au Canada* ». C'est ce volume que l'abbé Laverdière utilisa tout d'abord pour son enseignement. Plus tard, il employa également le « *Précis de Géologie et de Minéralogie* » (1935) du Dr F. Corninbœuf.

L'idée émise par Marie-Victorin de préparer un manuel de Géologie devait être reprise en 1941 par l'abbé Laverdière et le Père Léo-G. Morin, et l'on sait avec quel succès.

Voilà comment l'abbé débuta dans sa carrière scientifique. Il avait en mains tous les atouts pour réussir une fructueuse carrière dans l'enseignement.

professeur et conférencier

L'abbé Laverdière eût maintes fois l'occasion de se produire en public. Très en demande, on pourrait dresser une longue liste des causeries qu'il a présentées soit à la radio ou devant des sociétés, dans divers centres de la province de Québec. Il avait une voix d'un registre puissant et qui portait loin. Sa façon de parler avec une certaine emphase produisait un bon effet sur les auditoires. Ajoutons à celà une merveilleuse documentation sur films et sur diapositives pour illustrer clairement les sujets qu'il traitait, et l'on comprendra ses succès.

S'il fut excellent conférencier, on ne peut pas dire cependant qu'il aima la prédication. D'ailleurs, je ne connais que très peu de circonstances dans sa vie où il accepta de prononcer des sermons. D'autre part, la nature ne l'avait pas tellement doté de talents particuliers pour le chant; on l'a souvent remarqué au cours des messes chantées qu'il a célébrées.

Dans ses cours au Séminaire de Québec et à l'Université, il parlait d'abondance et avec beaucoup de finesse. Il semblait, en d'autres occasions, manquer un peu de souffle et d'inspiration, coupant ses phrases par des traînées de voix. Il avait aussi l'habitude du « n'est-ce pas », habitude qui se rencontre chez plusieurs professeurs, et celà passait souvent au « s'pas », qui semblait tenir office de la virgule dans ses phrases.

Malgré tout, il aura réussi à transmettre à des milliers d'étudiants au cours de ses longues années d'enseignement, le message qu'il avait à cœur de livrer: connaître et aimer la nature, et par elle, découvrir les vastes horizons qui conduisent l'esprit vers la lumière.

son enseignement en Géologie

Son rôle d'éducateur s'est étendu à la province tout entière et parfois au-delà. Conférences d'orientation, causeries publiques devant des auditoires

visibles ou à la radio, communications devant des sociétés ou à des congrès scientifiques, voilà autant de media utilisés au cours de sa vie pour faire pénétrer dans les esprits la notion de beauté et de grandeur révélée par la nature.

C'est cependant dans l'enceinte du Séminaire de Québec et à la Faculté des Sciences que l'abbé Laverdière s'est fait le plus valoir comme professeur de Géologie. Dès son retour d'Europe, il fut chargé de cours en Géologie générale et en Paléontologie à l'École de Chimie. Il commença également l'enseignement de la Minéralogie et de la Géologie au Séminaire de Québec dans les classes de Philosophie et dans celles de 4e année. Au mois de mai 1935, il était nommé professeur titulaire de Géologie à l'École de Chimie.

On peut dire que 1937 fut pour l'abbé Laverdière une « année-prélude », une année au cours de laquelle on a pu pressentir toute une suite d'événements qui allaient changer la face des choses et qui marqueraient un nouveau départ vers des sommets jamais atteints dans l'enseignement de la Géologie au Canada français.

Depuis longtemps déjà, la voix qui s'était fait entendre comme dans un désert, celle du Frère Marie-Victorin, s'accroissait davantage et trouva enfin un écho quelque part. Vers les années 1930 et peut-être avant, tout absorbé qu'il était par ses études botaniques, il avait compris que l'enseignement de la Géologie était entièrement à refaire chez nous. Les noyaux qui existaient dans ce domaine étaient très petits. A Québec, l'enseignement se trouvait déjà passablement bien organisé à l'École de Chimie par le Dr Fæssler, puis sur une faible échelle dans certains collèges classiques avec un manque quasi total de bons manuels. A Montréal, il y avait les cours exclusivement théoriques du professeur Mailhiot, à Polytechnique, où devaient se rendre les élèves de l'université de Montréal désireux d'étudier un peu de Géologie.

Le frère Marie-Victorin continua durant plusieurs années de faire campagne et de battre tambour. Au mois de janvier 1937, il lança son plus gros coup de canon. Tous ses appels répétés, tous ses efforts se trouvèrent concrétisés dans le magistral discours présidentiel qu'il fit devant la Société Canadienne d'Histoire Naturelle et qui avait pour titre: « *Pour un Institut de Géologie* ».

« Il nous faut — disait-il — un Institut national de Géologie, *et tout de suite*. Mais pour qu'il soit proprement nourri et achalandé, il faut que d'ici vingt-cinq ans au moins, il n'y en ait qu'un, sur lequel nous concentrerons nos ressources en argent et en hommes . . . Cet Institut devra-t-il être à Montréal ou à Québec? Question pour moi d'importance secondaire, que l'on pourra régler en se plaçant au seul point de vue des avantages culturels de la nation ».

Les journaux de l'époque publièrent en primeur le discours de Marie-Victorin. Dès les jours suivants, les contre-coups se firent sentir. Une vaste campagne de propagande s'organisa et au printemps de 1937, des pourparlers furent entamés entre les professeurs de Géologie attachés à l'École Supérieure

de Chimie, des représentants de Montréal et le Gouvernement provincial. On était bien conscients dans tous les milieux qu'un Institut de Géologie ne se construirait pas tout seul. Aussi, fallait-il l'appui et l'aide du gouvernement.

La campagne fit un nouveau pas de l'avant, le 7 mai, alors que l'honorable Onésime Gagnon, ministre des Mines et des Pêcheries, et son sous-ministre M. L.-A. Richard, réunissaient à Québec un groupe de membres dirigeants de l'ACFAS, autant de Montréal que de Québec. Tous les aspects de la question furent étudiés et le ministre demanda un rapport résumant la pensée de chacun.

Bien que les esprits aient été franchement orientés vers un seul but, soit la fondation d'un Institut de Géologie, on ne peut pas dire que certains n'aient pas tenté de « tirer la couverture » d'un côté plutôt que de l'autre. Il y eût des passes d'armes, mais pas très dangereuses. Avec le temps, les esprits se calmèrent.

Le 3 décembre 1937, Son Éminence le Cardinal Villeneuve écrivait à l'honorable Onésime Gagnon alors ministre des Mines (et devenu plus tard Lieutenant-Gouverneur de la province de Québec), « *qu'il lui serait infiniment agréable, et aussi sans doute à tout l'épiscopat de la province, que le gouvernement pût, dès maintenant, assurer à une université française de chez nous les moyens de fonder une école des Mines et un institut de Géologie* ». L'université Laval se déclara prête à assumer ce fardeau.

Déjà au mois de janvier 1938, les journaux annonçaient que la ville de Québec serait dotée d'une École des Mines (l'Institut de Géologie dont avait rêvé Marie-Victorin). En effet, les pourparlers ayant pris fin, et les autorités de l'université Laval ayant apporté les plus fortes garanties, il fut décidé que cette institution se chargerait de construire l'École des Mines sur un terrain qu'elle possédait tout près de l'École Supérieure de Chimie et qu'elle offrait de toute pièce. Le gouvernement verserait de généreuses subventions annuelles. Ce n'est que le 25 février 1938 cependant que l'honorable Gagnon proposa à l'Assemblée législative l'adoption d'un projet de loi créant une École des Mines dont la direction serait confiée à Laval. Cette proposition fut alors acceptée à l'unanimité des membres des deux Chambres. Les travaux de construction débutèrent dès l'automne 1938 et l'ouverture officielle de l'édifice se fit le 30 avril 1941, bien que certains locaux aient déjà été occupés dans l'École dès la fin de l'année 1939.

Longtemps avant que la campagne de Marie-Victorin ne prenne toute son ampleur, on était d'accord dans presque tous les milieux pour confier la direction du futur Institut de Géologie à l'abbé Laverdière. Plusieurs documents en font foi. L'honorable Gagnon l'annonça d'ailleurs lui-même en février 1938 dans les termes suivants: « *l'abbé Willie Laverdière dirigera la nouvelle Ecole des Mines. C'était le seul canadien-français capable d'en prendre la direction* », disait-il.

Parlant aussi de tout le travail déjà accompli en Géologie par ce dernier, il ajoutait: « *l'université Laval possède déjà le noyau d'un Institut Supérieur de Géologie en même temps que l'homme qu'il faut pour installer et organiser un tel institut, surtout si celui-ci fait appel aux compétences avec lesquelles il est en relations* ».

Voilà donc quelle figure faisait l'abbé Laverdière au moment de cette grande réalisation. Mais aussi curieux que la chose puisse paraître, il aura quand même fallu la clairvoyance et la tenacité d'un grand botaniste pour que naquit au Québec un Institut de Géologie!

le géologue

En plus d'être connu comme prêtre et éducateur, l'abbé Laverdière fit également sa marque comme géologue. Il effectua quelques travaux d'exploration géologique dans la province de Québec, mais les diverses charges administratives qui lui furent confiées à l'université, en plus de son enseignement, le forcèrent à restreindre ses sorties sur le terrain. Comme résultat de tout ceci, il n'a pas publié un très grand nombre de travaux comme le montre bien la liste annexée. Il a cependant compensé cette déficience en aidant ses collègues et en collaborant intimement mais toujours d'une façon discrète, à la réalisation de plusieurs publications qui se sont ajoutées une à une sur la liste des Contributions du département de Géologie de l'université Laval.

Collaborateur au Service des Mines de Québec: C'est à ce titre que l'abbé Laverdière a le plus pratiqué son rôle de géologue. Il fit ses premières armes comme tel en 1932, alors qu'il passa le mois d'août auprès du Dr Bertrand-T. Denis, chargé cette année-là, d'examiner les lambeaux paléozoïques, surtout au point de vue industriel, dans la région de la carte de Simard, dans le comté de Chicoutimi. Pour sa part, le Dr W. H. McGerrigle, compagnon du Dr Denis, étudiait en même temps l'aspect paléontologique de la région.

Dès ses premiers contacts avec le Service des Mines, l'abbé se lia d'amitié avec M. A.-O. Dufresne, alors directeur du Service, les docteurs J.-A. Dresser, T. C. Denis, I. W. Jones, Bertrand Denis, Maurice Archambault, pour n'en nommer que quelques-uns. Par la suite, il se développa un esprit de collaboration de plus en plus intime entre l'université Laval, par l'abbé Laverdière, et le Service des Mines.

Durant les mois d'été des années 1934 à 1937, l'abbé fut chargé d'étudier la géologie de régions particulières situées dans les comtés de Portneuf, de Wolfe et de Rivière-du-Loup — Matane. Les résultats de ces explorations géologiques ont été publiés dans les rapports annuels du Service des Mines ou dans la revue *Le Naturaliste Canadien*.

En 1945, malgré ses nombreuses occupations, il accepta de diriger la traduction des volumes 2 et 3 du travail d'envergure: "*Geology of Quebec*", publié par le Ministère des Mines de Québec sous la conduite de MM. John-A.

Dresser et T. C. Denis. J'ai moi-même collaboré, à ses côtés, à cette phase du travail, et je puis dire que l'abbé s'y appliqua avec l'attention et le zèle qu'il mettait à accomplir tous ses travaux.

Cours de prospection minière: Le Service des Mines de Québec a, depuis toujours, dispensé à travers la province, des séries de cours sur la prospection minière. Ces cours et conférences étaient donnés la plupart du temps par le Dr Maurice Archambault ainsi que par des inspecteurs des mines attachés au Service des Mines. L'abbé Laverdière fut également invité à donner des cours semblables et il se prêta volontiers à ce genre de travail. A compter de 1937, il s'adjoignit un assistant en la personne du Père Léo-G. Morin, maintenant décédé. Ensemble, ils parcoururent un grand nombre de centres susceptibles d'être intéressés par la prospection minière.

Le 26 avril 1945, le Ministère des Mines demandait à l'université Laval d'étudier la possibilité d'organiser dans son département de Géologie, des « cours universitaires de prospection », qui seraient donnés par les professeurs du département et sous les auspices du Ministère des Mines. Cette formule fut inaugurée dès l'année suivante, et sous la conduite de l'abbé Laverdière, ces cours connurent un succès grandissant avec les années. Plus tard, la même formule s'appliqua à Montréal.



Remise d'un certificat à un étudiant en prospection, par le Dr P.-E. Auger, en présence de l'abbé Laverdière.

Congrès internationaux de Géologie: On sait que le douzième congrès international de Géologie a eu lieu au Canada en 1913. Ces manifestations à grande échelle attirent toujours un nombre considérable de personnes et sont souvent l'occasion de prises de contact heureuses entre géologues venus de toutes les parties du monde.

En juillet 1933, l'abbé Laverdière fut délégué par l'université Laval au congrès tenu à Washington. Ce voyage fut pour lui une expérience très enrichissante.

Le dix-huitième congrès eût lieu à Londres, en Angleterre, en 1948. L'abbé y assista en compagnie de son ami intime, son collaborateur de toujours, le Père Léo-G. Morin. Ils rapportèrent tous les deux de vives impressions de ce voyage.

Manuel de Géologie: Ici, c'est tout aussi bien le géologue que l'éducateur qui entre en jeu. Dès le jour où le frère Marie-Victorin lui écrivit sa fameuse lettre datée du 8 septembre 1931, dans laquelle il lui suggéra de faire son propre cours en attendant de faire de ce cours un manuel de Géologie, l'abbé Laverdière élaborait des plans dans ce sens. De son côté, il semble que le Père Morin ait eu également une idée semblable. La chose apparaît clairement dans la dédicace qu'il a écrite au début du volume « *Initiation à la Géologie* », paru en 1941.

Le Père Morin s'était inscrit à l'École Supérieure de Chimie à l'automne de 1936, dans le but d'y préparer une licence ès sciences. Il connaissait déjà l'abbé Laverdière pour l'avoir rencontré au Grand Séminaire de Québec en 1923-24. Le Père Morin était en première année au moment où l'abbé Laverdière terminait sa quatrième année. Cependant, on peut dire que c'est en 1936 qu'à commencé cette amitié entre l'abbé et le Père Morin, amitié qui s'est maintenue solide jusqu'au décès de ce dernier en 1961. Il s'est tout de suite établi entre ces deux éducateurs, un courant de mutuelle confiance et de compréhension qui s'est graduellement transformé en un bel exemple de collaboration « épaule à épaule » entre deux universités, celles de Québec et de Montréal. Cet exemple assez rare, ce sont deux géologues canadiens-français qui nous l'ont servi.

A la suite de la vigoureuse campagne menée par Marie-Victorin pour un Institut de Géologie au Québec, le beau projet du manuel de Géologie fut ressuscité et finalement réalisé en 1941.

La publication de ce manuel venait combler un vide et répondait à un réel besoin. Écrit dans un langage clair et imagé, ce petit manuel, où certains passages frôlaient la poésie, suscita des éloges de toutes sortes. Je pourrais ici, à la gloire des deux auteurs, en citer plusieurs. Un seul suffira cependant à traduire l'impression générale. C'est celui qui leur fut adressé par le docteur J. Risi, professeur de Chimie organique à l'université Laval.

« J'ai eu l'honneur de compter les deux auteurs parmi mes anciens élèves en Chimie organique, élèves dont le souvenir le plus charmant restera à jamais gravé dans ma mémoire.

« Pauvre profane en Géologie, je ne peux malheureusement apprécier votre œuvre à sa pleine valeur, mais ce que j'ai parfaitement compris en le lisant, c'est que nous avons maintenant une géologie canadienne-française! Voilà sans doute la raison majeure de la très vive satisfaction et de la profonde reconnaissance de tous vos compatriotes.

« Un texte excessivement clair, des dessins admirablement bien faits, et une documentation photographique superbe et abondante tirée de chez nous, font de votre ouvrage un instrument de valeur pédagogique inestimable entre les mains de nos professeurs dont la tâche de faire aimer les sciences est maintenant devenue presque trop facile. Pour ma part, j'ai bien hâte de me servir de votre magnifique travail pour présenter à mes enfants l'image vivante et parfaite des beautés géologiques de notre pays ».

Un autre qui partagea également la joie des auteurs, ce fut le frère Marie-Victorin qui salua de la façon suivante dans *Le Devoir* du 20 septembre 1941, la parution du Manuel:

« J'ai trop souvent déploré la carence de l'enseignement de la Géologie aux divers degrés pour ne pas saluer avec une véritable joie le nouveau livre que viennent de publier aux éditions Fides, M. l'abbé Laverdière et le Père Morin.

« Même avant d'ouvrir le livre, ces deux noms sont déjà une recommandation et une garantie. Il est temps que les manuels, même ceux qui sont dits élémentaires, soient faits par des gens de la partie, qui vivent assez près de la science pour en observer les progrès et les transformations, et qui possèdent une expérience pédagogique préalable.

« Les auteurs sont des géologues, des géologues canadiens, qui écrivent un livre pour les enfants canadiens ».

Il y eût plusieurs tirages à compter de 1941 et je crois que le total d'exemplaires imprimés jusqu'à ce jour a atteint le 75e mille.

La réalisation de ce manuel apporta aux auteurs beaucoup de joie et de satisfaction et ajouta un fleuron de plus à leur blason d'éducateurs et de géologues.

principaux travaux en Géologie

1. — *Sur la présence de grès d'âge dévonien supérieur au sud-est de St-Jean-Pied-de-Port.* (Bulletin de la Société Géologique de France, Vol. 28, pp. 395-400, Paris, 1928. En collaboration avec l'abbé Gonzagues Dubar.
2. — *Description d'une plaque dentaire de Dipneuste Palædaphus Ferquensis nov. sp., du dévonien supérieur du Boulonnais.* (Annales de la Société Géologique du Nord, Vol. 54, pp. 94-99, pl. V et VI, 2 figs., Lille, 1929).
3. — *Observations sur quelques gisements du Carbonifère des Pyrénées.* (Compte rendu sommaire des séances de la Société Géologique de France, Paris, 1929). En collaboration avec le chanoine Gaston Delépine et l'abbé G. Dubar.
4. — *Description d'une plaque osseuse d'Esterosteus (groupe des Arthrodiens) du Frasnien de Trélon (Nord de la France).* (Annales de la Société Géologique du Nord, Vol. 55, pp. 61-69, 7 figs., 1 pl., Lille, 1930).

- 5.— *Le Paléozoïque de Lauribar*. (Annales de la Société Géologique du Nord, Vol. 55, p. 156, Lille, 1930).
- 6.— *Paléozoïque des Pyrénées Occidentales*. (Annales de la Société Géologique du Nord, Vol. 55, pp. 205-207, Lille, 1930).
- 7.— *Contribution à l'étude des Terrains paléozoïques dans les Pyrénées Occidentales*. Mémoires de la Société géologique du Nord (Lille), Tome X, No 2, in 4°, 131 pages, 13 figs dans le texte, 9 planches hors texte. Imprimerie Centrale du Nord, Lille, 1930.
- 8.— *Etude microscopique d'anthracites et de houilles anthraciteuses du puits No 5 du charbonnage de Mariemont-Bascoup (Belgique)*. (Annales de la Société Géologique du Nord, Vol. 56, pp. 214-232), 5 pl., Lille, 1931.
- 9.— *Le Paléozoïque de la région de Deschambault, comté de Portneuf*. Rapport annuel du Service des Mines de Québec, partie D, pp. 49-68, 1934.
- 10.— *Quelques graptolites nouveaux des environs de Québec*. Le Naturaliste Canadien, Vol. 62, pp. 6-13, 1 pl. 1935. En collaboration avec R. Ruedemann.
- 11.— *Géologie des environs de Marbleton, canton de Dudswell, Comté de Wolfe*. Rapport annuel du Service des Mines de Québec, partie D, pp. 33-44, 3 pl. 1935.
- 12.— *Région de la rivière Ste-Anne, comté de Portneuf*. Rapport annuel du Service des Mines de Québec, partie D, pp. 31-51, 4 pls. 1936.
- 13.— *Quelques observations sur la géologie de la Côte de Beaupré*. Le Naturaliste Canadien, Vol. 63, pp. 33-45, 1936. En collaboration avec le Dr C. Fæssler.
- 14.— *Géologie des Appalaches canadiennes entre Rivière-du-Loup et Matane*. Le Naturaliste Canadien, Vol. 68, pp. 216-260, 1941. En collaboration avec le Père Léo-G. Morin.
- 15.— *Initiation à la Géologie*. Éditions Fides, Montréal, 158 pages, 1941. En collaboration avec le Père Léo-G. Morin.
- 16.— *Histoire géologique de la région de Shawinigan*. Un chapitre dans le volume de Gérard Filteau: « *L'Épopée de Shawinigan* », 1944, (pp. 19-34). En collaboration avec le Dr C. Fæssler.
- 17.— *Bedded Limestone in the Levis Formation*. Transactions de la Société Royale du Canada, 3e série, section IV, Vol. XLIII, 1949 (pp. 85-112).
- 18.— *Baleine fossile de Daveluyville, Québec*. Le Naturaliste Canadien, Vol. 77, nos 9-10, 1950, pp. 271-282.

secrétaire de la rédaction et directeur du Bulletin

« LE NATURALISTE CANADIEN » (1933-1967)

Il n'entre pas dans les cadres de cette biographie de faire l'histoire du bulletin *Le Naturaliste Canadien*, qui aura cent ans d'existence en décembre 1968. Je veux tout simplement rappeler quelques dates, quelques faits à son sujet et insister davantage sur la collaboration apportée par l'abbé Laverdière à la survie de cette revue scientifique canadienne-française, l'une des plus anciennes du genre en Amérique du Nord.

C'est en décembre 1868 que l'abbé Léon Provancher, alors curé de Portneuf, fonda la revue *Le Naturaliste Canadien*. Cette entreprise, audacieuse pour l'époque, connut par la suite des vicissitudes de toutes sortes. Ceux qui sont intéressés à en connaître les détails auront avantage à consulter: « *La vie et l'œuvre de l'abbé Léon Provancher* », par le chanoine V.-A. Huard, travail publié à Québec en 1926. Le volume LX, No 1, janvier 1933 et le volume LXI, No 1 janvier 1934 du *Naturaliste Canadien*, contiennent également des articles intéressants sur le sujet et signés par l'abbé Alexandre Vachon et Omer Caron.

Donc, en bref, l'abbé Léon Provancher publia la revue de 1868 à 1891, soit durant 23 ans. Il eut comme successeur en 1892, l'abbé Victor-A. Huard, qui continua l'œuvre commencée et s'y consacra jusqu'à sa mort survenue le 15 octobre 1929, soit durant 37 ans.

L'abbé Huard laissa sa revue à l'université Laval, par legs testamentaire, à la condition que le nom n'en soit jamais changé.

Au mois de novembre de la même année, Mgr Fillion, recteur de l'université Laval, chargea l'abbé Arthur Robitaille, professeur de Botanique et de Zoologie, ainsi que Georges Maheux, professeur d'Entomologie, de s'occuper de la publication de la revue. Ils eurent comme adjoint M. Omer Caron, botaniste provincial. Sous la direction de cette nouvelle équipe, la revue allait faire peau neuve. Il fallait la rendre digne de l'université qui lui accordait maintenant son patronage.

A la fin de 1932, MM. Maheux et Caron eurent un surcroît d'occupations qui les força à abandonner leur charge respective dans l'administration de la revue. Mgr Camille Roy pria donc l'abbé Alexandre Vachon de se mettre à la tâche et de poursuivre l'œuvre de ses devanciers. Malgré ses nombreuses occupations, l'abbé Vachon accepta. « J'ai accepté cette obligation — disait-il — par esprit d'obéissance avec pleine conscience de mon inaptitude pour une telle tâche. Je me rends compte que je n'ai ni la science ni le prestige de mes prédécesseurs ». Il sut cependant s'entourer de collaborateurs effectifs: l'abbé Arthur Robitaille comme administrateur du bulletin, et l'abbé Laverdière comme secrétaire de la rédaction, à compter du 23 janvier 1933.

Le 11 avril 1939, l'abbé Vachon, devenu entre temps Monseigneur Vachon, fut nommé Recteur de l'université Laval, pour devenir peu de temps après, en 1940, Archevêque d'Ottawa. Il lui fallut donc abandonner complètement la direction du bulletin. C'est alors que l'abbé fut nommé directeur du *Naturaliste Canadien*, poste qu'il occupa jusqu'à sa mort. Il aura donc servi cette revue durant 34 ans. Là également, il y en aurait long à raconter sur les difficultés de toutes sortes rencontrées durant cette longue période dans la direction de la revue. Encouragé cependant par une aide généreuse de ses collègues de la Faculté des Sciences et plus particulièrement de la part du Dr Louis-M. Cloutier, l'abbé Laverdière réussit à faire 'vivre' la revue. A compter de 1940, je devins l'assistant du directeur et à ce titre, je fus appelé à collaborer au succès

de cette publication durant plus de vingt-cinq ans, assisté moi-même très souvent par M. Roland Coulombe, neveu de l'abbé.

Ceux qui connaissent la revue ont sans doute remarqué que les articles publiés au cours de la période Provancher ont une allure plutôt littéraire avec toutefois une certaine teinte scientifique. Avec l'abbé Huard, ce dernier aspect prend un peu plus d'importance. Sous le règne des Robitaille, Maheux, Caron, Vachon et Laverdière, la revue acquiert un ton beaucoup plus sérieux et sa distribution dans les milieux scientifiques se fait sur une plus grande échelle pour atteindre plusieurs pays étrangers. L'abbé Laverdière, pour sa part, s'occupa de compléter le plus grand nombre possible de collections dans diverses institutions, fournissant ainsi un outil précieux de plus aux chercheurs.

A quelques reprises, l'abbé Laverdière avait demandé aux autorités de l'université de le relever de son poste de directeur de la revue. Pour diverses raisons d'ordre pratique, il fut maintenu dans ses fonctions. On lui accorda un petit budget et de l'assistance supplémentaire. C'est ainsi que durant les années 1943 à 1947, l'abbé Alexandre Gagnon, professeur de Botanique au département de Biologie de la Faculté des Sciences, accepta d'aider le directeur dans son travail à titre de secrétaire de la rédaction. Au mois de mai 1951, le Dr Yves Desmarais fut nommé à ce même poste qu'il occupa jusqu'en 1961, alors qu'il quitta l'université Laval pour aller au Jardin Botanique de Montréal.

En février 1966, le Dr G-Wilfrid Corriveau accepta à son tour le poste de directeur-adjoint de la revue, la direction étant toujours assurée par l'abbé Laverdière, cependant que l'administration financière du bulletin relevait depuis quelques années des Presses de l'université Laval.

Avec le nouveau coup de barre donné par le Dr Corriveau, la revue changea du tout au tout. Sous une livrée rafraîchie, de nombreux travaux d'un grand intérêt scientifique sont maintenant offerts aux lecteurs du bulletin et vont porter au loin, dans bien des milieux intellectuels, la pensée des chercheurs canadiens.

A travers l'évolution du bulletin *Le Naturaliste Canadien*, on doit retenir tout spécialement les noms de Provancher, Huard et Laverdière, qui ont formé le trépied sur lequel repose l'histoire du premier centenaire de la revue.

membre de diverses sociétés, associations et comités

L'abbé Laverdière s'intéressa très tôt à la vie des sociétés scientifiques. Pendant son stage en Europe, il devint membre de la Société géologique du Nord (1928), de la Société géologique de France (20 juillet 1928), et de la Geological Society of London, Angleterre (1930).

Après son retour au Canada, il fut admis dans plusieurs sociétés scientifiques canadiennes et américaines. Ainsi, le 16 octobre 1931, la Société Linnéenne de Québec l'acceptait dans ses rangs puis le nommait à la présidence le

20 octobre 1933. C'est par l'intermédiaire de cette société qu'il fit son entrée à l'ACFAS, ou Association Canadienne-Française pour l'Avancement des Sciences, fondée en 1923 et incorporée en 1931. Cette association étant en quelque sorte une fédération de sociétés ayant pour but la diffusion et la vulgarisation des sciences au Canada français. Le premier congrès de cette association fut tenu à Montréal du 2 au 4 novembre 1933 et le trente-cinquième congrès eût lieu à Sherbrooke au début de novembre 1967. Dès la tenue du premier congrès, à Montréal, l'abbé Laverdière figurait comme président de la section des Sciences naturelles et présentait une première communication. Par la suite, il prit part à presque tous les congrès tout en y communiquant le fruit de ses recherches. Dans les Annales de l'Acfas, on relève bon nombre de communications inscrites à son nom. Le 8 octobre 1945, il devenait président de l'association et au banquet de clôture du quatorzième congrès tenu à Québec, soit le 14 octobre 1946, il prononçait le discours présidentiel qui avait pour titre: « *La Géologie est-elle une science du passé* » ?

En 1932, la Société de Mathématiques de Québec l'accueillait comme membre. Le 7 mai 1935, la Geographical Society of America l'accepta dans ses rangs et la National Geographic Society fit de même le 20 novembre suivant. Puis le 23 novembre 1936, il fut invité à faire partie du Comité national de l'Union géographique internationale.

Au cours de 1938, il adhéra à la Société Zoologique de Québec. En 1939, il fut élu membre du Canadian Institute of Mining and Metallurgy. En 1941, on le nomma "Fellow" de la Geological Society of America. Puis l'année suivante, il fit partie de l'American Association for the Advancement of Science et devint également "Fellow" de la Paleontological Society of America le 30 décembre 1942. En 1944, l'abbé fut inscrit membre de la Prospectors and Developers Association et en 1947, "Chapter Member" de la Geological Association. Finalement, au début de juin 1949, l'abbé Laverdière entra à la Société Royale du Canada.

En plus d'être membre de plusieurs sociétés, l'abbé fit partie de divers comités et associations. Ainsi, à la mi-octobre 1932, il fut élu président de l'Association des Chimistes gradués de l'École de Chimie. A compter de 1935, il fit partie du Comité des Bourses au Service des Mines de Québec (devenu plus tard Ministère des Mines et ensuite Ministère des Richesses Naturelles). Il occupa ce poste jusqu'à sa mort.

Au cours de 1937, il devint membre d'un comité chargé de grouper les diplômés de la section des sciences de l'École Normale Supérieure. Le 13 mars 1940, il fut nommé secrétaire de l'École des Gradués de la Faculté des Sciences, en remplacement de M. Pouliot, démissionnaire. En 1943, il accepta de faire partie du Comité du Musée Provancher, avec Omer Caron, le frère Marie-Victorin, J.-Ed. Perron, Georges Maheux et Noël Comeau. On le retrouve également sur le Comité de la bourse Noranda à compter de 1945.

En 1948, il apparaît sur la liste des membres de la Société Canadienne Française de Généalogie, section de Québec, sous le numéro 491. A compter d'octobre 1961, il adhère également à la Société Canadienne de Généalogie (Québec), nouvellement fondée à Québec.

titres honorifiques

L'abbé Laverdière n'a jamais recherché les honneurs. Il est vrai qu'il accéda successivement à la présidence de diverses sociétés ou associations, mais il faut dire que ce fut une université d'en dehors du Québec qui pensa justement à lui rendre un hommage de qualité exceptionnelle, soit sous forme d'un doctorat *honoris causa*, par exemple.

C'est en effet le 29 avril 1949 que le Sénat académique de l'université d'Ottawa décidait à l'unanimité de conférer le grade académique en droit *honoris causa* à l'abbé Laverdière, en hommage à « ses qualités éminentes ainsi qu'à son attachement à l'œuvre de l'université d'Ottawa ». La cérémonie eût finalement lieu le 28 janvier 1950 et le recteur de l'université, le Révérend Père Laframboise, ne manqua pas de souligner qu'« au milieu de ses labeurs scientifiques, M. l'abbé Laverdière reste le prêtre exemplaire de toujours et l'universitaire aux manières distinguées, le gentleman discret et modèle. Pour ceux qui ont le bonheur de le connaître, c'est vite un ami sincère ». Puis le recteur termina son discours dans les termes suivants: « En vous offrant ce grade académique nous voulons M. l'abbé, reconnaître vos mérites comme savant et universitaire, nous voulons vous remercier personnellement et avec vous vos collaborateurs de la Faculté des Sciences, des services signalés que vous voulez toujours rendre ».

Dans sa réponse à ce discours, on voit encore une fois l'abbé Laverdière refuser de prendre entièrement pour lui les honneurs qu'on lui décerne, et il détourne tous les mérites vers un autre, en l'occurrence, Son Excellence Mgr Alexandre Vachon, présent à la cérémonie: « Vous êtes plus que moi, le héros de la fête intime de ce soir — dit-il — La gloire qu'on m'attribue, je vous la transmet, elle vous appartient ».

L'abbé Laverdière rappela alors toutes les bontés dont il avait été l'objet de la part de Mgr Vachon depuis son stage comme séminariste à Québec, et souligna en terminant, qu'il lui devait tout.

Pour sa part, l'université Laval dans un geste ultime, avait nommé l'abbé Laverdière 'professeur émérite' quelques mois avant son décès, soit en mai 1967.

le généalogiste — ses travaux sur la famille Laverdière

Cette étude serait incomplète si je ne parlais pas de l'intérêt immense que l'abbé Laverdière a toujours porté à sa famille. Il a exercé une telle influence dans son milieu familial, que tous le vénéraient et le prenaient pour

confident et conseiller. Sa famille nombreuse a vraiment constitué pour lui une petite paroisse. Elle lui fut aussi un champ d'action apostolique. Il suscita ici et là des vocations religieuses et aida beaucoup sur tous les plans, des neveux et des nièces dans leurs études. Quelques-uns parmi les neveux se dirigèrent vers la prêtrise, d'autres neveux et nièces vers diverses communautés religieuses. Il se devait, disait-il, d'ajouter si possible un ou plusieurs maillons à la chaîne religieuse de la famille.

Son intérêt pour les recherches concernant sa famille remonte à 1919, alors qu'il était ecclésiastique. Durant les vacances, il fréquentait souvent le presbytère de Ste-Croix de Lotbinière où il connut le curé, l'abbé Magloire Destroismaisons, amateur de généalogie. Ils fouillèrent ensemble les registres paroissiaux et parvinrent ensuite, en continuant les recherches ailleurs, à trouver l'ascendance des Laverdière jusqu'à l'ancêtre René, venu de Bléré, en Indre-et-Loire, France. Beaucoup plus tard, à l'occasion du congrès international de Géologie tenu en Angleterre, l'abbé Laverdière se rendit à Bléré en France, et en rapporta une précieuse documentation dont il fit profiter sa famille et les sociétés généalogiques auxquelles il appartenait. Il a réuni au cours de sa vie une quantité impressionnante de renseignements sur tous les individus répondant au nom de Laverdière en Amérique. Il a préparé des travaux d'envergure sur sa propre famille et toute une série de petits livrets richement illustrés concernant les Laverdière et leurs conjoints, distribués ensuite dans la parenté à l'occasion de Noël. Tous ces travaux faits à même son temps libre et ses économies, constituent le plus beau monument à sa propre mémoire et qui aidera, je l'espère, les nombreux membres de sa famille à se souvenir de lui.

Par ses conférences devant les généalogistes, par les réunions de famille qu'il a régulièrement organisées, ses pique-niques annuels sur la ferme paternelle de Ste-Croix, l'abbé Laverdière a réussi à maintenir parmi les siens un esprit de famille qu'il est rarement donné de constater de nos jours. Il a suscité chez plusieurs une réelle admiration. Sa volumineuse documentation constitue un important apport aux recherches généalogiques sur la famille dont il a porté le nom, et il serait souhaitable que tous les intéressés puissent en profiter. Je formule des vœux pour que les membres de la famille qui possèdent maintenant ce trésor d'archives l'utilisent à bon escient.

***directeur du département de Géologie
et secrétaire de la Faculté des Sciences***

Ces deux titres fonctionnels se sont tellement confondus entre eux tout le temps que l'abbé a occupé ces postes, qu'il est difficile d'en parler séparément. J'ai donc choisi de garder ce chapitre pour la fin, parce qu'on y voit vraiment le plein épanouissement de la carrière de l'abbé, et aussi, le déclin de sa vie.

La Faculté des Sciences fut fondée le 7 décembre 1937 et l'abbé Laverdière y joua un rôle important. C'est en réalisant le développement prodigieux

de l'École de Chimie que les autorités universitaires décidèrent de l'élever au rang de Faculté des Sciences, à laquelle on adjoignit l'École d'Arpentage et de Génie forestier ainsi que l'École affiliée d'Agriculture de Ste-Anne-de-la-Pocatière.

Le 2 avril 1938, la Faculté des Sciences fut divisée en six départements:

- 1.— Génie minier et Métallurgie, Directeur: à être nommé. (1939: Dr. G. Letendre).
- 2.— Géologie et Minéralogie, Directeur: M. l'abbé J.-W. Laverdière
- 3.— Mathématiques, Directeur: M. Adrien Pouliot
- 4.— Chimie, Directeur: Dr Paul-E. Gagnon
- 5.— Physique, Directeur: à être nommé (1939: Dr F. Rasetti)
- 6.— Biologie, Directeur: Dr J.-Louis Tremblay

Chacun des directeurs fut appelé à « développer son département dans toute la mesure du possible et à voir à son organisation pleine et entière ».

Durant l'été de 1938, l'abbé Laverdière ne fit pas de recherches sur le terrain. D'ailleurs, il ne devait plus entreprendre aucun travail de ce genre, la tâche d'administrateur de la Faculté des Sciences, dont il allait bientôt hériter, allait le confiner de plus en plus « à la cuisine » comme il disait. Voilà un terme dont je lui ai souvent reproché l'usage. Il s'est si bien laissé absorber par de multiples tâches secondaires qu'il aurait pu facilement confier à des subalternes, qu'il a parfois négligé de paraître « au salon ». Cela devait un jour agir contre lui.

Au cours de sa séance du 16 mai 1939, le Conseil de la Faculté des Sciences outrepassa pour une fois ses droits en nommant lui-même l'abbé Laverdière secrétaire-adjoint de cette faculté. Le Conseil avait le droit d'élire un secrétaire, mais les autres nominations devaient être faites par le Recteur.

On sait que Mgr Alexandre Vachon était à ce moment là doyen de la Faculté des Sciences et que M. Adrien Pouliot en était le secrétaire. Lorsque Mgr Vachon fut nommé Recteur de l'université et peu de temps après, coadjuteur de l'archidiocèse d'Ottawa, M. Pouliot fut nommé doyen de la Faculté des Sciences. Puis le 9 février 1940, l'abbé Laverdière devenait secrétaire tandis que M. Zéphirin Rousseau occupait le poste de secrétaire-adjoint.

L'équipe Pouliot et Laverdière, bien appuyée par les autres membres du Conseil, a accompli au cours des années qui suivirent un travail formidable et sous leur direction éclairée, la Faculté des Sciences se développa à un rythme accentué. Le dynamisme fulgurant de M. Pouliot et la personnalité respectée de l'abbé Laverdière furent des atouts précieux dans les luttes qu'ils eurent à engager pour la réalisation de tous leurs grands projets. Ils continuaient, dans des conditions sans doute meilleures, l'élan donné précédemment par Mgr Vachon qui avait su si bien faire connaître l'université Laval dans les milieux

scientifiques étrangers. L'abbé Laverdière, pour sa part, apparaissait dans le monde universitaire comme un esprit hautement cultivé et un précieux animateur.

En dépit de ses charges administratives de plus en plus lourdes et de son enseignement, on sent encore sa présence partout.

Si la déclaration de la deuxième guerre mondiale, en septembre 1939, jeta le monde entier dans le deuil et la désolation, on peut dire que sur le plan scientifique et au point de vue de l'enseignement, l'université Laval en tira certains avantages. En effet, au nombre des grands savants qui ont fui l'Europe pour se réfugier en Amérique se trouvait le Dr Franco Rasetti, l'un des plus grands physiciens d'Italie, un savant de réputation mondiale. Le Dr Rasetti avait bien voulu accepter de venir à Laval et d'y organiser le département de Physique sur des bases tout à fait modernes. Ceux qui, à Laval ou ailleurs, ont connu Rasetti dans l'intimité, se rappellent sans doute son esprit méthodique de chercheur, sa mémoire phénoménale qui faisait dire de lui qu'il avait une « mémoire photographique ». N'osant pas entreprendre de travaux d'envergure en physique nucléaire, parce que les contacts avec l'extérieur du pays étaient coupés, du fait de la guerre, Rasetti, en plus d'enseigner et d'organiser le département de Physique, cherchait un autre sujet d'intérêt pour passer utilement et agréablement son temps, un hobby, quoi. C'est ainsi qu'il développa un intérêt tout particulier pour l'étude des Trilobites. Les formations géologiques des environs de Québec et de Lévis regorgeaient de ce type d'arthropodes fossiles. On peut dire que Rasetti commença une deuxième carrière scientifique en étudiant ce groupe de fossiles. Il ne tarda pas d'ailleurs à devenir spécialiste dans ce domaine et sa réputation comme tel s'étendit bientôt à travers le monde.

Encouragé pleinement par l'abbé Laverdière qui s'offrait à publier certains de ses travaux dans le *NATURALISTE CANADIEN* et à payer le coût d'impression des tirés à part de ses articles paraissant dans d'autres revues, Rasetti produisit toute une série de publications importantes et laissa au département de Géologie, des centaines de TYPES des spécimens qu'il décrivit. Il enseigna à l'université Laval jusqu'à la fin de l'année 1947, alors qu'il accepta un poste à l'université Johns Hopkins, à Baltimore, dans le Maryland.

Dans une lettre qu'il m'écrivait le 5 octobre 1967, Rasetti me confiait ce qui suit: « Je viens d'apprendre avec une vive douleur, par votre lettre, la mort de M. l'abbé Laverdière. Je me souviens avec beaucoup de gratitude de son accueil cordial dans le département de Géologie, aux débuts de mes études en Paléontologie, et des bons conseils qu'il eût l'amabilité de me donner. On peut dire que je commençai à devenir un paléontologue sous ses auspices ».

L'arrivée à Québec de Rasetti coïncida avec celle de M. J.-D.-H. Donnay, cristallographe de grand renom, à qui l'université Laval avait confié l'enseignement de la Cristallographie au département de Géologie. Le Dr Donnay

avait quitté le poste qu'il occupait à Johns Hopkins, pour venir instaurer à Laval un enseignement nouveau. Il retourna à cette même université en octobre 1942.

Le concours de ce savant cristallographe fut très précieux dans l'expansion que prenait alors le département de Géologie. Le Dr Donnay, durant son séjour à Laval, a publié plusieurs travaux importants qui ont porté le nom de notre université à l'étranger. C'est sous sa conduite que les premiers travaux de recherche en Cristallographie faits par des étudiants gradués furent entrepris à l'université. Le premier à poursuivre de semblables recherches dans ce domaine en vue d'obtenir une maîtrise, fut M. E. D. Taylor, un gradué de Johns Hopkins. Le second fut M. l'abbé J.-Arthur Tremblay, du Séminaire de Chicoutimi.

Voici comment se présentait le département de Géologie au moment de mon arrivée le premier juin 1940.

Sous la direction de l'abbé Laverdière, qui enseignait la Géologie générale et la Paléontologie, il y avait le Dr Carl Fæssler, un bourreau de travail, qui dispensait les cours de Pétrographie (cours et laboratoire) et qui s'occupait en plus du laboratoire de Minéralogie, puis donnait un cours général de Géologie. Il céda au Dr Donnay, qui venait d'arriver, un cours et un laboratoire de Cristallographie puis un cours de Minéralogie. Par contre, on lui demanda de donner un cours de Cristallographie ainsi que des travaux pratiques de Minéralogie et Pétrographie aux étudiants de 2^e année à l'École d'Arpentage et de Génie forestier. Lorsque M. Donnay quitta la Faculté des Sciences en 1942, le Dr Fæssler reprit les cours qu'il lui avait cédés à son arrivée.

Il y avait aussi, comme on le sait maintenant, le Dr Donnay, qui en plus d'assurer l'enseignement de la Cristallographie, dirigeait des travaux de thèses et poursuivait des recherches dans son domaine.

Comme employés, il y avait une secrétaire ainsi que M. François Coulonbe, à qui tous les départements de la Faculté des Sciences confiaient des travaux de photographie. Son atelier se trouvait dans le département de Géologie. Mais ce personnel allait bientôt être augmenté.

Lorsqu'on décida en 1940, de créer une chaire de Géologie appliquée à la Faculté des Sciences, il fut possible de retenir les services temporaires du Dr G. M. Schwartz, professeur à l'université du Minnesota, et qui jouissait alors d'une année sabbatique. Ce dernier arriva à Laval à l'automne de 1940. Son court stage à Québec fut pour lui une belle expérience et pour le département de Géologie, une vraie aubaine. Il organisa le nouveau cours de Géologie appliquée et fit de la recherche en collaboration avec le Dr Fæssler.

Du 10 juillet au 29 août 1941, l'abbé Laverdière fit un magnifique voyage en automobile dans l'Ouest canadien en compagnie du Père Morin, et j'eus le grand plaisir de les accompagner. Un total de près de 10,000 milles à travers

les provinces de l'Ouest canadien, les parcs de Banff et de Jasper, avec retour par les états américains du Montana, du Wyoming avec son parc Yellowstone, du Nébraska, de l'Iowa, de l'Illinois, de l'Indiana, du Michigan, de nouveau par l'Ontario et le Québec. Que de souvenirs merveilleux, et comme nous en avons souvent parlé ensemble de ce voyage par la suite. Ce fut en réalité un tour d'horizon qui nous a fait connaître les vraies dimensions de notre pays. Comme géologues, ce fut un réel banquet. Nous avons pu toucher des yeux des structures géologiques à grande échelle et en rapporter des preuves photographiques et un précieux matériel d'enseignement sous forme de minéraux, roches, fossiles, littérature, etc. Que dire des contacts humains. La visite des universités et des installations minières rencontrées en chemin a été pour nous très enrichissante. L'escalade du Mont Stephen, près de Field, en Colombie canadienne, en compagnie de Rasetti et de Kœnig, qui visitaient également l'Ouest cette même année, puis de Resser, grand spécialiste des Trilobites aux États-Unis, fut aussi pour nous une source de grande satisfaction. Nous étions tous attirés là par un fameux gisement de Trilobites d'âge Cambrien et d'où nous avons pu d'ailleurs rapporter une abondante récolte d'excellents spécimens avec la permission spéciale des autorités locales.

C'est au retour de cette randonnée dans l'Ouest canadien, que l'abbé Laverdière et le Père Morin éprouvèrent l'une des plus grandes satisfactions de leur carrière. Le petit manuel « *Initiation à la Géologie* », à la préparation duquel ils avaient fourni tous les deux tant d'heures de travail, allait connaître les honneurs de l'impression.

Dans une lettre datée du 8 septembre 1941, le Père Morin écrivait à l'abbé Laverdière: « *Le manuel est terminé d'imprimer depuis samedi avant-midi. J'espère en avoir une couple de cents exemplaires sous la main demain soir* ». On connaît un peu la suite par ce qui en a déjà été dit précédemment.

Le 22 juillet 1941, l'abbé fut nommé Juge de Paix avec juridiction sur le district judiciaire de Québec. Ce dernier titre lui permit par la suite de rendre de multiples services à plusieurs en signant, comme tel, quantité de documents assermentés devant lui.

Au département de Géologie, les choses changèrent quelque peu au début de 1942. Avec le départ de MM. Donnay et Schwartz, le personnel enseignant se trouva réduit. Grâce à un arrangement fait avec les autorités du Ministère des Mines de Québec, le Dr P.-E. Auger, recommandé fortement par le Dr Schwartz pour lui succéder, pouvait venir « à demi-temps » donner des cours en Géologie appliquée. Ce qui faisait dire à l'abbé Laverdière, avec un grain d'humour, qu'au département de Géologie, il y avait 2½ professeurs: l'abbé Laverdière, le Dr Fæssler et le Dr Auger (demi-temps).

L'abbé Laverdière fit des démarches afin d'obtenir les services permanents du Dr Auger. Les résultats ne se firent pas trop attendre puisque le 13 mai 1943, ce dernier était proposé à l'université et sa nomination fut approuvée à

l'unanimité par le Conseil de la Faculté des Sciences, puis annoncée officiellement le 20 mai suivant. Il y eût donc trois professeurs dans le département de Géologie à compter de cette date. Le Dr Auger avait tout l'appui de l'abbé Laverdière et en mille occasions ils se sont montrés leur confiance mutuelle. Le Dr Auger quitta le département en 1961 pour occuper le poste de sous-ministre au Ministère des Mines, succédant ainsi à M. A.-O. Dufresne. Il fut remplacé dans la chaire de Géologie appliquée, par le Dr Pierre sauvé.

1945 fut pour l'abbé Laverdière une année où « tout arrive ensemble », une année qui fut un point tournant dans sa vie. Tout d'abord, les premiers mois se succédèrent, entraînant avec eux les tâches journalières, de routine. Le département de Géologie progressait et on publia neuf travaux au cours de l'année. La Faculté des Sciences connut dans son ensemble, des développements constants. Mais voilà qu'à l'automne, le 8 octobre plus exactement, l'abbé Laverdière accéda à la présidence de l'Acfas. Un nouveau sommet dans sa carrière. Il succédait à M. Jean Bruchési. Dans son discours présidentiel, il souligna le 25^e anniversaire de fondation des Facultés des Sciences de Laval et de Montréal. Vingt-cinq années qui ont été une source de joie pour tous ceux qui les ont vécues.

Un autre événement important se produisit. A sa séance du 5 décembre 1945, le Conseil de l'université Laval établissait l'enseignement du Génie géologique, créant le diplôme de B. Sc. A (Bachelier en Sciences Appliquées), tout en approuvant le programme de ce cours tel que proposé par la Faculté des Sciences. Ce cours était destiné aux étudiants qui voulaient embrasser la profession de géologue, mais il était organisé de façon à leur donner également l'entraînement de l'ingénieur. Cette décision donnait une nouvelle orientation au département de Géologie et l'abbé Laverdière en éprouva une juste fierté.

Rappelons que ce dernier fut nommé secrétaire de la Faculté des Sciences le 9 février 1940. Sa santé robuste lui permettait toujours d'absorber constamment des tâches nouvelles.

Si l'on songe que l'abbé Laverdière s'est toujours levé très tôt pour tout d'abord célébrer sa messe soit quelque part à Québec et plus tard et cela durant plusieurs années, à St-Grégoire de Montmorency, on s'étonne qu'il ait pu résister à ces nombreuses années d'un labeur incessant, à ces journées bien remplies qu'il prolongeait souvent dans la soirée par des réunions ou des conférences. Ce rythme effréné de vie devait bientôt lui apporter un premier signe de fatigue dans l'après-midi du 19 décembre 1945, quelques heures à peine après avoir siégé sur le Comité de la Bourse Noranda. Une commotion cérébrale l'ébranla sérieusement. Il dut faire un séjour à l'hôpital suivi d'une longue période de convalescence. Son enseignement fut temporairement suspendu. Pour le deuxième terme de l'année, le Dr I. W. Jones, du Ministère des Mines, voulut bien accepter de se charger des cours de Géologie générale pendant que je m'occupais des cours de Paléontologie en 2^e et 3^e années. Le Dr Rasetti,

pour sa part, nous prêta son précieux concours, et les étudiants bénéficièrent de ses connaissances sur le groupe des Trilobites.

L'année 1945 se termina cependant sur une note agréable pour l'abbé. En effet, dans une lettre datée du 29 décembre, son Éminence le Cardinal Villeneuve, Archevêque de Québec et Chancelier de l'université Laval, lui écrivait ce qui suit:

Cher Monsieur l'abbé,

« Selon les prescriptions du Code du Droit Canonique, je vous nomme par les présentes Membre du Conseil du Séminaire de Québec ».

L'abbé Laverdière devait ainsi occuper le siège laissé vacant par la mort de Mgr Cyrille Gagnon au Conseil permanent du Séminaire de Québec. Comme membre de ce Conseil, l'abbé devenait aussi membre du Conseil universitaire, où il siégea pour la première fois le 8 mars 1946. Défenseur des intérêts de la Faculté des Sciences auprès du Conseil, l'abbé y fit durant plusieurs années de la belle besogne et fut très assidu aux diverses séances. Plus tard, il lui arriva de ne pas s'y rendre régulièrement; finalement, il apprit de façon indirecte, que son nom n'apparaissait plus sur la liste des membres du Conseil. Je n'essaierai même pas d'analyser cette circonstance qui comporte trop d'aspects délicats. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'à compter d'un certain jour, l'abbé Laverdière ne fut plus admis à la table du Conseil universitaire.

A la réunion du Conseil de la Faculté des Sciences du 11 janvier 1946, on déplora la maladie qui avait frappé l'abbé Laverdière et qui le retenait à l'hôpital, puis on annonça la nomination du Dr Ls-Marie Cloutier au poste de Secrétaire-adjoint de la Faculté des Sciences. On préparait ainsi la relève, car on sentait bien que l'abbé commençait à montrer des signes sérieux de fatigue. Cette aide qui lui était fournie lui fut d'un grand réconfort.

A la séance du 28 février, le Conseil reçut la visite de M. Thomas Guérin qui présenta au doyen Pouliot une médaille d'argent (médaille Thomas Guérin) qui devait être décernée à l'étudiant qui se classerait premier au cours de Géologie. Le 3 juin suivant, le Conseil remettait cette médaille pour la première fois à l'étudiant méritant de l'année, en l'occurrence, M. Côme Carbonneau, aujourd'hui devenu Président de la SOQUEM.

Pendant ce temps, l'abbé Laverdière se rétablissait de sa maladie, et il fut bientôt de retour au travail.

Comme type d'emploi, au lendemain de sa maladie, on le retrouve toujours Secrétaire de la Faculté des Sciences, Directeur du département de Géologie, Directeur et Administrateur du bulletin *Le Naturaliste Canadien*. De plus, il est président de l'Acfas, et au congrès d'octobre, il fait un discours comme président sortant: « *La Géologie est-elle une science du passé* »? Le Dr Simard, le président qui lui succède fait son éloge.

Au point de vue enseignement, voici à quoi il s'occupait:

- 1.— *Minéralogie et Géologie*, 2 h. par semaine pendant un semestre en Philosophie junior, au Séminaire de Québec (ce qui comportait un déplacement constant entre la Faculté des Sciences et le Séminaire, avec appareils de projection, écran, films, diapositives, échantillons, etc.)
- 2.— *Géologie générale*, 4 h. par semaine toute l'année, aux étudiants de 2e année, Faculté des Sciences (Génie électrique, génie minier, génie civil, génie géologique et biologie).
- 3.— *Géologie stratigraphique*, 1 h. par semaine toute l'année, aux étudiants de 3e année de Génie géologique.
- 4.— *Paléontologie*, 1 h. par semaine pendant un semestre, aux étudiants de 3e année de Génie géologique.
- 5.— *Paléontologie*, 2 h. par semaine pendant un semestre, aux étudiants de 2e année de Biologie.

Au bas d'une feuille portant ces détails sur l'emploi de son temps pour 1946-47 et retrouvée dans ses dossiers, on note ce qui suit:

« On me dit que l'an prochain, l'enseignement de la Minéralogie et de la Géologie au Séminaire, sera confié à un autre. Je n'aurai donc plus de contact avec les élèves du Séminaire. Je préférerais cependant un courant contraire qui me rapprocherait du Séminaire tout en me détachant de plus en plus de la Faculté des Sciences ».

Voilà une autre preuve qu'il se sentait las. Il éprouvait le secret désir d'un changement de situation. Il devait pourtant garder la gouverne du secrétariat encore pendant dix ans et celle du département de Géologie pendant près de vingt ans.

Le personnel enseignant du département de Géologie augmenta d'une autre unité en 1946 avec l'arrivée du Dr René Béland qui avait obtenu une maîtrise et un doctorat de l'université de Toronto. Au début de septembre, il se vit confier un cours de Pétrographie et un cours de Sédimentation, tout en aidant au laboratoire de Géologie générale et en faisant de la Géologie pratique.

C'est en 1946 également que M. Roland Coulombe, neveu de l'abbé Laverdière, commença à travailler avec nous comme appariteur pour devenir en 1966, surintendant des laboratoires au département de Géologie.

Les fêtes marquant le vingt-cinquième anniversaire de l'École Supérieure de Chimie eurent lieu du 2 au 4 mai 1946 et réunirent dans le vieux bâtiment du boulevard de l'Entente, une foule nombreuse de dignitaires ecclésiastiques universitaires et hommes politiques, ainsi qu'un grand nombre d'anciens venus rendre hommage à leur Alma Mater. L'abbé Laverdière était évidemment du nombre, et cela à plusieurs titres. Discours et allocutions prononcés au cours

de ces fêtes ont été publiés dans *Le Naturaliste Canadien*, Vol. 73, nos 9-10, 1946.

C'est aussi en 1946 que, répondant à un vœu formulé officiellement le 26 avril 1945 par le Ministère des Mines, le département de Géologie inaugurerait la formule des Cours universitaires de Prospection. Depuis cette date, un grand nombre d'étudiants-prospecteurs ont reçu un certificat attestant qu'ils avaient suivi ces cours.

Pour ce qui est de la Faculté des Sciences dans son ensemble, son expansion rapide au cours des années de guerre obligèrent les dirigeants de cette Faculté à récupérer le plus d'espace possible sur tous les planchers, afin de préparer des salles de cours pouvant recevoir les groupes de plus en plus nombreux d'étudiants attirés par les sciences. D'autre part, devant l'arrivée de nouveaux professeurs et l'expansion de certains départements, ce besoin d'agrandissement ne fit qu'augmenter. C'est ainsi que le département de Géologie fut appelé à faire sa large part pour répondre aux exigences de l'heure. Une bonne partie de l'espace réservé pour le développement futur du département de Géologie au cinquième étage de l'École des Mines fut cédé au département de Biologie qui s'y installa plus confortablement. De plus, une décision du Conseil universitaire en date du 4 février 1947 autorisait la transformation des salles 462, 463 et 464 occupées par le musée, sur le quatrième plancher, en une salle de cours. On résolut par la suite de diviser la surface de plancher récupérée et de faire une salle de cours au centre avec possibilité d'y loger cent sièges, puis à chacune des extrémités, un laboratoire pour les élèves de 4^e année en Géologie, ainsi qu'une cartothèque.

Le musée fut placé dans le corridor et prit la forme de cinquante-quatre vitrines modernes de type mural faites de verre et de bois avec éclairage abondant. Le 31 janvier 1948, l'abbé Laverdière plaçait dans une des vitrines une série d'échantillons minéralogiques, inaugurant ainsi cette nouvelle installation, et j'eus la tâche principale de compléter l'ensemble des vitrines.

Le 2 octobre, le Dr Rasetti quitta l'université Laval pour aller enseigner et faire de la recherche à Johns Hopkins, à Baltimore. Le département de Physique fut très affecté par ce départ, mais le département de Géologie perdait également un excellent collaborateur, un ami sincère, et l'abbé en éprouva du chagrin.

L'arrivée du Dr F. F. Osborne le 4 janvier 1948 fit faire au département de Géologie un nouveau pas de l'avant. Professeur à l'université McGill durant un grand nombre d'années, il avait acquis une belle expérience dans l'enseignement et la recherche et cela profita à Laval. Il commença son enseignement en Pétrographie le 19 janvier. On lui confia également la direction de nos gradués, au nombre de quatre cette année-là. Le Dr Osborne fut nommé professeur agrégé le 20 février, puis obtint sa titularisation le 28 avril suivant.

Le personnel enseignant se composait alors de l'abbé Laverdière, des docteurs Fæssler, Auger, Béland et Osborne.

La première promotion d'étudiants en Génie géologique se composait de MM. Pierre Bournival, Walter Fæssler, Côme Carbonneau, P.-E. Grenier, Jacques Béland, Roland DeBlois, S.-J. Melihercsik, qui tous occupent aujourd'hui des postes enviés soit dans des services gouvernementaux, dans l'industrie minière ou dans l'enseignement. Au cours de sa carrière, l'abbé Laverdière a donc contribué à la formation d'un groupe nombreux de géologues, de sorte que, comme l'a si bien dit le Dr Cyrias Ouellet, dans *La Nouvelle Abeille* de décembre 1967, « nous ne sommes plus tout à fait des étrangers sur le sol que nous habitons ».

D'une année à l'autre, par la suite, il se passa un grand nombre d'événements de toutes sortes au sein de la Faculté des Sciences et du département de Géologie, mais il faudrait sans doute écrire un volume pour en raconter tous les détails.

Pour l'abbé Laverdière, les tâches étaient toujours nombreuses et il continuait à se manifester sur diverses scènes de l'activité universitaire.

Puis ce fut l'année 1952 avec les fêtes du centenaire de l'université Laval au cours desquelles il eût la joie de revoir parmi les invités de marque, son patron et excellent ami, Mgr Gaston Delépine, venu de Lille, en France, et avec qui il passa des instants agréables.

L'année 1952 marquait aussi pour l'abbé le vingt-cinquième anniversaire de son ordination. Ce jubilé sacerdotal, un des événements importants dans sa vie de prêtre, fut célébré dignement et souligné de façon spéciale surtout par sa nombreuse famille, « sa petite paroisse ».

Graduellement, au cours des années qui suivirent, l'abbé diminua ses activités. Ainsi, on ne le voyait plus souvent aux réunions des sociétés et il évitait aussi d'assister aux assemblées des Conseils. A la séance du 1er juin 1956, du Conseil de la Faculté des Sciences, c'est lui-même qui proposa que le Dr Louis Cloutier soit nommé secrétaire de la Faculté.

Des événements de toutes sortes l'avaient touché profondément et contribuèrent à lui faire perdre intérêt dans bien des choses. Au département de Géologie, ce désintéressement apporta des contre-coups parfois désagréables et qui freinèrent quelque peu le progrès. Il encourageait cependant vivement ses collègues dans leurs travaux et dispensait toujours son enseignement, mais les tâches quotidiennes lui pesaient de plus en plus. L'arrivée du Dr Robert Sabourin comme professeur en 1955 apporta à l'abbé une aide efficace et beaucoup d'encouragement. Après le décès du Dr Fæssler, en octobre 1957, il fut heureux de pouvoir compter sur les services de M. Jean Girault, minéralogiste attaché au Ministère des Mines de Québec, pour donner une partie des cours de M. Fæssler, en Minéralogie ainsi qu'en Cristallographie. M. Girault donna

ces cours jusqu'à son départ du Canada pour la France en 1964. Par la suite, ces mêmes cours furent donnés par le Dr Robert Ledoux.

Vinrent les années 1960 et les projets de construction de nouveaux et vastes bâtiments pour la Faculté des Sciences, dans la Cité universitaire. Quelque peu désabusé, l'abbé acceptait mal l'idée de quitter ses locaux du boulevard de l'Entente pour aller vivre dans le nouveau monde du campus universitaire de Ste-Foy. Pourtant, il avait eu amplement le temps de s'habituer à cette idée, puisque déjà en 1938, alors que l'université faisait construire l'École des Mines, elle faisait en même temps des projections dans l'avenir en songeant à réaliser une Cité universitaire. Ce projet avait été mentionné pour la première fois en 1937 par Mgr Cyrille Gagnon, alors recteur de l'université. On prévoyait que la Cité universitaire se matérialiserait entièrement dans une vingtaine d'années.

Le projet original comprenait tout d'abord l'achat de terrains, puis la construction du Grand Séminaire et ensuite l'érection du pavillon destiné à la Faculté d'Arpentage et de Génie forestier. Puis, l'École Supérieure de Commerce annonçait aussi son projet de s'aménager de nouveaux locaux dans les cadres de la future Cité universitaire. Les autres pavillons devant être construits par la suite.

L'université, depuis longtemps à l'étroit dans le Quartier latin de Québec, connut sa première migration vers l'extérieur de la ville en 1925, lorsqu'elle inaugura l'École de Chimie sur le boulevard de l'Entente. Puis en 1938, l'École des Mines surgit tout à côté de l'École de Chimie.

Le 18 septembre 1947, en présence de Son Excellence Mgr Maurice Roy, Archevêque de Québec et Chancelier de l'université Laval, de Mgr Ferdinand Vandry, recteur, de l'honorable Maurice Duplessis, alors premier ministre de la province de Québec et de nombreux autres dignitaires, on procéda à la levée de la première pelletée de terre sur l'emplacement du futur édifice de la Faculté d'Arpentage et de Génie forestier, à Ste-Foy. Mgr Roy, par la même occasion, bénissait le site de la future Cité universitaire.

A la veille de célébrer son centenaire, en 1952, l'université Laval déployait déjà ses ailes pour s'élever dans l'atmosphère de l'ère moderne, l'ère atomique. Elle allait bientôt faire des pas de géant.

Après le déménagement de la Faculté des Sciences, au printemps de 1962, l'abbé s'adapta difficilement à l'atmosphère nouvelle de la Cité universitaire. Il ne semblait pas entièrement à son aise dans ce nouveau cadre. La vie n'était plus la même qu'autrefois. Tout allait si vite maintenant, à un rythme tellement étourdissant. Pour lui qui était habitué à un tempo beaucoup plus lent, il lui était devenu difficile de suivre le courant des idées du jour. Aussi, ses activités diminuèrent-elles davantage. Puis, vint l'heure de la retraite comme directeur du département de Géologie, poste qu'il avait occupé durant vingt-

sept ans. Le 15 juin 1965, le Conseil universitaire nommait un remplaçant en la personne du Dr Robert Sabourin.

Arrivé à ce point de sa carrière, l'abbé pouvait s'arrêter et se dire avec une certaine fierté, qu'il avait quand même conduit la barque de façon satisfaisante durant toutes ces années. Personne à l'université ne s'était tellement soucié de lui manifester de la reconnaissance en rapport avec ses mérites. Cela, il l'a souvent senti j'en suis certain, mais il ne s'en est jamais plaint ouvertement. Pourtant, les occasions n'ont pas manqué à ceux qui auraient pu poser le geste qu'il fallait en temps opportun.

Bien qu'étant à sa retraite depuis 1965, il fut permis à l'abbé Laverdière de conserver un local au département de Géologie. Il donna encore un cours durant l'année 1966-67.

Il est évident que le seul fait d'avoir à quitter définitivement l'arène de la Faculté des Sciences où avaient eu lieu toutes ces luttes auxquelles il avait pris part avec ses collègues, fut pour lui une cause d'un profond chagrin. Je ne crois pas cependant que ce départ, cette dernière désillusion, fut la cause directe qui entraîna sa mort. Pour employer un paradoxe, je dirai que c'est sa vie qui a causé sa mort, et les chocs émotifs répétés y ont été pour quelque chose.

L'abbé Laverdière avait supporté durant longtemps un lourd fardeau de responsabilités multiples. Il était âgé de 70 ans au moment de son décès, son esprit était harassé et son corps fatigué, usé. Il était malade, et seule, sa robuste constitution lui a permis de résister aussi longtemps au régime de vie qu'il s'était imposé.

On se souvient qu'il eût une sérieuse attaque en décembre 1945 alors qu'une commotion cérébrale faillit l'emporter. Le 8 septembre 1965, la même chose se produisit, et il échappa encore de justesse à la mort. Il lui fallut une convalescence de plus de quatre mois avant de reprendre ses activités. Entre temps, il subit des hémorragies abondantes et dangereuses et cela, à diverses reprises. Aussi, ce qui s'est finalement produit au début de septembre 1967, n'était donc que la conséquence des alertes précédentes. Ajoutons, si l'on veut, à ces troubles d'ordre physique, les chocs émotifs subis principalement depuis 1950, alors qu'il fut éprouvé tout d'abord par le décès de son père. Puis au cours des années suivantes, il vit le vide se faire tout autour de lui par le départ de parents ou d'amis intimes tels Son Excellence Mgr Alexandre Vachon (1953), le chanoine J.-Oscar Bergeron (1956), le Dr Carl Fæssler (1957), Mgr Robert Dolbec (1959), l'abbé Lucien Laliberté (1959), sa mère, née Marie Demers (1961), le Père Léo-G. Morin (1961), son collaborateur de toujours, l'abbé J.-Adrien Gagné (1963), Mgr Gaston Delépine (1963), l'abbé Alexandre Gagnon (1966) et plusieurs autres. Voilà les causes véritables de son départ.

Ce que je viens d'écrire au sujet de l'abbé Laverdière aidera peut-être à sauver son nom de l'oubli et répondra sans doute à la question que me posait un jour un étudiant rencontré dans le corridor du département de Géologie

et qui venait d'apercevoir l'abbé: « *qui est donc cet abbé aux cheveux blancs qui s'en va là-bas* » ?

Ce n'est que lorsqu'ils meurent que l'on découvre la valeur de certains êtres. Pour sa part, l'abbé Laverdière aura été tout d'abord prêtre et éducateur, puis géologue. Il s'est servi de son cœur pour travailler ardemment et aussi pour aimer profondément tous les siens, sa famille, ses amis et ses collègues. Il s'est usé à la tâche en donnant tout de lui-même pour la cause de l'éducation.

A l'instar de « ce voyageur parti pour le pays de l'Absolu » et dont parle Léon Bloy, l'abbé Laverdière s'en est allé « dans l'immensité noire, portant devant lui son cœur comme un flambeau ».

Je demande en grâce aux générations montantes, de s'arrêter de temps en temps dans leurs élans fougueux, dans leur conquête de ce monde que leur a légué leurs aînés, et de faire le point sur ce qui a été accompli de grand, de noble, par ceux qui les ont précédés, ceux de la trempe des Vachon, des Pouliot et des Laverdière qui ont puissamment aidé à faire de la Faculté des Sciences en particulier, ce qu'elle est maintenant. Je sollicite pour ceux-là l'aumône d'une pensée, quelque furtive soit-elle!

RENÉ BUREAU
*Département de Géologie,
Université Laval.*

COMMUNICATIONS BRÈVES

FORME BLANCHE D'*EPILOBIUM ADENOCAULON*
HAUSSKNECHT (ONAGRACEAE).

F. GUY BERNARD

*Institut de Botanique de l'Université de Montréal,
4101 est, rue Sherbrooke, Montréal 36.*

Au cours d'études floristiques effectuées durant l'été 1967, nous avons observé quelques individus albinos parmi un groupe d'*Epilobium adenocaulon* Haussknecht. Il semble que cette forme n'a pas encore été décrite; nous proposons donc la désignation suivante:

f. albiflorum G. Bernard, *forma nova*.

Similiter Epilobium adenocaulon typicum; floribus albis.

Specimen holotypicum ab insula Perrot (ca. 45°25' N., 73°57' W.) prope Monte Regii (Montréal, Canada), legit Guy Bernard, sub numero 67320, et in Herbarium Mariæ-Victorinii (MT) Universitatis Montis Regii conservatum.

L'HOLOTYPE, conservé à l'Herbier Marie-Victorin (MT), fut récolté sur l'île Perrot, comté de Vaudreuil (Province de Québec, Canada), le 13 juillet 1967.

FORME VIVIPARE DE *SCIRPUS PEDICELLATUS*
FERNALD (CYPERACEAE).

F. GUY BERNARD

*Institut de Botanique de l'Université de Montréal,
4101 est, rue Sherbrooke, Montréal 36.*

Nous avons observé récemment un cas de viviparisme qui, à notre connaissance, n'a pas encore été rapporté. Pour fins taxonomiques, nous proposons donc l'appellation suivante:

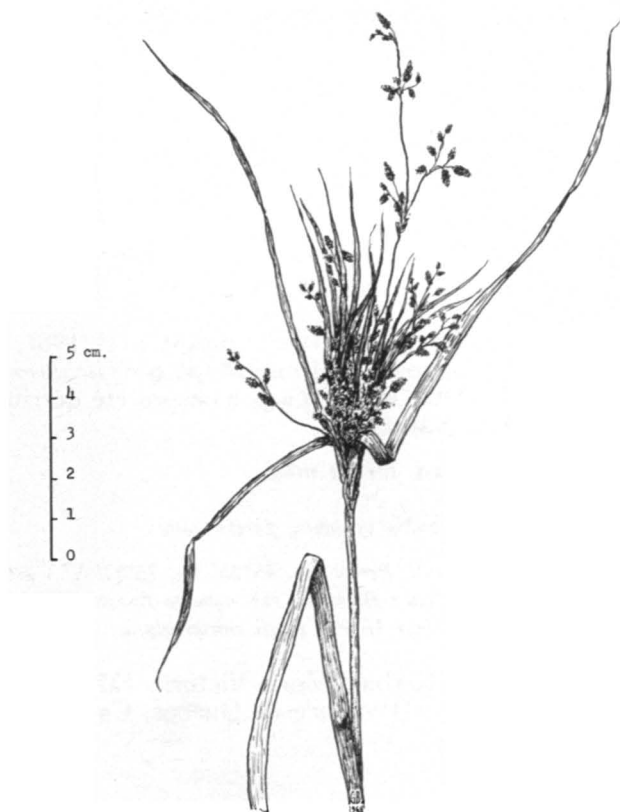
Scirpus pedicellatus Fernald

f. viviparus G. Bernard, *forma nova*.

Spiculæ nonnulæ foliosis gemmis (4-9 cm. longis) basi leniter bulbiformibus.

Specimen holotypicum de insula Perrot (ca. 45°23' N., 73°59' W.) prope Monte Regii (Montréal, Canada), legit Guy Bernard, sub numero 67447, et in Herbarium Mariæ-Victorinii (MT) Universitatis Montis Regii conservatum.

Quelques-uns des épillets (1-3) portent des pousses feuillées dont la base est légèrement bulbiforme. L'HOLOTYPE (MT), daté du 10 août 1967, fut récolté sur l'île Perrot, comté de Vaudreuil (Province de Québec, Canada). En



Scirpus pedicellatus Ferdald f. *viviparus* n. f.

comparant ces pousses feuillées à celles du spécimen-type de la forme vivipare de *S. atrovirens* var. *georgianus* (décrite par F. Marie-Victorin, en 1929), on constate que ces dernières sont plus vigoureuses: base fortement bulbiforme, feuilles plus larges. Notons toutefois que les spécimens de *S. atrovirens* var. *georgianus* f. *viviparus* furent récoltés en octobre (1923), alors que ceux de *S. pedicellatus* f. *viviparus* le furent en août (1967), les premiers ayant atteint leur développement quasi maximum alors que les seconds commençaient à s'épanouir. D'ailleurs, on sait que dans l'espèce *S. atrovirens* les feuilles adultes atteignent une largeur de 7-15 mm. alors que chez *S. pedicellatus* la largeur des feuilles n'atteint que 5-8 mm (²).

Le viviparisme semble moins fréquent chez *S. pedicellatus* que chez *S. atrovirens* (sensu amplo). En effet, dans le seul Herbar Marie-Victorin (MT), nous avons relevé 14 cas de viviparisme du second *Scirpus* sur 114 récoltes provenant du Canada, auxquels s'ajoutent 4 cas sur 36 spécimens récoltés aux États-Unis. Par contre, aucun des 58 spécimens de *S. pedicellatus* provenant du Canada ne présente la forme vivipare (sauf, évidemment, ceux de G. Bernard 67447). Pourtant, parmi les 11 spécimens des États-Unis, on trouve 1 cas de viviparisme (Fassett 13036) du 10 septembre 1930, récolté à Bagley, Co. Grant, au Wisconsin. N. C. Fassett semble avoir omis d'en créer une nouvelle forme, bien qu'il ait noté sur l'étiquette accompagnant son spécimen: "From large clump of proliferous plants".

D'après F. Marie-Victorin (1), le viviparisme se présenterait de préférence sur les terrains longuement inondés au printemps. Cette hypothèse est ici confirmée, puisque les spécimens proviennent d'une dépression humide en bordure de la route, endroit où la fonte des neiges accumulées retarde les cycles végétatifs. Cette nouvelle forme serait donc à rechercher là où de telles conditions pourraient en favoriser l'apparition.

Références

- (1) MARIE-VICTORIN, F., 1929. Addition aux Cypéracées de l'Amérique du Nord. *Contrib. Lab. Bot. Univ. Montréal*, no. 15, Montréal, Canada.
- (2) MARIE-VICTORIN, F., 1964. Flore laurentienne, 2e édit. Les Presses de l'Université de Montréal. Montréal, Canada.

ADDITIONS A LA FAUNE MYRMÉCOLOGIQUE DU QUÉBEC

A. FRANCOEUR et R. BÉIQUE

*Département de Biologie,
Université Laval, Québec 10e.*

Au cours de l'été de 1967, nous avons poursuivi l'inventaire de la faune myrmécologique du Québec dans les régions suivantes: Mauricie, Lac St-Jean, Côte Nord et partie ouest de la Gaspésie. Ces récoltes révèlent la présence de deux espèces nouvelles pour le territoire québécois. En outre, une troisième espèce provenant de la région du Richelieu est signalée pour la première fois.

aphænogaster tennesseensis

Quatre ouvrières représentent cette espèce. M. Claude Chantal, du Laboratoire de Recherches Forestières de Ste-Foy, a capturé ces butineuses sur un tronc d'érable mort, au Mont Yamaska, comté de Rouville, le 13 mai 1967. Il n'est pas étonnant de rencontrer *A. tennesseensis* dans le sud-ouest québécois, car elle se trouve en Nouvelle-Angleterre (Creighton, 1950). On collectionne plus communément au Québec *Aphænogaster rudis*.

lasius minutus

Nous en avons observé plusieurs colonies, à environ neuf milles au nord de Lanoraie, comté de Berthier, sur le tronçon non pavé de la route conduisant à St-Thomas. La route traverse une tourbière humide et arbustive. Il y a une lisière d'aulnes du côté est du chemin.

Des monticules de terre noire, situés en bordure de la route, attirèrent notre attention à la fin de mai. Une végétation dense de plantes annuelles qui

atteignent une hauteur de cinq pieds envahissent complètement cette bordure à la fin de l'été. Les monticules ne sont donc visibles qu'environ cinq mois par année. Ils contiennent une grande quantité de racines et de stolons. La terre des deux premiers pouces de la surface demeure meuble, ce qui témoigne de son transport par les fourmis. La base du monticule est très humide, sinon mouillée. Le plus volumineux de ceux que nous ayons observés mesurait trois pieds de diamètre et deux pieds de hauteur.

Nous avons apporté en laboratoire, le 14 septembre, un nid contenant de petites larves. Ces dernières ont tissé leur cocon au cours de la deuxième semaine de novembre. Dans la nature, il est fort probable qu'elles auraient hiverné au stade larvaire et tisser leur cocon le printemps suivant.

Lasius minutus est une espèce du nord-est de l'Amérique du nord (Wilson, 1955). Elle doit donc se trouver dans d'autres tourbières du Québec méridional,

formica reflexa

Cette espèce remarquable n'a été signalée jusqu'ici (Wheeler, 1963) que dans trois états du centre des États-Unis: l'Iowa, le Minnesota et le Dakota Nord. Grande fut notre surprise de la découvrir dans quatre régions différentes de l'est du Québec. Nous l'avons collectionnée en outre à Frédéricton, Nouveau-Brunswick (Francœur, 2-IX-1965). Les ouvrières et les femelles des colonies échantillonnées possèdent les caractères si distinctifs de cette espèce rare. Seule, la pilosité apparaît un peu moins dense que celle des paratypes que nous avons examinés à Ottawa.

Une première colonie fut découverte à Pointe-à-la-Garde, comté de Bonaventure, dans une zone rocailleuse, plutôt dénudée, située à l'intérieur d'un pâturage gazonné longeant la route no 6. Une surface circulaire d'un pied de diamètre, composée de gravier plus fin que celui de la périphérie, révélait l'emplacement du nid. Une cinquantaine d'ouvrières et une reine furent recueillies en excavant une surface circulaire de trois pieds de diamètre jusqu'à deux pieds de profondeur. La colonie possédait des larves et des cocons. Aucune ouvrière d'une autre espèce n'a été vue avec les ouvrières de *reflexa*. Une autre colonie fut découverte peu après sous une pierre, dans le même milieu. Celle-ci contenait un grand nombre d'ouvrières de *Formica fusca*, des femelles ailées et des cocons d'ouvrières et de femelles de *reflexa*. Enfin une troisième colonie fut découverte à 12 milles au nord des Escoumins, comté de Saguenay, sur la côte Nord du St-Laurent. Elle était établie en bordure d'un bois de Pin gris, milieu sec et sablonneux, à quelques pieds de la route no 15. Un monticule de terre sablonneuse contenant des racines de plantes herbacées constituait le nid. De nombreuses ouvrières de *F. fusca* se trouvaient dans la colonie.

Il y avait, en outre, dans nos collections trois ouvrières de cette espèce qui n'avaient pas encore été identifiées. Un spécimen provient de St-Pascal, Comté de Kamouraska (R. Roy, 9 VII-65), sur la rive sud du fleuve St-

Laurent. Les deux autres furent collectionnés dans la région du Lac St-Jean, l'un à St-Méthode, comté de Lac St-Jean-ouest (Francoeur, 16-VII-1966) et l'autre à St-Léon de Labrecque, comté de Chicoutimi (Francoeur, 15-VI-1966).

La découverte d'une colonie de *reflexa* apparemment pure expliquerait la biologie de cette espèce. Jusqu'à présent, on croyait qu'il s'agissait d'un parasite social permanent (Wheeler, 1963). Il s'agirait plutôt d'un parasite temporaire dont les femelles ne peuvent fonder seule une colonie. Il leur faut l'aide d'une colonie d'une autre espèce, en occurrence *F. fusca*. Une colonie, mixte au début, deviendrait avec le temps une colonie pure. Cette espèce se comporterait en somme comme *Lasius subumbratus*.

Références

- CREIGHTON, W. S., 1950. The ants of North America. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard* 104: 151.
- WHEELER, G. C. et J. WHEELER, 1963. The ants of North Dakota. Univ. North Dakota Press, p. 249-250.
- WILSON, E. O., 1955. A monographic revision of the ant genus *Lasius*. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard* 113 (1): 181-182.

REVUE DES LIVRES

SAWYER, J. S., 1966. **World Climate from 8000 to 0 B. C.** Proceedings of the International Symposium held at Imperial College, London, 18 and 19 April 1966. Royal Meteorological Society, London. 229 p., 17 tab., 89 fig. 17 x 26 cm. Relié, O.S. \$8.80.

L'évidence maintenant reconnue des variations du climat de la biosphère depuis 10,000 ans a fait l'objet de nombreuses recherches dans les disciplines les plus variées, surtout depuis le début de ce siècle. Il est apparu nécessaire d'en faire une mise au point et c'est cet esprit de synthèse qui a animé la Société royale de météorologie de Londres dans l'organisation du symposium dont les communications ont été colligées dans ce volume.

Les organisateurs ont préféré soumettre des sujets bien précis à des personnalités reconnues dans les diverses disciplines qui contribuent à la connaissance du climat de l'Holocène (postglaciaire). Cette façon de procéder a assuré, tant au symposium qu'au volume, une orientation et une cohérence qu'il aurait été difficile d'obtenir autrement. Les noms de Godwin (palynologie et paléobotanique), Starkel (géomorphologie), Manley et Goldthwait (glaciologie), Jelgersma (niveaux marins), Butzer (zônes arides), Wiseman (sédiments marins), Frenzel (palynologie européenne), Heusser (palynologie sud-africaine), Walker, Churchill et Moar (palynologie de l'Océanie), Wright Jr. (paléolimnologie), Lamb, Lewis, Woodroffe et Sawyer (météorologie), tous chercheurs pleinement engagés dans leur discipline sont un gage de la qualité exceptionnelle des communications. En outre, le compte-rendu des commentaires et de la discussion qui ont suivi la plupart des exposés assure au volume toute la rigueur scientifique que l'on est en droit d'attendre.

Un plan à peu près identique se retrouve dans chacune des communications. Les auteurs font généralement une mise au point critique étayée par une bibliographie judicieuse, — le lecteur trouvera dans ce volume plus de 750 références dont la plupart sont très récentes —, suivie par l'analyse d'un sujet précis à la lumière des plus récentes découvertes.

Un attrait supplémentaire est conféré à ce volume par le fait qu'il touche, selon les disciplines, les régions du globe les plus diverses. On notera toutefois que l'hémisphère boréal et, notamment, l'Europe occidentale, sont particulièrement bien traités.

La diversité des disciplines a l'avantage de donner au lecteur un aperçu objectif des variations climatiques de la période considérée. On a clairement à l'esprit, après une telle lecture, les modalités de l'évolution du climat qui ont provoqué d'abord la fonte des inlandsis, puis l'évolution du relief, des sols, de la végétation terrestre et lacustre, les variations du niveau de la mer ainsi que les fluctuations des glaciers locaux. La densité des articles soutient l'intérêt et constitue une mine de renseignements de toute première importance. Une facture sobre, une bonne typographie, une langue agréable assurent enfin une lecture aisée.

Cet ouvrage est conseillé à tous ceux qu'intéressent le climat et ses fluctuations au cours de l'Holocène. Les scientifiques y trouveront des renseignements précieux, les naturalistes y puiseront une remarquable vue générale. Enfin, ce volume constitue un autre exemple de cette coopération interdisciplinaire qui caractérise la recherche d'avant-garde.

Pierre RICHARD

SUDD, J. H., 1967. **An introduction to the behaviour of Ants.** Arnold, Londres. VIII + 200 p., 49 fig., 4 photographies hors-texte. 14 x 21 cm. Prix \$3.60. Distribué par Macmillan of Canada.

Il s'est publié au cours des 15 dernières années de nombreux travaux sur tous les aspects de l'éthologie des fourmis. L'étude biochimique des phéromones s'est plus particulièrement développée parce que ces substances permettent d'expliquer le comportement des fourmis et même de l'induire expérimentalement. L'étude du fonctionnement des sens a aussi fait des progrès certains. Le besoin de synthèse se faisait de plus en plus pressant. Le livre de Sudd, malgré son apparence modeste, vient combler ce besoin de façon remarquable. Il succède en fait aux derniers ouvrages de A. Forel et de W. M. Wheeler sur le comportement des fourmis, puisqu'il se base principalement sur les travaux publiés depuis 1925. La liste des références comprend au delà de 450 titres.

Écrit dans un langage clair et sobre, ce petit livre traite successivement des effecteurs et des organes des sens, de l'orientation, de la nidification, de l'alimentation, des échanges de nourriture, de la formation et de l'organisation interne de la colonie, enfin de l'évolution du comportement social. L'auteur a choisi non pas d'analyser, mais de décrire les diverses facettes du comportement individuel et social des Formicides. On ne trouvera pas d'analyse théorique des problèmes éthologiques ou des données utilisées dans cette « Introduction ». Sudd a cherché à dégager parmi la masse imposante, souvent hétéroclite, des connaissances présentes, les généralités du comportement des fourmis, tout en soulignant ses particularités sans insister. Ce livre, basé sur des concepts modernes de l'éthologie des fourmis, n'est jamais empreint de cet anthropomorphisme qui transparaît dans des ouvrages du même genre jusque dans le premier quart du 20e siècle. Même si les mœurs des fourmis peuvent apparaître aujourd'hui plus prosaïques, elles n'en demeurent pas moins fascinantes par leur complexité et leur variété. L'auteur n'a pas voulu expliquer le fonctionnement du système nerveux qui contrôle ultimement ces mœurs. Même si les données sur ce point restent peu abondantes, il aurait été préférable de faire le point sur le sujet, car l'étude des phéromones devrait conduire naturellement à celle du système nerveux.

Le livre de Sudd s'avère une synthèse excellente des connaissances acquises jusqu'ici sur le comportement des Formicides. Il sera d'une grande utilité aux débutants en myrmécologie, de même qu'aux spécialistes qui désirent faire le point des connaissances actuelles sur les mœurs des fourmis. Une illustration soignée et abondante complète judicieusement le texte. Son prix modique constitue un autre avantage en faveur de ce petit livre.

Il faut toutefois déplorer un certain nombre d'erreurs dans la typographie et la présentation; ainsi les noms de *Camponotus langei* et de *C. maculatus* n'apparaissent pas dans l'index.

André FRANCOEUR

MIROV, N. T., 1967. **The Genus *Pinus*.** Ronald Press, New York. IV + 602 p., 38 tab. 202 fig. 15 x 23.5 cm. Relié, U.S. \$18.00.

Le volume de Mirov représente la première monographie exhaustive du genre *Pinus*. Le livre comporte 10 chapitres. L'auteur remonte aussi loin que le 4e siècle avant J. C. pour nous présenter l'histoire du pin jusqu'au 19e siècle. Il traite ensuite des origines et du développement du genre tels que révélés par les recherches paléobotaniques. Mais, c'est le chapitre sur la géographie des pins qui est le plus développé. D'excellentes cartes et de très bonnes photos y accompagnent le texte se rapportant à la distribution des 105 espèces mentionnées. Ces dernières reçoivent un numéro qu'elles garderont tout au long des pages, ce qui facilite beaucoup la consultation du texte. Les autres sujets traités sont: la génétique, la morphologie et la reproduction, la physiologie et l'écologie, les aspects chimiques, la géographie chimique et la taxo-

nomie. Enfin, dans le chapitre de conclusions, l'auteur présente quelques spéculations dans le but de provoquer des recherches ultérieures sur les points controversés.

Chaque chapitre comporte une abondante bibliographie faisant de ce volume un livre de références indispensable tant pour les forestiers que pour les botanistes et les naturalistes en général.

Miroslav M. GRANDTNER

SIRONVAL, C., 1967. **Le Chloroplaste croissance et vieillissement.** Ouvrage collectif publié et commenté par C. Sironval. Masson, Paris. 336 p., 105 fig., 32 planches hors-texte. 16 x 24 cm. Broché, 75 FF.

Ce livre contient 31 exposés présentés lors d'un colloque organisé par le Laboratoire de physiologie végétale du Centre de Recherches de Gorsem. Ce symposium réunissait un groupe de spécialistes bien connus par leurs travaux sur les problèmes que pose l'étude du chloroplaste.

Chaque spécialiste étudie un aspect particulier du chloroplaste: forme, structure, formation et contenu des lamelles plastidiales, systèmes enzymatiques et photochimiques, contrôle génétique, régulation, différenciation. Ces travaux sont groupés en 6 chapitres précédés par un commentaire qui en fait la synthèse, souligne les problèmes posés et met en évidence les points acquis. Ces commentaires rendent l'ouvrage accessible aux non spécialistes, en particulier aux étudiants. Ces derniers y trouveront l'occasion de se familiariser avec la genèse des questions que pose actuellement l'étude du chloroplaste, envisagé non seulement du point de vue de son rôle dans la photosynthèse, mais encore dans ses rapports avec le reste de la cellule.

Les spécialistes eux-mêmes trouveront des mises au point de première valeur qui assureront à leur enseignement et à leurs recherches un apport précieux. L'ouvrage ne constitue pas un assemblage de parties plus ou moins disparates mais il tend au contraire à mettre méthodiquement en évidence les différents problèmes que pose l'étude du chloroplaste.

L'illustration est abondante (105 figures et 32 planches). Beaucoup de données sont présentées en français pour la première fois. Dix huit de ses travaux sont rédigés dans la langue anglaise et un en langue allemande. Les références sont nombreuses et constituent une base utile pour l'étude approfondie de certains aspects sur le chloroplaste.

G.-Wilfrid CORRIVAULT

REVUES PUBLIÉES PAR L'UNIVERSITÉ LAVAL

RECHERCHES SOCIOGRAPHIQUES

Revue publiée par le département de sociologie et d'anthropologie de l'université Laval avec le concours du Centre de Recherches sociales. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$2.00 (3 numéros par an).

LAVAL THÉOLOGIQUE ET PHILOSOPHIQUE

Publiée par les facultés de théologie et de philosophie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$4.00, à l'étranger \$4.50, le numéro: \$2.00 (2 numéros par an).

SERVICE SOCIAL

Publiée par l'école de service social de l'université Laval. Elle traite de travail social, de bien-être, de médecine, de psychiatrie et de psychologie, de législation, d'administration publique et de sociologie. Abonnement annuel: au Canada \$3.00, à l'étranger \$3.50, le numéro: \$1.25 (3 numéros par an).

CAHIERS DE GÉOGRAPHIE DE QUÉBEC

Publiée par l'Institut de géographie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$8.00, le numéro: \$3.00 (3 numéros par an).

RELATIONS INDUSTRIELLES / INDUSTRIAL RELATIONS

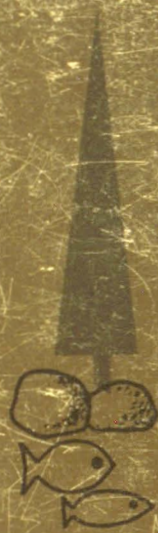
Publiée en français et en anglais par le département des relations industrielles de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro: \$1.50 (revue trimestrielle).

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE / VOCATIONAL GUIDANCE

Publication officielle de la Corporation des Conseillers d'orientation professionnelle du Québec. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$1.25 (5 numéros par an).

Pour abonnements, s'adresser au
Service des revues,

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL,
C.P. 2447, Québec 2.



Sommaire

Le centenaire du Naturaliste canadien (1868-1968)	GEORGES MAIBELX	1
Hommage d'un botaniste à l'abbé Léon Provancher (1820-1892), fondateur du Naturaliste canadien	LIONEL CING-MARS	7
Études sur les <i>Solidago</i> . VIII. Résultats et analyse de croisements effectués entre le <i>Solidago canadensis</i> L. et le <i>Solidago lepida</i> var. <i>fallax</i> Fern.	JEAN-R. BEAUDRY	19
Development of Pericarp and Seed Coat in the Cyperaceae	C. K. SHAH	39
Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec	CAMILLE ROUSSEAU	49
Note sur le <i>Quercus rubra</i> var. <i>borealis</i> dans la région du lac Saint-Jean	V. GERARDIN et M. JURDANT	171
Études sur la flore du Saguenay I — Commentaires sur un article et sur des récoltes de E. J. Hill	RICHARD CAYOUILLE	177
Notice nécrologique: l'abbé J.-W. Laverdière	RENÉ BUREAU	187
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Forme blanche <i>Epilobium adenocaulon</i> Haussknecht (Onagraceae)	F. GUY BERNARD	225
Forme vivipare de <i>Scirpus pedicellatus</i> Fernald (Cyperaceae)	F. GUY BERNARD	227
Additions à la faune myrmécologique du Québec	A. FRANCOEUR et R. BÉRIQUE	229
REVUE DES LIVRES		231

Volume 95,

N° 2,

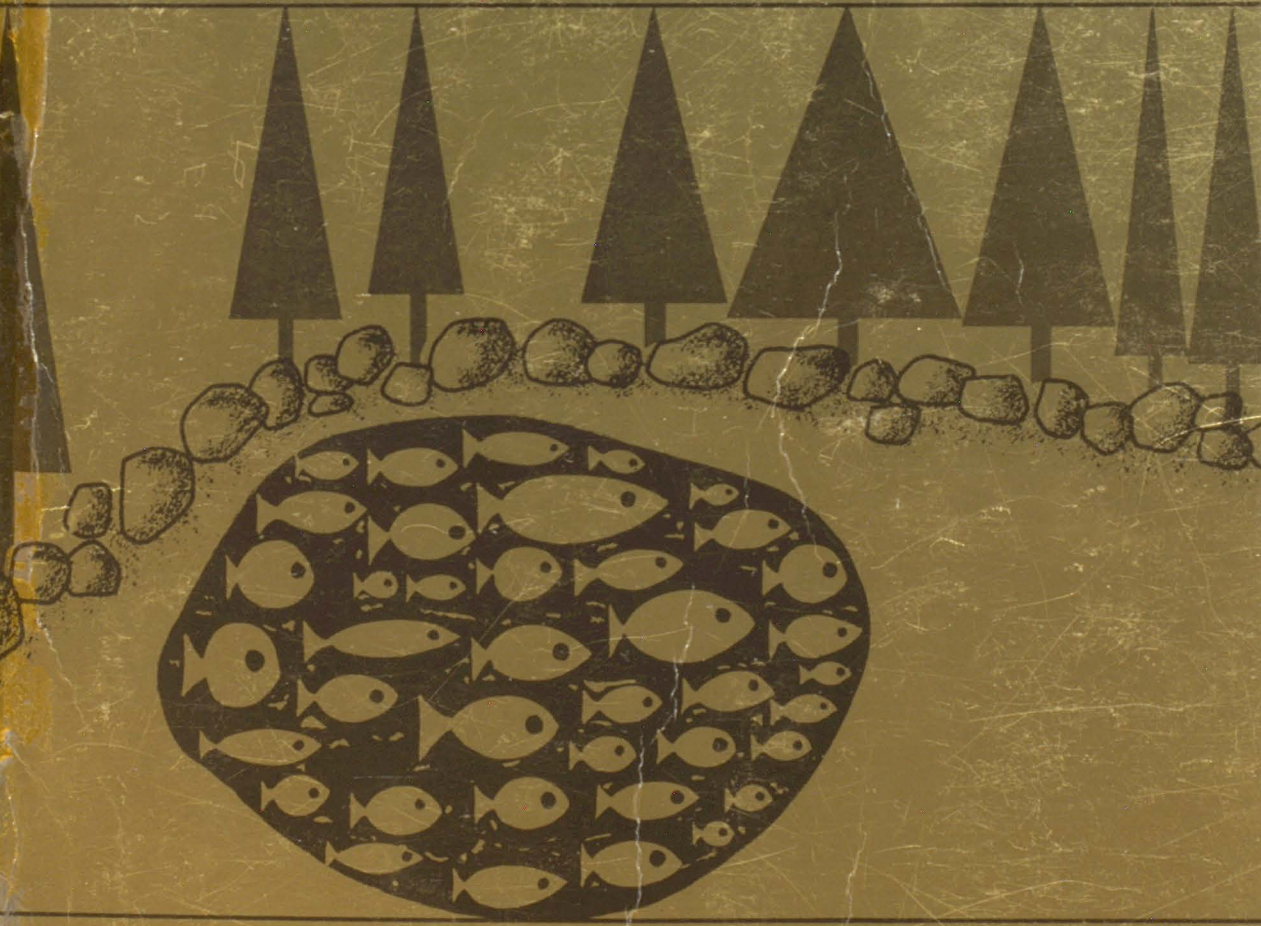
mars - avril 1968

ÉDITIONS SPÉCIALES DU CENTENAIRE

1868 - 1968

ÉCOLOGIE VÉGÉTALE

le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

Publication de l'Université Laval

Le Naturaliste Canadien, fondé en 1868 par l'abbé L. Provancher, dirigé de 1892 à 1929 par V.-A. Huard, est devenu, par legs testamentaire, revue scientifique de l'Université Laval depuis 1930. Cette revue paraît bimestriellement depuis 1966.

La direction de la revue accepte les travaux originaux ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

De brèves communications scientifiques seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas dépasser 1,500 mots, titre et bibliographie compris. La préparation générale de ces notes doit être particulièrement soignée, car aucune épreuve n'est adressée aux auteurs, et ce en vue d'en accélérer la parution.

Le titre abrégé de la revue pour références bibliographiques est: *Naturaliste Can.*

Envoi des manuscrits

Les manuscrits doivent être adressés aux rédacteurs qui en accuseront réception:

Le Naturaliste Canadien

G.-W. Corriveau,
Faculté des Sciences,
Université Laval, Québec 10.

Tirages à part

Les auteurs recevront gratuitement 50 tirés à part de leur travaux, sans couverture. Ils pourront en obtenir un plus grand nombre, en payant les frais de tirage du texte et des planches. **Les demandes doivent être adressées à la Direction sur le bon de commande accompagnant les épreuves.**

Le Naturaliste Canadien est publié avec l'aide du Ministère des Affaires Culturelles de la Province de Québec.

Administration

Toute correspondance relative aux abonnements, aux numéros déjà parus, aux changements d'adresse, à la publicité et aux droits de reproduction doit être ainsi adressée:

Le Naturaliste Canadien

Les Presses de l'Université Laval,
C.P. 2447, Québec 2, P.Q. Canada.

Prix de l'abonnement annuel

Pour le Canada.....\$6.00
Pour l'étranger..... 7.00
Prix par numéro 1.50

Les Presses de l'Université Laval possèdent encore un certain nombre d'anciens volumes de la revue. La liste des prix sera envoyée sur demande.

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Présentation des manuscrits

Le manuscrit, écrit en français ou en anglais, doit être dactylographié sur papier de format $8\frac{1}{2} \times 11$ avec double interligne, au recto seulement de chaque feuille, sans ratures. Chaque page sera numérotée et des feuilles séparées seront utilisées pour les références bibliographiques, les tableaux, les légendes des figures et des graphiques.

Au début de chaque mémoire on indiquera dans l'ordre:

- le titre du mémoire; il devra être bref et précis, ne comporter ni abréviations, ni formule chimiques (il est permis d'utiliser les symboles chimiques pour indiquer les isotopes).
- le nom de l'auteur ou des auteurs, précédé des initiales ou du prénom; il est préférable d'omettre les grades et titres académiques.
- le nom de l'établissement dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.
- un bref résumé en français et un autre en anglais, n'excédant pas 300 mots chacun, doivent précéder le texte.

Références bibliographiques

Les références peuvent être citées dans le texte par un numéro ou par le nom de l'auteur et l'année de publication. Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné, suivi de: *et al.*

A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs.

Chaque citation comprendra: 1) nom et prénom (ou initiales des prénoms) de L'AUTEUR; 2) année de publication; 3) titre de l'article; 4) titre du périodique en abrégé (selon la *Word List of Scientific Periodicals* ou *Chemical Abstracts*); 5) le tome du volume, en **chiffres arabes**; 6) première et dernière pages du mémoire.

Pour les *livres* cités dans la bibliographie, on indiquera: 1) nom et initiales des prénoms de L'AUTEUR; 2) date de publication; 3) titre de l'ouvrage; 4) nom de l'éditeur; 5) ville; 6) nombre de pages.

Plan du manuscrit

Les mémoires seront rédigés, autant que possible, d'après le plan suivant: introduction, méthodes expérimentales, matériel utilisé, résultats, discussion, conclusion, remerciements, références. L'importance des titres et sous-titres doit être mise en évidence par l'emploi judicieux des italiques et capitales. Les caractères soulignés d'un trait sont composés *en italique*, de deux traits en PETITES CAPITALES, de trois traits en GRANDES CAPITALES, d'un trait ondulé en **caractères gras**.

Les noms latins d'espèces et de variétés doivent être soulignés en vue de leur impression en italiques.

Les noms communs d'êtres vivants prennent une majuscule initiale lorsqu'ils sont employés pour désigner l'espèce dans son ensemble.

Les notes infrapaginales doivent être réduites à un strict minimum et numérotées successivement dans tout le texte.

Illustrations du manuscrit

La direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par manuscrit; tous clichés additionnels seront à la charge de l'auteur.

Les photographies doivent être de bonne qualité et finies sur papier glacé. Deux, quatre ou huit photographies peuvent être groupées sur une même planche, collées sur un carton rigide de $7'' \times 10''$, numérotées proprement et visiblement à l'extrémité droite de chaque photographie. On indiquera à l'endos le nom de l'auteur, le titre du texte et le numéro correspondant à la citation du texte.

Les graphiques ou autres dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc de type « Bristol » avec légende complète. Dans certains cas, la photographie ou le dessin doit comporter une échelle de référence indiquant la grandeur.

Les tableaux seront numérotés en chiffres romains. Leur nombre et leur dimension seront réduits au minimum. Les mêmes données numériques ne doivent pas être publiées deux fois, une fois sous forme de tableaux, une autre fois sous forme de courbes.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

Presentation of paper

Papers in either French or English should be typewritten, double-spaced throughout, (including tables, references and legends) on white bond paper 8½ x 11. Each sheet should be numbered; and references, tables, figures and legends should be on separate sheets.

The title page should give the following informations:

- Title: short and precise, without any abbreviations or chemical formulæ (except isotopes).
- Name of author or authors preceded by initials.
- Address; Author's institution.
- Abstract; both an English abstract not exceeding 300 words, and a French *résumé* should precede the text.

References

IN THE TEXT: — They should be cited either by a number or by the name of the author with the year of publication. Only the first author followed by *et al* should be given when the article has more than three authors.

REFERENCE SECTION: — Authors should be listed alphabetically or numerically and indicated the following way for periodicals (with the punctuation shown): Author's name and initials. Year of publication. Title. Name of journal spelled out or abbreviated in accordance with *the World list of scientific periodicals or Chemical Abstracts*, volume number: inclusive pagination. In the case of books, references should be listed the following way: Author's name and initials. Year of publication. Complete title. Name of publisher. Address of publisher. Number of pages.

Example: OSBORNE, F. F., 1956, Geology near Quebec City. *Naturaliste Can.*, **83**, 157-223.

Form of paper

Considerable latitude is allowable in the arrangement of the contents of a paper, however, it is felt that in many papers it is possible to adhere to an arrangement as follows: Introduction, Methods, Materials, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgments, and References.

Underlining in the text should be avoided. Contributors should know that words underlined by a single line appear in *italics* in the printed form. They appear as SMALL CAPITALS when underlined twice, and FULL CAPITAL when underlined three times.

Footnotes, which are to be avoided as far as possible, should bear consecutive numbers.

Illustrations

PHOTOGRAPHS: — Plates should bear a reasonable relationship to the length of the text and must be meaningful. A paper of 20 printed pages should have no more than 3 plates. The author can be required to pay for additional plates. For good reproduction, they should be a good quality, of high contrast, and printed on glossy paper. A plate can be made up by mounting 2-4-8- or more pictures mounted on cardboard of 7" x 10". Each picture should have a figure number on the lower right corner. The author is responsible for providing figures of a size and quality suitable for grouping into plates. The reverse side of each photograph or plate should bear the author's name with the figure number used for reference in the text.

GRAPHS AND LINE DRAWINGS: — They should be made with India ink on white drawing paper or Bristol board and have a complete legend.

TABLES: — They should bear consecutive Roman numbers. The same data should not be presented in two forms *i.e.* tables and curves.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 95

Mars-Avril 1968

N° 2

LA LIMITE NORD DU CLIMAT TEMPÉRÉ QUÉBÉCOIS

G.-OSCAR VILLENEUVE

*Service de Météorologie,
Ministère des Richesses naturelles, Québec*

Résumé

A la suite de nouvelles données météorologiques et d'ouvrages récents sur le climat du Québec, l'auteur propose un tracé de la limite nord du climat tempéré québécois. Il définit ce tracé à l'aide d'une description des régions forestières canadiennes, de l'isotherme de 30 degrés F. de la température moyenne annuelle, de l'isoplethe de 10 pouces du déficit annuel d'écoulement, de l'isohèle de 1,500 heures de la durée annuelle de l'insolation et de la limite sud du pergélisol discontinu.

Abstract

Based on new meteorological data and recent publications on the climate of Quebec, the author suggests a delimitation of the northern frontier of the Quebec temperate climate. He defines this frontier with the help of a description of canadian forest regions, the 30 degree F. isotherm of the mean annual temperature, the 10 inch isopleth of the annual runoff deficit, the 1,500 hour isohel of the annual duration of sunshine and the southern limit of discontinuous permafrost.

On a pris l'habitude dans le passé d'accepter comme limites des trois grands types de climat du Québec des lignes approximatives proposées par des climatologues comme Köppen, Ackerman, Thornthwaite et Ellis, parce qu'il était difficile d'en tracer exactement les frontières. On a plutôt insisté sur la définition et la description des types de climat sans trop se préoccuper de leur délimitation exacte (1, 14, 15).

Au-delà du 50ième degré de latitude, la pauvre densité du réseau météorologique, la répartition inégale des stations, leur localisation sur les côtes plutôt qu'à l'intérieur des terres et le peu de données climatiques qu'elles ont fournies, n'ont jamais permis de situer exactement la limite nord du climat tempéré québécois (5). Même si l'on a tenu compte de la végétation (6), conséquence normale du climat et des sols (13), cette végétation n'a jamais été inventoriée d'une façon systématique et les forestiers ne font que débiter dans l'identification des peuplements les plus nordiques (3, 8, 10, 11, 16).

Cependant, trois influences récentes remettent en cause la délimitation des frontières du climat tempéré québécois, c'est-à-dire de la région parfois désignée par « climat intermédiaire continental froid » et située immédiatement au sud de la taïga (1). Ces influences sont les suivantes: (a) "Forest Regions of Canada" par J. S. Rowe (9) qui apporte des modifications à "A Forest Classification for Canada" par W. E. D. Halliday (6), (b) les ouvrages de R. Gagnon et M. Ferland sur le « Climat du Québec septentrional » (5) et le « Climat du Québec méridional » (4) qui fournissent de nouvelles précisions sur le rayonnement, la température, les précipitations et le vent observés au Québec et (c) une carte intitulée "Permafrost in Canada" par R. J. E. Brown (2) qui fait la mise à jour des connaissances actuelles sur le pergélisol au pays. En somme, on a recueilli de nouvelles données climatiques au Québec comme partout au Canada, en même temps qu'on a réétudié la classification des forêts canadiennes.

En comparant diverses isolignes présentées dans les travaux ci-haut mentionnés, on remarque quelques tracés similaires. Ce sont: la limite nord de « la région boréale à prédominance forestière » (9), l'isotherme de 30 degrés F. de la température moyenne annuelle (5), l'isoplèthe de 10 pouces du déficit annuel d'écoulement (5), l'isohèle de 1,500 heures de la durée annuelle de l'insolation (5) et la limite sud du « pergélisol discontinu » (2).

La limite nord de la région boréale à prédominance forestière, telle que déterminée par Rowe, a son point de départ à Fort George sur la côte est de la baie James, d'où elle va vers le Sud-Est sur la rivière Eastmain pour prendre une direction franchement Sud jusqu'au bassin de la rivière Rupert. De là, cette limite s'en va vers l'Est en embrassant des bassins-versants importants, y compris l'ensemble des bassins des rivières Marguerite, Moisie, Mingan et Romaine, puis serpente toujours vers l'Est pour se tourner vers le Sud au détroit de Belle-Isle et atteindre la mer à Blanc Sablon (figure 1).

Si ce n'était d'une superficie relativement restreinte entre Fort George et Eastmain, la limite nord de la région boréale à prédominance forestière aurait son point de départ au carrefour de la latitude de 50 degrés et de la frontière Ontario-Québec pour se diriger vers le Nord-Est, avec saillies dans divers bassins, et contourner le lac Evans par le Nord avant d'atteindre la tête des eaux du bassin de la rivière Rupert et suivre le tracé vers l'Est déjà décrit.

Cette dernière description de la frontière nord du climat tempéré coïnciderait alors avec l'isoplèthe de 10 pouces du déficit annuel d'écoulement de Gagnon et Ferland. On sait que le déficit annuel d'écoulement est « la partie des chutes de précipitations totales qui ne contribue pas à l'écoulement et au ruissellement des rivières » (5). Cependant, vis-à-vis le détroit de Belle-Isle, l'isoplèthe ne descend pas à Blanc Sablon, mais continue sa course vers le Nord-Est et le Labrador.

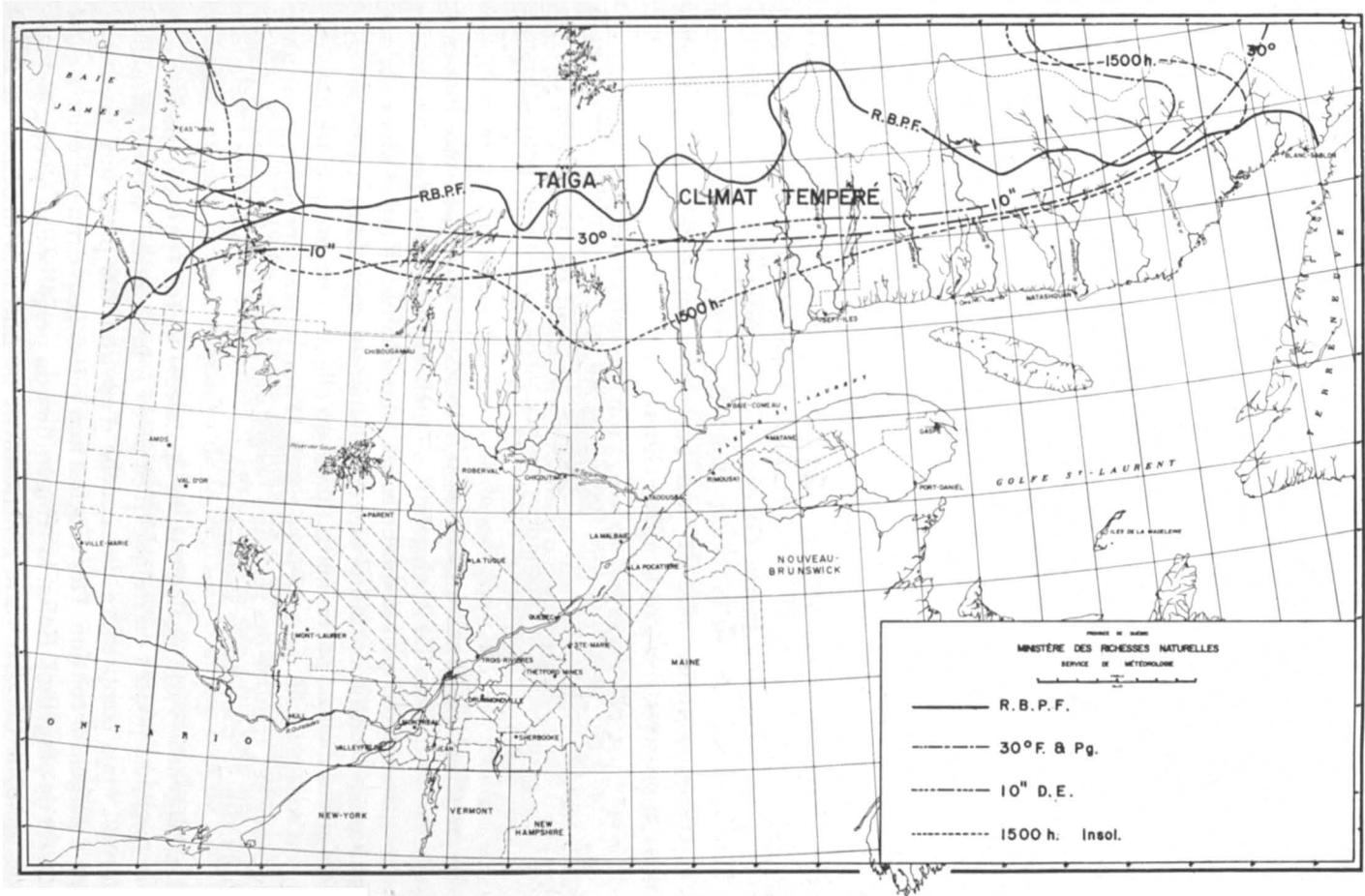


FIGURE 1. Limite nord proposée du climat tempéré québécois.

Dans la majeure partie de leur course, la limite nord de la région boréale à prédominance forestière et l'isoplèthe de 10 pouces du déficit annuel d'écoulement coïncident donc avec assez d'exactitude. La "East James Bay Section" constitue, en somme, un îlot de climat tempéré, tout comme la "Hamilton and Eagle Valleys Section", dans l'immense taïga québécoise, et c'est beaucoup plus son sol argileux que son climat qui permet une croissance forestière de valeur marchande (9).

L'isotherme de 30 degrés F. de la température moyenne annuelle part de l'embouchure de la rivière Rupert pour se diriger vers l'Est, mais en traversant le lac Manouan avant de suivre le 51ième parallèle de latitude et cotoyer l'isoplèthe de 10 pouces du déficit annuel d'écoulement. Cependant, cet isotherme ne dévie pas à Blanc Sablon, mais continue sa course vers le Nord-Est et le Labrador. Le Service Météorologique du Canada confirme la position de l'isotherme de 30 degrés F. de la température moyenne annuelle (12).

Par contre, l'isohèle de 1,500 heures de la durée annuelle de l'insolation de Gagnon et Ferland laisse à la région boréale à prédominance forestière de Rowe la "East James Bay Section" mentionnée plus haut. Mais elle lui abandonne aussi une partie de la "Hudson Bay Lowlands Section" située au Sud et au Sud-Est de la baie James. On convient que cette partie de la "Hudson Bay Lowlands Section" et la "East James Bay Section" diffèrent par leurs sols, et conséquemment aussi par leur végétation, mais qu'après tout, elles subissent approximativement le même climat.

On entend par pergélisol une couche de sol ou une strate rocheuse où la température est continuellement au-dessous du point de congélation (7). On rencontre le pergélisol à la profondeur où la chaleur estivale ne peut atteindre la base de la couche de gel.

Le pergélisol est continu dans les territoires où la température moyenne annuelle est au-dessous de 23 degrés F. (7). Il est discontinu dans les régions où la température moyenne annuelle est plus élevée. Il est évident qu'une région à pergélisol discontinu présente d'immenses superficies à couches édaphiques gelées dans sa partie nord, tandis qu'elle ne contient que des îlots dispersés de sous-sol gelé dans sa partie sud. D'autres facteurs influencent aussi la fréquence et l'étendue des régions à pergélisol; ce sont: le type de sol, l'exposition du site, la couverture végétale, etc.

Le pergélisol varie également en épaisseur. Cette épaisseur peut n'être que de quelques pouces ou de quelques pieds à la frontière sud du pergélisol discontinu, mais comprendre une couche d'environ 200 pieds aux limites de la zone à pergélisol continu. Des couches non gelées peuvent aussi exister entre des strates de pergélisol. Enfin, la température du pergélisol au niveau de l'amplitude annuelle de zéro varie généralement de quelques dixièmes de degré au-dessous de 32 degrés F. à sa limite sud jusqu'à 23 degrés F. aux frontières du pergélisol continu.

Au Québec, la limite sud du pergélisol discontinu coïncide avec l'isotherme de 30 degrés F. de la température moyenne annuelle (2). Au sud de ces isolignes, le pergélisol étant absent, la chaleur estivale pénètre assez profondément dans le sol pour faire fondre toute la strate édaphique qui gèle durant l'hiver. La frontière sud du pergélisol discontinu constitue donc une autre base de délimitation de la taïga québécoise et partant du climat tempéré du Québec.

Suivant les faits mentionnés, soit la limite nord de la région boréale à prédominance forestière de Rowe, l'isotherme de 30 degrés F. de la température moyenne annuelle, l'isoplèthe de 10 pouces du déficit annuel d'écoulement et l'isohèle de 1,500 heures de la durée annuelle de l'insolation de Gagnon et Ferland, et enfin la limite sud du pergélisol discontinu de Brown, il est raisonnable d'accepter le tracé suivant comme limite nord du climat tempéré québécois.

Du carrefour de la frontière Ontario-Québec et de la latitude nord de 50 degrés comme point de départ, la limite nord du climat tempéré québécois monte vers le Nord-Est jusqu'à la tête de la rivière Rupert, mais en faisant saillies vers le Nord dans tous les bassins importants qui se déversent dans la baie James. De la tête de la rivière Rupert, la ligne séparative entre la taïga et le climat tempéré se dirige vers l'Est en suivant la limite de la forêt boréale à prédominance forestière de Rowe et se rend à la longitude ouest de 57 degrés pour descendre vers le détroit de Belle-Isle jusqu'à la mer en incluant Blanc Sablon.

Ce tracé suppose l'existence des types de forêts décrits par Rowe, même si leurs conditions climatographiques n'en sont pas clairement établies par suite du nombre restreint des stations météorologiques dans ce territoire et par conséquent du peu de données climatiques disponibles. En effet, la végétation est une conséquence du climat et du sol. Ainsi, elle est fonction d'abord du climat dans la "Hamilton and Eagle Valleys Section" de Rowe, tandis qu'elle dépend plutôt des sols dans la "East James Bay Section" du même auteur. Sur la Côte Nord du Saint-Laurent, les sols étant approximativement de même type, c'est le climat qui détermine la limite nord des forêts de valeur commerciale.

On peut mettre en doute les arguments présentés. Cependant, l'analyse des valeurs climatiques existantes et l'application des principes de la climatologie ajoutées à la reconnaissance de la végétation et des sols du territoire québécois, ne peuvent que favoriser actuellement l'acceptation du tracé proposé de la limite nord du climat tempéré du Québec.

Références

- (1) BLAIR, T. A., 1942. *Climatology*. Prentice-Hall Inc., New York. 484 p.
- (2) BROWN, R. J. E., 1967. Permafrost in Canada. Map 1246A. *Geological Survey of Canada, Dept. Energy, Mines and Resources, Ottawa*.
- (3) DUFFY, J. A., 1963. Estimation of Stand Volume from Airphotos. Repr. from Proceedings on Air Photo-Interpretation in the Development of Canada. *Interdepartmental Committee on Air Surveys, Ottawa*, p. 27-36.
- (4) FERLAND, M. et R. GAGNON, 1967. Climat du Québec méridional. Bul. MP-13, *Service de Météorologie, Min. Rich. nat., Québec*. 93 p.
- (5) GAGNON, R. et M. FERLAND, 1967. Climat du Québec septentrional, Bul. MP-10, *Service de Météorologie, Min. Rich. nat., Québec*. 107 p.
- (6) HALLIDAY, W. E. D., 1937. A Forest Classification for Canada, *Canada Dept. Mines and Resources, Forest Service*, Bul. 89. 50 p.
- (7) HUSCHKE, R. E., 1959. *Glossary of Meteorology*. American Meteorological Society, Boston. 638 p.
- (8) JURDANT, M., 1964. Photo Interpretation and Forest Land Classification. *Canada Dept. Forestry, Forest Research Branch*, Contribution No 634. 8 p.
- (9) ROWE, J. S., 1959. Forest Regions of Canada. *Canada Dept. Northern Affairs and National Resources, Forestry Branch*, Bul. 123. 71 p.
- (10) SAYN-WITTGENSTEIN, L., 1961. Phenological Aids to Species Identification on Air Photographs. *Canada Dept. Forestry, Forest Research Tech. Note No. 104*. 26 p.
- (11) SAYN-WITTGENSTEIN, L., 1966. Identification des essences forestières au moyen de photographies aériennes d'après les caractéristiques des cimes. *Min. Forêts Canada, Conti. No. 1118F*. 58 p.
- (12) SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU CANADA, 1967. Cartes climatologiques. Température, précipitation, pression atmosphérique. *Min. Transp. Can., Dir. Météo*. 31 cartes.
- (13) VILLENEUVE, G.-O., 1946. Climatic Conditions of the Province of Quebec and their Relationship to the Forests. Bul. No. 6, *Meteorological Bureau, Lands and Forests Department, Quebec*. 144 p.
- (14) VILLENEUVE, G.-O., 1948. Aperçu climatique du Québec. Bul. No. 10. *Bureau de Météorologie, Min. Terres et Forêts, Québec*. 25 p.
- (15) VILLENEUVE, G.-O., 1959. Bref aperçu climatique du Québec méridional. *Cahiers de Géographie de Québec*, 3 (6): 153-162.
- (16) WILTON, W. C., 1964. The Forests of Labrador. *Canada Dept. Forestry, Forest Research Branch*, Publ. No. 1066. 72 p.

LA DIMINUTION DU RAYONNEMENT SOLAIRE PROVOQUÉE PAR LA CROISSANCE DES ARBRES A LA SUITE D'UNE ÉCLAIRCIE

PAUL-E. VÉZINA

*Faculté de Foresterie et de Géodésie
Université Laval, Québec*

Résumé

Durant le mois de juillet des années 1961 à 1965, on a mesuré le rayonnement solaire au moyen de pyranomètres sphériques de Bellani sous le couvert de trois peuplements de sapin baumier âgés de 40 ans, dont l'un était demeuré intact et les deux autres avaient été éclaircis récemment. L'étude a porté sur la diminution du rayonnement solaire provoquée par la croissance des arbres à la suite du traitement. Il a fallu 5 à 6 ans pour que l'intensité du rayonnement solaire sous le couvert fortement éclairci soit réduite au niveau de celle dans le peuplement témoin.

Abstract

Solar radiation was measured during the month of July from 1961 to 1965 by means of Bellani pyranometers below the canopy of three 40-year-old balsam fir stands, one unthinned and two recently thinned, in Quebec. Rates of solar radiation reduction were studied as growth followed thinning. In the thinned stand, it was found that 5-6 years was required for solar radiation intensity to be reduced to the level of the unthinned stand.

Introduction

L'existence elle-même des forêts dépend du rayonnement solaire. Les forêts absorbent la majeure partie du rayonnement incident et transforment cette énergie en chaleur sensible qui est à nouveau libérée soit sous forme de rayonnement à grandes longueurs d'onde, soit sous forme directe de chaleur, soit utilisée par les processus d'évapotranspiration ou encore emmagasinée dans les arbres. Le reste du rayonnement incident est en partie réfléchi et en partie transmis à travers les cimes jusqu'au parterre forestier. C'est cette dernière portion qui intéresse de façon particulière les forestiers, à cause de son influence sur la régénération et la croissance des forêts. En effet, le rayonnement transmis est le facteur du milieu le plus facilement contrôlable. Le forestier a intérêt à connaître la quantité de rayonnement requise pour l'établissement et la survie initiale d'une régénération de qualité sous le couvert d'un peuplement principal et le degré d'ouverture de celui-ci nécessaire pour transmettre la quantité de rayonnement désiré.

Dans des articles précédents (Vézina, 1960; 1961; 1963; 1964; 1965; Vézina et Péch, 1964; Vézina et Grandtner, 1965; Vézina et Boulter, 1966), j'ai analysé les relations qui existent entre la densité de couverts forestiers naturels et traités et la quantité de rayonnement transmis à travers les cimes pour diverses essences comme l'épinette de Norvège (*Picea abies* (L.) Karst), le sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.), le pin gris (*Pinus banksiana* Lamb.), le pin rouge (*P. resinosa* Ait.) et l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.). Cet article a pour objectif d'étudier les taux de réduction du rayonnement solaire par suite de la fermeture du couvert après une éclaircie.

L'aire expérimentale

L'aire expérimentale se trouve sur la propriété forestière du Séminaire de Québec à environ 50 milles au nord-est de la ville de Québec et à une élévation de 2,400 pieds au-dessus du niveau de la mer. A l'automne de 1960, trois places-échantillons furent établies dans une forêt dense de sapin baumier âgée de 40 ans. La place A, (figure 1) comprenant 1,422 tiges à l'acre et d'une densité, exprimée par la surface terrière, de 228 pieds carrés à l'acre, a été laissée intacte, tandis que les deux autres places, B et C, ont été éclaircies à des densités respectives de 189 et 125 pieds carrés, leur nombre de tiges passant à 1,000 et 866. Les arbres dominants dans chacune des places avaient une hauteur d'environ 40 pieds. Une description plus complète de ces places a déjà été présentée (Vézina, 1965).



FIGURE 1. Vue de la sapinière non traitée (place A) avec les pyranomètres et l'abri météorologique.

Méthodes

Le rayonnement solaire a été mesuré quotidiennement (sauf quelques week-ends) sous les trois couverts de sapin durant le mois de juillet des années 1961 à 1965 inclusivement. Le nombre de jours d'observation a varié, suivant les années, entre 24 et 27. Des mesures semblables ont été effectuées, à titre de comparaison, en plein découvert, dans un champ situé à quelques milles de la forêt étudiée. L'appareil utilisé fut le pyranomètre sphérique de Bellani, modèle de l'Observatoire physico-météorologique de Davos (Vézina, 1961). Cet appareil mesure le rayonnement solaire reçu sur une surface sphérique plutôt que sur un plan et présente ainsi un intérêt particulier pour les biologistes et les écologistes qui désirent généralement mesurer tout le rayonnement affectant les plantes et les autres organismes (Reifsnnyder et Hull, 1965, p. 53). Trois de ces appareils ont été localisés sous chacun des couverts forestiers et un autre a été utilisé en plein découvert. Ces appareils étaient posés à 4.5 pieds au-dessus du sol.

Résultats

Les moyennes de rayonnement solaire transmis à travers les cimes, exprimées en gramme-calories par centimètre carré et en pourcentage du plein découvert, pour chacune des places et suivant les années, sont indiquées au tableau I. En 1961, immédiatement après l'éclaircie, la proportion de rayonnement solaire a augmenté de 38 pour 100 (place B) et de 57 pour 100 (place C) par rapport au témoin (place A). Par la suite, à mesure que les années se succèdent, on note que l'écart entre les places dans les pourcentages de rayonnement solaire disponible diminue pour devenir négligeable en 1965, 5 ans après l'éclaircie.

TABLEAU I

Sommes journalières moyennes de rayonnement solaire transmis à travers les cimes de sapin baumier en juillet, pour chaque place et suivant les années.

Année	En plein découvert	Place A Témoin non traité		Place B Faiblement éclaircie		Place C Fortement éclaircie	
	g-c/cm ² /jour	g-c/cm ² /jour	%	g-c/cm ² /jour	%	g-c/cm ² /jour	%
1961	224.7	13.8	6.1	18.9	8.4	21.5	9.6
1962	206.1	11.9	5.8	16.2	7.9	17.0	8.2
1963	203.9	11.0	5.4	13.8	6.8	15.2	7.5
1964	193.9	13.2	6.8	14.4	7.4	16.4	8.5
1965	191.6	13.9	7.2	15.5	8.1	16.1	8.4

Pour chacune des années, les différences entre les places dans les pourcentages de rayonnement solaire sont dues aux densités différentes des peuplements. Pour chacune des places, les différences observées entre les années dans les pourcentages de rayonnement sont dues principalement aux variations de nébulosité. Vézina (1965) a montré que plus la nébulosité augmente, plus la proportion de rayonnement transmis augmente par rapport au plein découvert, même si la quantité en valeur absolue diminue, parce qu'alors le rapport du rayonnement diffus au rayonnement direct est sensiblement augmenté. Le mois de juillet des années 1964 et 1965 a été notablement nuageux et pluvieux.

Discussion

L'interception du rayonnement solaire par un peuplement est plus considérable, et sa transmission est moindre, que semble l'indiquer sa densité, à cause des multiples réflexions que subit le rayonnement lorsqu'il passe à travers le couvert forestier. Ainsi, la réduction de la densité d'un peuplement par l'éclaircie augmente l'intensité lumineuse au sol moins que proportionnellement. D'après le tableau I, pour l'année 1961, il a fallu enlever près de la moitié de la surface terrière et du nombre de tiges pour augmenter temporairement le rayonnement solaire jusqu'à environ 10 pour 100 du plein découvert.

On connaît vraiment peu de choses sur la diminution du rayonnement solaire disponible sous les couverts forestiers par suite de la croissance des peuplements après une éclaircie. Une étude effectuée par Shirley (1945) a montré que, dans des forêts de pin gris fortement éclaircies, l'intensité lumineuse qui était de 80 pour 100 du plein découvert immédiatement après le traitement a été réduite de 3 pour 100 par année après l'éclaircie. Dans une seconde étude, par Savina (1956), en U.R.S.S., citée par Reifsnyder et Lull (1965), il a fallu 7 ans pour que l'intensité lumineuse soit réduite au niveau où elle était avant l'éclaircie dans un peuplement de pin âgé de 14 ans. La durée de l'effet du traitement dépend surtout de l'âge du peuplement au moment de la coupe et de l'essence traitée, qui affectent tous deux la réaction de croissance des cimes des arbres.

Remerciements

Je remercie M. Marcel Gros-Louis, technicien forestier, qui m'a aidé au cours des étés 1961 à 1965 à recueillir et à compiler les données.

Références

- REIFSNYDER, W. E. et H. W. LULL, 1965. Radiant Energy in Relation to Forests. *U.S. Dept of Agric., For. Serv., Tech. Bull.* No. 1344. 111 p.
- SHIRLEY, H. L., 1945. Reproduction of upland conifers. *Amer. Midland Nat.*, **33**: 606-609.

- VÉZINA, P.-E., 1960. Recherches sur les conditions de lumière et de précipitations dans les forêts traitées par la coupe progressive par groupes. *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw.*, **36**: 35-137.
- VÉZINA, P.-E., 1961. Variations in total solar radiation in three Norway spruce plantations. *For. Sci.*, **7**: 257-264.
- VÉZINA, P.-E., 1963. The field performance of ten Bellani radiation integrators. *For. Chron.*, **39**: 401-402.
- VÉZINA, P.-E., 1964. Solar radiation over a snowpack in a dense pine forest. *Agr. Meteorol.*, **1**: 54-65.
- VÉZINA, P.-E. et GY. PECH, 1964. Solar radiation beneath conifer canopies in relation to crown closure. *For. Sci.*, **10**: 443-451.
- VÉZINA, P.-E., 1965. Solar radiation available below thinned and unthinned balsam fir canopies. *Canada Dept. of Forestry, Publ. No. 1105*. 15 p.
- VÉZINA, P.-E. et M. M. GRANDTNER, 1965. Phenological Observations of Spring Geophytes in Quebec. *Ecology*, **46**: 869-872.
- VÉZINA, P.-E. et D. W. K. BOULTER, 1966. The spectral composition of near ultraviolet and visible radiation beneath forest canopies. *Can. J. Bot.*, **44**: 1267-1284.

ÉTUDE SUR L'EXTRACTION DU FER ET DE L'ALUMINIUM LIBRES DANS LES SOLS PODZOLISÉS

B. BERNIER¹ et J.-L. CARRIER²

*Département d'Ecologie et de Pédologie forestière
Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec*

Résumé

Ce travail rapporte quelques observations sur l'efficacité relative de divers réactifs, incluant l'oxalate d'ammonium (utilisé selon quatre modalités différentes), l'hydrosulfite-tartrate et l'hydrosulfite-EDTA, pour l'extraction du fer et de l'aluminium libres dans des sols fortement podzolisés. Toutes ces méthodes fournissent des valeurs en bonne corrélation avec celles de l'oxalate 0.2M (pH 3.0), utilisé comme référence, mais avec des écarts notables à la base du solum et en C. Utilisé à 100 °C ou à température d'ébullition, l'oxalate, tout comme l'hydrosulfite-tartrate et l'hydrosulfite-EDTA, entraînent appréciablement plus de fer à ce niveau, témoignant d'une attaque des oxydes cristallins. Dans l'horizon Bh, par contre, tous les réactifs fournissent des valeurs comparables. Malgré certaines limitations, l'oxalate d'ammonium, utilisé à l'obscurité et à température de la pièce, s'avère supérieur aux autres réactifs pour révéler le degré d'accumulation des composés amorphes du fer et de l'aluminium issus d'altération récente. Une corrélation étroite existe dans les profils analysés entre le fer extrait et le contenu en matière organique.

Abstract

A comparative study has been made of the effectiveness of various reagents including ammonium oxalate (four different procedures) hydrosulfite-tartrate, and hydrosulfite-EDTA in extracting free iron and aluminum from strongly podzolized soils. All methods provided data which correlated well with those obtained using 0.2M ammonium oxalate (pH 3.0) as a reference, but significant discrepancies were observed, especially in the lower solum and C horizons. Ammonium oxalate at 100 °C or at boiling point, hydrosulfite-tartrate and hydrosulfite-EDTA all yielded appreciably more iron at these profile levels, indicating an attack on crystalline iron oxides. Such was not the case in the upper B horizon where all methods yielded similar results. Despite certain limitations, acid ammonium oxalate 0.2M, when used in darkness and at room temperature, was the best indicator of the degree of accumulation of amorphous compounds of iron and aluminum derived from recent weathering. A good correlation existed between extractable iron and organic matter content of the soil profiles analysed.

1. Avec la collaboration technique de J. CANTALEJO.

2. Adresse actuelle: Service de la Recherche, Ministère des Terres et Forêts, Québec.

Introduction

Le dosage de l'aluminium et du fer libres s'avère une analyse indispensable pour la caractérisation génétique des sols, en raison des renseignements qu'il apporte sur l'intensité de l'altération en place aussi bien que sur le degré d'évolution des horizons. Il faut entendre par fer et aluminium libres le fer et l'aluminium existant dans le sol soit sous forme ionique, soit à l'état d'oxydes hydrés pouvant former des combinaisons temporaires avec la matière organique ou la silice, liaisons qui sont susceptibles d'être aisément rompues par des agents chimiques (Duchaufour, 1960). Il s'agit donc de fer et d'aluminium susceptibles d'être complexés et entraînés dans le profil, incluant principalement les produits amorphes d'altération récente.

Parce que les quantités de fer et d'aluminium qu'on peut extraire du sol peuvent varier considérablement selon les réactifs choisis et selon les conditions d'extraction, il importe de rattacher cette notion à l'emploi d'un réactif approprié, car certains réactifs comme le dithionite-citrate-bicarbonate de Mehra et Jackson (1960) peuvent entraîner en solution une partie importante des oxydes cristallins (Schwertmann, 1964; McKeague et Day, 1966).

Plusieurs méthodes ont été préconisées pour l'extraction ou l'enlèvement des oxydes « libres » du sol. Tamm (1922) a le premier proposé l'emploi de l'oxalate acide d'ammonium (0.2M, pH 3.25) comme agent d'extraction du fer, de l'aluminium et de la silice. Ce réactif a depuis servi à de nombreuses études, tant pour l'appréciation des caractères génétiques du sol que pour l'élimination des composés amorphes dans la préparation d'échantillons pour l'analyse des minéraux argileux; mais dans certains cas la procédure originale de Tamm a subi des modifications importantes. Ainsi, Chabannes et Barbier (1950) ont utilisé l'oxalate 0.2N, au lieu de 0.2M, et réalisé l'extraction des oxydes de fer et d'aluminium à température d'ébullition.

A la suite des observations de Schofield (1949) et de Deb (1950), à l'effet que l'oxalate, utilisé à température ambiante, extrait plus de fer du sol si le traitement est réalisé en pleine lumière, Schwertmann (1964) a montré que l'oxalate d'ammonium acide (0.2M, pH 3.0), employé à l'obscurité, offre l'avantage de ne dissoudre que les oxydes amorphes sans entraîner les oxydes cristallins, fournissant ainsi des valeurs qui reflètent davantage le degré d'accumulation des produits d'altération récente. Utilisant des conditions d'extraction analogues à celles qui ont été décrites par Schwertmann (*loc. cit.*), McKeague et Day (1966) ont récemment employé ce réactif pour l'extraction du fer et de l'aluminium d'une variété de sols canadiens.

De nombreux travaux portant sur la genèse des sols, tant en Europe qu'en Amérique, ont aussi utilisé la méthode de Deb (1950) par laquelle le fer réduit par l'hydrosulfite de sodium est complexé par le tartrate de sodium. Une modification de la procédure originale de Deb est préconisée dans le protocole ana-

lytique des sols pour la classification suivant le système américain (7ème Approximation, 1960).

Après essai de divers réactifs pour l'extraction du fer libre des sols de rizière, Azami et Kumada (1960a, 1960b) ont proposé l'emploi d'un réactif à l'hydrosulfite-EDTA. Leur méthode offre l'avantage d'une plus grande simplicité d'opération, ne nécessitant pas la destruction de la matière organique avant le dosage colorimétrique du fer.

Nous avons, depuis quelques années, utilisé ces diverses méthodes pour l'analyse d'une grande variété de sols et observé des différences entre les quantités de fer extrait par le réactif de Deb et par le réactif de Tamm (utilisé selon la procédure de Chabannes et Barbier (*loc. cit.*)), alors que le réactif d'Azami et Kumada fournissait des valeurs très voisines de celles qui sont obtenues par la méthode de Deb. Le présent travail a été entrepris dans le but de comparer l'efficacité de ces trois réactifs (l'oxalate d'ammonium étant de plus utilisé selon quatre modalités différentes) pour l'extraction du fer et l'aluminium libres de sols fortement podzolisés, et de déterminer les éléments de relation des résultats fournis par ces méthodes.

Matériel et méthodes expérimentales

LES SOLS

Les sols choisis proviennent de la région du Parc des Laurentides et incluent trois profils de podzol humique orthique à fragipan, développés sur moraine de fond granitique sous la sapinière à *Dryopteris*, deux profils de podzol faiblement gleyifié et un profil de « humus podzol », sur moraine délavée granitique, supportant la sapinière à *Hylocomium* et sphaigne. Quelques caractères de ces profils sont consignés au tableau I. Un plus grand nombre de profils du podzol humique orthique et du podzol gleyifié, appartenant aux mêmes séries et provenant de la même région, ont également été analysés pour connaître les relations liant la teneur en matière organique au contenu en fer libre. Les échantillons ont été séchés à l'air et tamisés à 1mm.

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

Matière organique.— Le carbone organique a été dosé par oxydation humide (Kurmies, 1949); la teneur en matière organique est obtenue en multipliant le pourcentage du carbone organique par 1,724.

Fer et aluminium libres.— L'extraction et le dosage du fer et de l'aluminium libres des sols ont été réalisés suivant les modalités d'opération décrites ci-après. Toutes les extractions ont été faites au moins en duplicata, à l'exception des méthodes D et E où une partie seulement des échantillons ont été analysés en double, et les résultats consignés dans ce texte représentent une moyenne de valeurs dont l'écart est, à peu d'exceptions près, inférieur à 5-8%.

TABLEAU I

Quelques caractères des profils analysés

Profil no	Hor.	Couleur	M.O. (%)	Oxalate 0.2M		
				Fe (%)	Al (%)	Fe + Al (%) (hor.B - hor.C)
6102 (P.h.o.)	Ae	10YR-4/1	1.19	0.02	0.01	
	Bh	10YR-2/2	15.82	2.82	0.50	2.81
	Bhf	5YR-3/4	5.67	1.58	0.98	2.05
	Bf	5YR-4/4	3.33	0.64	0.96	1.09
	Cx	10YR-4/4	0.52	0.13	0.38	
6107 (P.h.o.)	Ae	10YR-5/2	1.69	0.01	0.004	
	Bh ₁	5YR-3/2	21.81	2.79	0.77	2.86
	Bh ₂	5YR-4/4	14.36	2.58	0.75	2.63
	Bhf	7.5YR-4/4	5.24	1.00	1.18	1.48
	Cx	10YR-4/4	0.79	0.14	0.56	
6112 (P.h.o.)	Ae	10YR-5/1	1.24	0.03	0.01	
	Bh ₁	5YR-2/2	17.96	2.30	0.72	2.13
	Bh ₂	5YR-3/4	15.91	2.62	0.83	2.56
	Bhf	7.5YR-4/4	5.39	0.93	0.56	0.60
	Cx	10YR-4/4	1.76	0.21	0.68	
6108 (P.g.)	Ae	5YR-3/1	4.20	0.06	0.04	
	Bfh	5YR-3/2	6.64	0.67	0.23	0.47
	Bfhg	5YR-3/4	6.84	1.65	0.93	2.15
	Cg	10YR-4/4	0.76	0.15	0.28	
6136 (P.g.)	Ae	5YR-3/1	3.22	0.11	0.06	
	Bfh	2.5YR-2/2	5.05	1.66	0.94	—
	Bfhg	2.5YR-3/4	4.72	0.85	1.19	—
	Cg	—	—	—	—	
6113 (H.P.)	Ae	5YR-3/1	3.96	0.04	0.06	
	Bh	10YR-2/2	10.48	0.08	1.04	0.64
	BC	7.5YR-4/4	1.89	0.30	0.63	
	Cg	10YR-4/3	0.52	0.15	0.33	

Dans le cas des essais réalisés avec des échantillons de minéraux (broyés pour passer cent mailles) nous avons suivi les modalités d'extraction utilisées pour les sols et dosé le fer par spectrophotométrie d'absorption atomique.

(A) *Oxalate d'ammonium 0.2M — Acide oxalique 0.2M* (Tamm, 1922)

Nous avons suivi le protocole suggéré par Schwertmann (1964) et par McKeague et Day (1966): 0.4 g de sol dans 30 ml d'agent d'extraction, agitation 4 h. à l'obscurité en tube de 75 ml fermés, suivie d'une centrifugation (5,000 x g); dosage du fer et de l'aluminium par spectrophotométrie d'absorption atomique (Perkin-Elmer, modèle 303).

(B) *Oxalate d'ammonium 0.2N — Acide oxalique 0.2N*

Mêmes modalités d'extraction et de dosage qu'en (A).

(C) *Oxalate d'ammonium* 0.2N — *Acide oxalique* 0.2N — 100°C

Extraction au bain-marie à 100°, ½ h.; 5 g de sol dans 100 ml de solution en ballon jaugé de 250; la solution est immédiatement refroidie en étendant à 250 ml. Après sédimentation, le fer et l'aluminium dans la solution sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique.

(D) *Oxalate d'ammonium* 0.2N — *Acide oxalique* 0.2N — *ébullition*

La procédure utilisée est celle de Chabannes et Barbier (1950): 5 g de sol dans 100 ml de solution en bécher de 250 fermé d'un verre de montre; douce ébullition sur plaque-chauffante (½ h.), filtration immédiate et lavage jusqu'à ce que le filtrat soit porté à 250 ml. Après digestion d'une aliquote (HNO₃ et HClO₄), le fer est dosé par la méthode au thiocyanate (Woods et Mellon, 1941) et l'aluminium par la méthode à l'aluminon (Chapman et Pratt, 1961).

(E) *Hydrosulfite-tartrate de sodium* 0.2N (Deb, 1950)

1 g de sol dans 50 ml Na-tartrate 0.2N avec 2 g d'hydrosulfite Na; 30 min. au bain-marie (40°C) avec agitation intermittente. Le protocole suivi est celui de Duchaufour (1960), avec les modifications décrites par Amiot et Bernier (1962). Le fer est dosé par la méthode au thiocyanate (Woods et Mellon, 1941).

(F) *Hydrosulfite-EDTA* 0.02M (Azami et Kumada, 1960a)

La procédure suivie est celle des auteurs; 1 g de sol dans 100 ml EDTA disodique (0.02M) avec 3 g d'hydrosulfite Na; 30 min. au bain-marie (70°C) avec agitation intermittente. On lave (NaCl 1%) et on porte à 250 ml. Le fer et l'aluminium sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Résultats et discussion

Les résultats du dosage du fer et de l'aluminium extraits par les réactifs choisis sont présentés graphiquement aux figures 1 et 2. Nous avons choisi la méthode à l'oxalate d'ammonium 0.2M comme référence, en sorte que les équations de régression et les coefficients de corrélation ont été calculés entre les valeurs obtenues par ce réactif avec celles fournies par les autres méthodes.

Même s'il existe une corrélation étroite entre les résultats obtenus par les diverses méthodes avec ceux que fournit l'oxalate 0.2M, certains écarts importants sont à souligner qui différencient les réactifs quant à leur efficacité à révéler le contenu en fer et aluminium libres des divers horizons des profils analysés.

L'oxalate d'ammonium 0.2N, utilisé dans les mêmes conditions que l'oxalate 0.2M, fournit des résultats en bonne corrélation avec ceux de ce dernier; néanmoins il extrait environ 10% moins de fer que l'oxalate 0.2M (figure 1A), alors que les deux réactifs extraient sensiblement les mêmes quantités d'aluminium (figure 2A).

Utilisé à 100° (½ h. au bain-marie), l'oxalate 0.2N entraîne légèrement plus de fer et d'aluminium en solution, notamment dans l'horizon C (figures 1B et 2B). L'inconvénient majeur d'une extraction sur bain-marie réside toutefois en ce que les valeurs obtenues, principalement pour la base du solum et

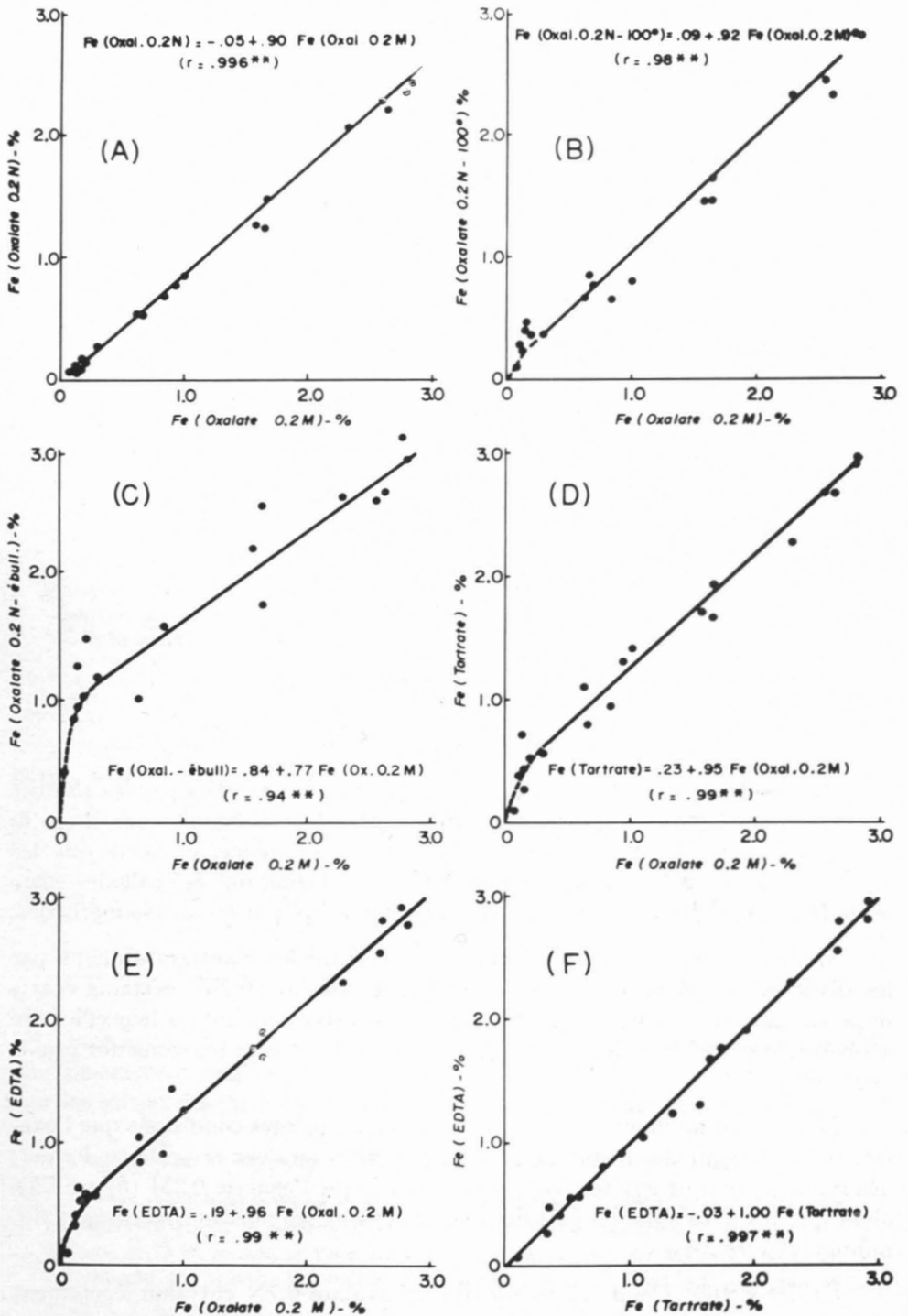


FIGURE 1. (A-E) Relations entre le fer extrait à l'oxalate 0.2M et le fer extrait (A) à l'oxalate 0.2N, (B) à l'oxalate 0.2N-100°, (C) à l'oxalate 0.2N-ébullition, (D) à l'hydrosulfite-tartrate, (E) à l'hydrosulfite-EDTA. (F) Relation entre le fer-EDTA et le fer-tartrate.

TABLEAU II

Fer dissous de quelques minéraux (100 mailles) par l'hydrosulfite-EDTA,
l'oxalate 0.2M (obscurité) et l'oxalate 0.2N (ébullition)

	Hydrosulfite-EDTA	Oxalate 0.2M	Oxalate 0.2N (ébull.)
	Fe extrait (%)		
Biotite	1.0	1.2	3.4
Hématite	7.4	0.1	15.5
Hornblende	0.5	0.1	0.9
Ilménite	1.3	0.1	6.4
Olivine	0.4	0.6	1.3

l'horizon C, peuvent varier appréciablement selon le temps de chauffe (un séjour d'une heure au bain-marie entraîne environ deux fois plus de fer de l'horizon C des profils 6107 et 6112) et selon les conditions de refroidissement de la solution.

Les écarts observés entre ces deux méthodes augmentent considérablement, surtout en C, lorsque l'extraction est réalisée à température d'ébullition du réactif (Chabannes et Barbier, 1960) (figure 1C). Dans les deux cas mais d'une façon encore plus manifeste dans le dernier, on en conclut à une attaque partielle des minéraux les moins résistants, vraisemblablement les oxydes cristallins. Les essais réalisés avec quelques échantillons de minéraux (tableau II) montrent en effet que l'oxalate, utilisé selon la méthode de Chabannes et Barbier (*loc. cit.*), attaque non seulement des minéraux comme l'ilménite et l'hématite mais encore la biotite, l'olivine et la hornblende. Ce réactif extrait aussi sensiblement plus d'aluminium du sol (figure 2C), mais ici l'écart n'est pas confiné à l'horizon C: il se manifeste dans tous les horizons des sols analysés.

La méthode de Deb et la méthode d'Azami et Kumada, qui utilisent $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ comme agent réducteur, entraînent elles aussi en solution, au niveau de la base du solum et de l'horizon C des profils analysés, du fer qui n'est pas dissous par l'oxalate 0.2M; cela résulte sans doute encore d'une attaque des oxydes cristallins (tableau II). Par contre, ces méthodes fournissent des valeurs très voisines de celles obtenues par l'oxalate 0.2M pour les horizons B humiques (figures 1D et 1E). Quant à l'aluminium, les essais réalisés avec l'hydrosulfite-EDTA montrent que ce réactif en extrait appréciablement moins que l'oxalate 0.2M dans les divers horizons des profils analysés, malgré une bonne corrélation entre les valeurs obtenues par les deux réactifs (figure 2D).

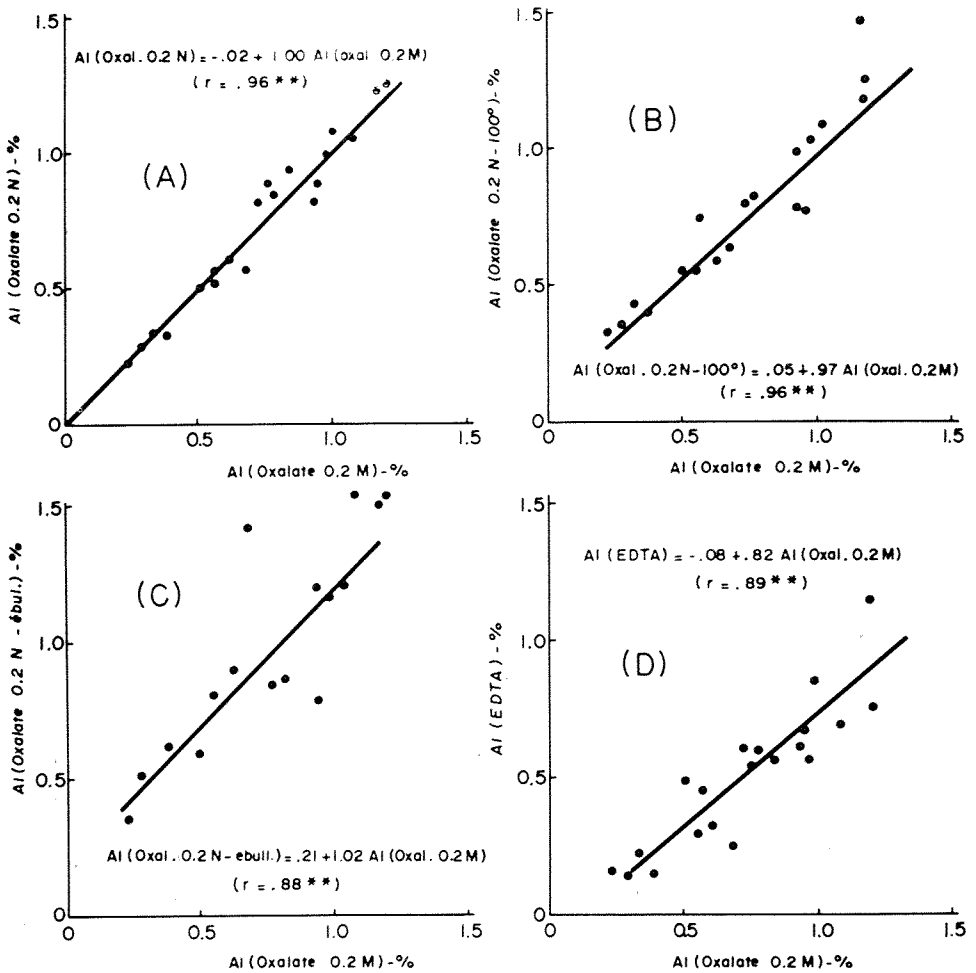


FIGURE 2. Relations entre Al extrait à l'oxalate 0.2M et Al extrait (A) à l'oxalate 0.2N, (B) à l'oxalate 0.2N-100°, (C) à l'oxalate 0.2N-ébullition, (D) à l'hydrosulfite-EDTA.

L'analyse des résultats obtenus par les méthodes utilisées laisse enfin voir, dans les podzols analysés, une répartition du fer extrait qui est sensiblement parallèle à celle de la matière organique. Cette relation devient évidente à l'analyse d'un plus grand nombre de profils (figure 3). On note en effet une corrélation étroite entre le pourcentage de matière organique et le pourcentage de fer (hydrosulfite-EDTA) dans les deux catégories de profils, ce qui porte à penser, avec la réserve indiquée plus haut pour l'horizon C, que le fer extrait est largement lié à la matière organique. Dans le podzol humique orthique, l'équation de régression n'est pas la même pour les horizons Bh (> 10% M.O.) et pour les horizons B inférieurs et C (figure 3A). Les valeurs des horizons Bhf se situent à l'intersection des deux courbes et appartiennent en réalité aux deux

populations. On en déduit que la matière organique, au niveau de l'horizon Bh de ce sol, est moins saturée en fer que celle des horizons sous-jacents, mais l'écart n'est sans doute pas indépendant de l'attaque, par le réactif à l'hydro-sulfite-EDTA, du fer cristallin existant à la base du profil. En raison sans doute d'une répartition différente de la matière organique dans le profil, le podzol faiblement gleyifié ne présente pas une telle différence (figure 3B).

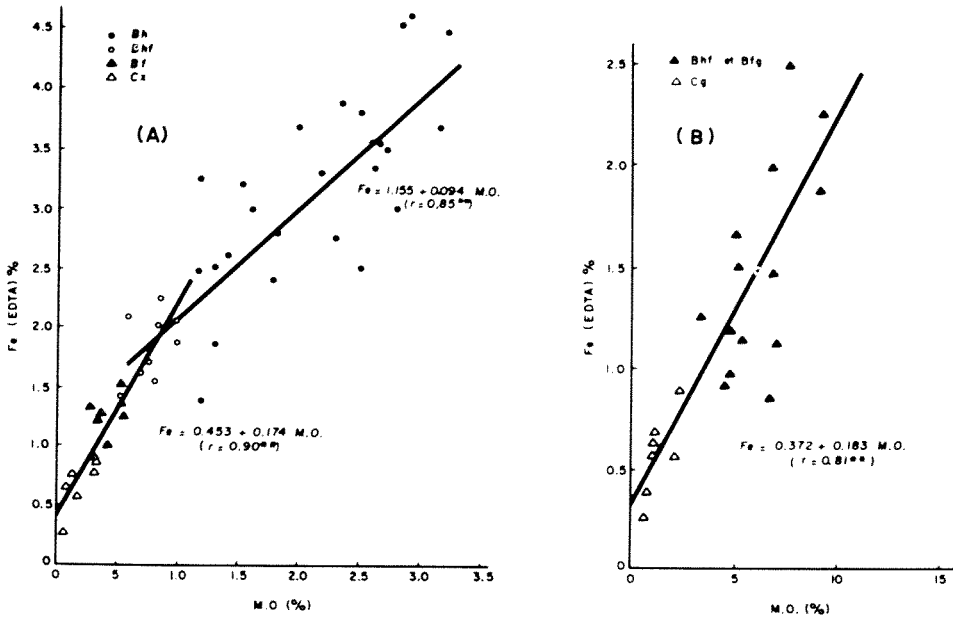


FIGURE 3. Relations entre le contenu en matière organique et la teneur en fer libre (A) dans le podzol humique orthique à fragipan, (B) dans le podzol gleyifié.

Conclusion

Les écarts observés entre les méthodes utilisées, tant pour l'extraction du fer à la base du profil que pour l'extraction de l'aluminium, laissent entrevoir que ces dernières ne peuvent en rien être employées indifféremment, à l'exception peut-être de la méthode de Deb et de la méthode d'Azami et Kumada, dont les résultats offrent une concordance remarquable, reflétant ainsi la parenté étroite des réactifs d'extraction. Ces observations ne permettent pas pour autant de conclure à la supériorité des méthodes à l'hydrosulfite sur celle à l'oxalate 0.2M notamment. En effet, en plus d'entraîner en solution une partie du fer des oxydes cristallins primaires, qu'on ne saurait inclure dans la notion de fer « libre », ces réactifs s'avèrent moins efficaces que l'oxalate comme révélateur du contenu en alumine libre des divers horizons. Ces observations rejoignent donc celles qui sont rapportées par Schwertmann (1964) et par McKeague et Day (1966) quant aux différences, pour l'extraction du fer, entre l'oxalate et le réactif au dithionite de Mehra et Jackson (1960).

Les réactifs à l'hydrosulfite n'en restent pas moins utiles comme complément à une extraction à l'oxalate, car l'emploi combiné de ces méthodes peut fournir des renseignements valables sur le degré d'évolution du fer dans le sol. Ainsi, dans les profils analysés, les réactifs à l'hydrosulfite révèlent l'existence probable de formes cristallines du fer à la base du profil, dont la présence n'est pas décelée par l'oxalate. Par contre ces composés cristallins ne se rencontrent vraisemblablement pas au niveau de l'horizon Bh des podzols humiques analysés. En effet, comme tous les réactifs utilisés fournissent dans ce cas des valeurs comparables, on en conclut que le fer existe surtout, dans cet horizon, sous forme d'oxydes hydroxés amorphes liés à la matière organique.

Il n'en reste pas moins que ces méthodes sont soumises à des limitations certaines: d'une part, les méthodes à l'hydrosulfite ne distinguent pas entre les oxydes cristallins secondaires et les oxydes cristallins primaires et, d'autre part, le pouvoir d'extraction de l'oxalate ne se limite pas rigoureusement au fer amorphe, puisqu'il peut entraîner en solution une partie non négligeable du fer de certains minéraux, comme la biotite, qu'on croyait résistants. Une observation récente signale même que la magnétite est en partie dissoute par l'oxalate (Baril et Bitton, 1967). Des essais systématiques révéleront peut-être, pour l'oxalate, un pouvoir d'attaque non négligeable sur d'autres minéraux qui se rencontrent dans le sol. Compte tenu de ces réserves, le réactif de Tamm, utilisé à température de la pièce et à l'obscurité, semble devoir être retenu de préférence aux autres réactifs couramment utilisés, et surtout de préférence à l'oxalate utilisé à chaud, comme méthode permettant d'apprécier le degré d'accumulation des produits amorphes d'altération, ce qui est avant tout recherché dans les travaux d'analyse portant sur la genèse des sols.

Remerciements

Les auteurs expriment leur vive gratitude au Dr Yvon Laflamme pour son concours dans les analyses par spectrophotométrie d'absorption atomique, aux prof. Aurèle Richard et Jacques Bélanger pour leur assistance dans l'analyse statistique des résultats, ainsi qu'à M. Bernard Thouret pour la préparation des graphiques.

Références

- AMIOT, L.-P. et BERNIER, B., 1962. Méthodes d'analyse chimique usuelle des sols et des tissus végétaux. *Les Presses de l'Univ. Laval, Québec*, pp. 102-103.
- AZAMI, T. et KUMADA, K., 1960a. A new method for determining free iron in paddy soils. *Soil and Plant Food* (Tokyo), **5**, 141-146.
- AZAMI, T. et KUMADA, K., 1960b. Comparison of several methods for determining free iron in soils. *Soil and Plant Food* (Tokyo), **5**, 179-183.
- BARIL, R. et BITTON, G., 1967. Anomalous values of free iron in some Quebec soils containing magnetite. *Can. J. Soil Sci.*, **47**, 261.

- CHABANNES, J. et BARBIER, G., 1950. Observations sur le microdosage de l'aluminium: application à l'étude de l'alumine dite libre des sols. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron.*, **1**, 1-9.
- CHAPMAN, H. D. et PRATT, P. F., 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. *Univ. of California Public.*, pp. 70-72.
- DEB, B. C., 1950. The estimation of free iron oxides in soils and clays and their removal. *J. Soil Sci.*, **1**, 212-220.
- DUCHAUFOUR, P., 1960. Précis de Pédologie, *Masson & Cie. Ed., Paris*, 438 pp.
- KURMIES, B., 1949. Humusbestimmung nach dem Bichromatverfahren ohne Kaliumjodid. *Z. Pflanzenernähr. Dung. Bodenk.*, **44**, 121.
- McKEAGUE, J. A. et DAY, J. H., 1966. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. *Can. J. Soil Sci.*, **46**, 13-22.
- MEHRA, O. P. et JACKSON, M. L., 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *7th Nat. Conf. on Clays and Clay Minerals*, pp. 317-327.
- SCHOFIELD, R. K., 1949. Effect of pH on electric charges carried by clay particles. *J. Soil Sci.*, **1**, 1-8.
- SCHWERTMANN, U., 1964. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. *Z. Pflanzenernähr. Dung. Bodenk.*, **105**, 194-201.
- TAMM, C. O., 1922. Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten der Gelkomplexes im Boden. *Medd. fr. Statens Skogsforsokanstalt*, **19**, 307-404.
- WOODS, J. T. et MELLON, M. G., 1941. Thiocyanate method for iron. *Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.)*, **13**, 551.

VITESSE DE DÉCOMPOSITION DE LITIÈRES D'ÉRABLE À SUCRE (*ACER SACCHARUM MARSH.*) DE LA RÉGION DE QUÉBEC¹

MICHEL MALDAGUE

*Faculté de Foresterie et de Géodésie
Université Laval, Québec²*

Résumé

Nous avons suivi la disparition de la litière dans trois érablières de la région de Québec. Chacune de ces érablières se caractérise par un type d'humus (mor, moder, mull) particulier. Des disques de feuilles, placés dans des sachets ou filets de nylon, ont été installés sous la litière, au cours de l'automne 1963; un certain nombre de contenants ont été repris au cours des automnes 1964, 1965 et 1966; la disparition de la matière organique a été déterminée par pesée des résidus de disques. Après une importante perte de poids au cours de la première année, la dégradation de la matière organique décroît, de telle sorte que, dans le cas de l'humus mor, la dégradation des feuilles au cours de la 2e année est de 4.59% et de 3.06% au cours de la 3e année. Les pertes de matière organique ne sont pas aussi marquées dans le cas du moder ou du mull. On a calculé que la dégradation de la litière prend plus de 23 ans dans le mor, 4 ans dans le moder et 1 an seulement dans l'humus mull. Des déterminations des chutes annuelles de feuilles et de la matière organique accumulée au sol ont également été effectuées. Les facteurs responsables de la dégradation des litières dans les différents cas ont été passés en revue.

Abstract

The disappearance of the litter has been followed in three Maple-groves of Quebec region; each is characterized by a different humus type (mor, moder, mull). Leaf discs, placed in nylon bags, were installed on the forest floor, under the litter, during autumn 1963; a number of these bags were recovered in autumn 1964, 1965 and 1966; the disappearance of the organic matter was determined by weighing the discs residues. After an important loss of weight, during the first year, the disappearance of the organic matter decreases much, so that in the case of the mor-humus, the breakdown of the leaves during the second year was only 4.59% and during the third year 3.06%. The reduction of the losses during the second year was not so prominent for the moder type nor the mull type. It has been calculated that the breakdown of the litter takes 23 years and more in the mor, 4 years in the moder and only 1 year in the mull humus. Estimates of leaf fall and of organic matter accumulated on the forest soil are also given. The factors involved in the disappearance of the litter in the different humus types are discussed.

¹ Ce travail a été subventionné par le Conseil National des Recherches du Canada.

² Laboratoire de Zoologie des Sols forestiers.

Introduction

Nous avons suivi, pendant trois années consécutives (1964, 1965, 1966), l'apport de matière organique au sol ainsi que la dégradation de la matière organique, dans 3 biotopes situés dans la zone décidue des forêts tempérées froides de la région de Québec. Cette étude nous permet de confirmer, dans un cadre bioclimatique différent, ce que nous avons observé en régions équatoriales, à savoir l'importance fondamentale de la pédofaune et spécialement de la macrofaune dans la dégradation et l'accumulation de la matière organique (Maldague, 1959, 1961). Nous disposons de biotopes qui contrastent par le type d'humus, la faune terricole et le dynamisme biologique.

Choix des biotopes

DESCRIPTION DES BIOTOPES

Les 3 biotopes sont situés dans un rayon de 40 km de Québec (46° 48' N; 71° 12' O). Ils se trouvent dans la zone de la forêt décidue et appartiennent à l'association de l'Érablière laurentienne, *Aceretum sacchari* Grandtner, 1966. Cette association consiste en une forêt feuillue caducifoliée dominée par l'Érable à sucre (*Acer saccharum*). L'Érablière laurentienne représente le climax d'une bonne partie du territoire québécois (Dansereau, 1946, *in* Grandtner, 1966) et s'établit spontanément partout où les conditions climatiques et édaphiques le permettent.

Les biotopes étudiés contrastent en fait beaucoup plus par les conditions physiographiques, climatiques et édaphiques, que par la diversité du couvert végétal. La résultante de ces facteurs a conduit à la formation, dans ces milieux, d'un horizon humique très contrasté. C'est ainsi que nous pouvons distinguer les 3 biotopes suivants:

1 — une Érablière laurentienne typique (*Aceretum sacchari* s.s. Grandtner, 1966), à sol brun forestier caractérisé par un humus de type mull, située à Saint-Joachim (Comté de Montmorency), à 40 km au nord-est de Québec;

2 — une Érablière laurentienne typique, à sol brun podzolique, caractérisé par un humus de type moder, située à Saint-Henri (Comté de Lévis), à 20 km au sud-ouest de Québec;

3 — une Érablière à Bouleau jaune (*Acereto-Betuletum* Grandtner, 1966), sous-association à Hêtre (*Fagus grandifolia*), caractérisée par un sol podzolisé avec humus de type mor, située à Château-Richer (Comté de Montmorency), à 25 km au NNE de Québec.

Tandis que les deux premières de ces érablières se situent, au point de vue physiographique, dans la zone des Basses-terres du Saint-Laurent ou de la plate-forme de Québec, suivant Blanchard (1960), la dernière occupe les pre-

miers contreforts des Laurentides (Basses Laurentides); le climat y est plus rigoureux et l'érablière se dégrade. Suivant Grandtner (1966), l'isotherme de 4.5°C constitue la limite entre l'*Aceretum sacchari* et l'*Acereto-Betuletum*.

Notons encore que ces érablières sont modifiées par l'acériculture. Comme le remarque Francœur (1966), à l'occasion d'une étude sur la faune myrmécologique de l'Érablière à sucre, il fut impossible de trouver une érablière exempte d'influences anthropiques. Le résultat global des modifications de l'Homme est d'influencer l'évolution du peuplement vers des formes dégradées. Ce danger de dégradation est moins grand, suivant Grandtner (1966), dans le cas de l'Érablière laurentienne que dans celui de l'Érablière à Bouleau jaune (*Betula lutea*) où un traitement d'éclaircie peut aboutir à la suppression de l'Érable à sucre et à son remplacement par le Hêtre (*Fagus grandifolia*). Le biotope à mor que nous considérons constitue ainsi une forme dégradée de l'Érablière, mais dans ce cas-ci, la cause première est d'ordre climatique et non anthropique.

CLIMAT

Suivant la classification des climats de Köppen, le climat du Québec appartient à la classe D des climats boréaux; la région de Québec est plus précisément caractérisée par un climat Dfb où f indique l'absence de saison sèche et b, une température moyenne mensuelle supérieure à 10°C (59°F), pendant 4 mois de l'année.

Les données climatiques générales, recueillies à la station météorologique de Saint-Romuald (46° 46' N; 71° 13' 0), située à peu de distance du biotope de Saint-Henri, sont, pour 1965, les suivantes:

— t° moy. ann.	4.01 °C
— t° moy. des max.	8.75 °C
— t° moy. des min.	—0.88 °C
— précipitations (pluie).....	898.5 mm
— précipitations (neige).....	297.5 mm
— précipitations (total).....	1196.0 mm
— nombre de jours avec précipitations de neige..	72.

La température moyenne, enregistrée à 15 cm au-dessus du sol, pendant les mois de juillet et d'août 1964, est de l'ordre de 16°C, pour le biotope à humus mor (Château-Richer) et de 18°C, pour le biotope à humus moder (Saint-Henri).

Méthodes et techniques

DÉGRADATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

Nous inspirant de la méthode décrite par Edwards et Heath (1966), nous avons installé sur le terrain, à l'automne 1963, des disques de feuilles d'Érable

(*Acer saccharum*) de poids connu et nous en avons suivi la dégradation durant 3 années.

Les disques, de 2.5 cm de diamètre, sont découpés à l'emporte-pièce, dans des feuilles d'Érable, mortes de l'année. Ils sont pesés et placés, par groupe de 25, dans des filets en matière plastique, de 2 types différents: (1) des filets de nylon à mailles de 1 cm d'ouverture; une pièce de treillis métallique à larges mailles (2.5 cm) est enfermée dans le filet afin de lui donner une certaine rigidité et de faciliter son installation dans la litière; (2) des sachets en treillis de plastique (genre toile moustiquaire) à très petites mailles (2 mm), mesurant 12 cm sur 18.

Chaque contenant, muni d'une étiquette en aluminium portant, gravé, le numéro de la série de disques, est placé sur le terrain dans l'horizon Aoo, en prenant soin de le recouvrir d'une couche de litière afin de reproduire aussi fidèlement que possible les conditions écologiques. Un système de piquets numérotés (figure 1) permet de retrouver sur le terrain, les stations (piquets rouges de 1 m de hauteur) et les emplacements des contenants (petits piquets blancs, situés dans un rayon de 2 m des grands piquets).



FIGURE 1. Érablière de Saint-Joachim. Localisation des stations; à l'avant plan, à gauche, petit piquet à proximité immédiate duquel se trouve un filet contenant des disques de feuilles.

Dix stations ont été installées à l'automne 1963, dans chacun des 3 biotopes; 2 contenants, un de chaque type, ont été placés dans chaque station. Nous disposons ainsi, au total, de 30 stations, de 60 contenants de 25 disques, soit de 1,500 disques.

Des contenants ont été retirés, au début de l'automne, en 1964, 1965 et 1966 et amenés au laboratoire. Les disques de feuilles ou les débris qui en restaient ont été pesés individuellement, à l'état humide d'une part, après dessiccation à 105°C, d'autre part. Les pesées sont effectuées à l'aide d'une électrobalance Cahn donnant le poids en microgrammes.

C'est surtout dans l'étude des disques que notre méthode diffère de celle de Edwards et Heath (1963); ces auteurs ont suivi la décomposition de disques de feuilles en se servant uniquement de critères visuels pour apprécier le degré de décomposition des disques. Le seul aspect des disques ne suffit pas cependant à tirer des conclusions valables; comme le faisait remarquer Burges (*in* Edwards et Heath, 1963), un disque peut perdre jusqu'à 60% de son poids sec sans qu'il y ait de changement appréciable de surface.

MESURE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE RETOURNÉE AU SOL (figure 2)

Pour déterminer la quantité de matière végétale (feuilles) retournée au sol, nous avons utilisé des cadres de bois de 1 m². Le fond du cadre est en tissu tandis que les planches latérales sont prolongées vers le haut par une bande de treillis métallique de 50 cm de hauteur. Les cadres reposent sur de petits piquets, à environ 30 cm du sol, afin de permettre l'aération et la dessiccation des feuilles. On dispose de 8 cadres par biotope. Les feuilles sont recueillies, à plusieurs reprises au cours de l'automne, dans des sacs en plastique, séchées et pesées.



FIGURE 2. Cadre de 1 m² servant à recueillir la matière organique retournée au sol en automne. Érablière de Saint-Joachim.

DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE MATIÈRE ORGANIQUE AU SOL

Ces déterminations ont été effectuées à l'aide d'un cercle métallique (figure 3) qui délimite sur le sol une superficie d'un quart de m². Chaque horizon est prélevé séparément et ensaché.

Le poids sec ainsi que le taux de matière organique, par perte à la calcination, sont déterminés de façon à obtenir la quantité de matière organique au sol par unité de surface et par horizon. Ces chiffres ont une valeur approximative, car il n'est pas toujours facile de délimiter avec une très grande sûreté la limite entre les différents horizons.



FIGURE 3. Cercle métallique de $\frac{1}{4}$ m² servant aux échantillonnages quantitatifs des différents horizons. Érablières de Saint-Joachim.

Résultats

APPORT DE MATIÈRE ORGANIQUE AU SOL

Le tableau I donne la quantité de matière organique (en poids sec) tombée au sol au cours des automnes 1964, 1965 et 1966, en g/m², dans chacune des 3 érablières. On remarque que l'apport de feuilles est sensiblement égal dans les érablières à mull et à moder alors que l'érablière à mor de Château-Richer se caractérise par une chute de feuilles plus considérable. Les moyennes des 3 années sont les suivantes:

- Érablière à mull: 244 g/m²; 2.44 t/ha
- Érablière à moder: 256 g/m²; 2.56 t/ha
- Érablière à mor: 322 g/m²; 3.22 t/ha

Dans les régions tempérées, Lutz et Chandler (1946) ont effectué des déterminations semblables sous les essences feuillues et sous les résineux; ils ont obtenu des quantités qui varient de 2 à 3 t/ha/an, du même ordre de grandeur que celles que nous avons obtenues. Mentionnons encore que Vander Drift (1963) mesure un apport de matière organique au sol qui atteint 332 g/m², dans le mull, et 354 g/m², dans le mor.

VITESSE DE DÉCOMPOSITION DES DISQUES DE FEUILLES

Nous donnons dans les tableaux II, III, IV, les pertes de poids des disques dans chacun des 3 milieux, obtenues au cours des trois années d'observation. Les nombres de contenants et de disques examinés sont mentionnés dans le tableau V. Le tableau VI est un tableau de synthèse.

TABLEAU I

Matière organique (poids sec) tombée au sol au cours des automnes 1964, 1965, 1966 (en g/m²).

Biotope	1964	1965	1966	
Saint-Joachim (mull)	238	243	249	
	271	260	220	
	285	251	311	
	156	190	223	
	136	319	268	
	195	295	255	
	239	259	273	moyenne générale: 244 ± 19
—	—	242		
Moyenne	217 ± 42 ¹	260 ± 33	255 ± 22	
Saint-Henri (moder)	273	261	255	
	244	306	289	
	236	233	214	
	266	260	234	
	285	236	211	
	261	263	219	
	249	335	204	moyenne générale: 256 ± 13
270	—	273		
Moyenne	261 ± 12	271 ± 30	237 ± 23	
Château-Richer (mor)	228	434	318	
	437	245	410	
	299	458	246	
	367	265	323	
	348	431	263	
	375	253	223	
	276	275	285	moyenne générale: 322 ± 30
—	292	328		
Moyenne	333 ± 56	332 ± 68	300 ± 44	

1. L'erreur standard de la moyenne est calculée pour un niveau de probabilité de 95%.

TABLEAU II — Perte de poids des disques de feuilles, au cours des années 1964, 1965 et 1966, dans le biotope de Château Richer (humus mor)

Année	No série	Poids initial (mg)			Poids final (mg)				Perte de poids (mg)			
		Humide		Sec (105°C)	Humide		Sec (105°C)		Base humide		Base sèche	
		série	disque (a)	disque (c)	série	disque (b)	série	disque (d)	(a-b)	%	(c-d)	%
1964	M-R19	503.40	20.14	—	130.11	5.20	107.52	4.30	14.94	74.18	5.67	56.87
	M-K2	630.60	25.22	—	151.51	6.31	136.10	5.67	18.91	74.98	4.30	43.13
	moy. M	567.00	22.68	9.97	140.81	5.76	121.80	4.99	16.93	74.58	4.99	50.00
	F-Z19	775.60	31.02	—	113.50	4.73	101.41	4.23	26.29	84.75	5.74	57.57
	F-D11	912.10	36.51	—	273.96	10.90	228.77	6.15	25.61	70.14	3.82	38.31
	moy. F	844.20	33.77	9.97	193.73	7.82	165.09	5.19	25.95	77.45	4.78	47.94
	moy. gén.	705.60	28.23	9.97	167.27	6.79	143.45	5.09	21.44	76.02	4.89	48.97
1965	M-R26	619.50	24.78	—	146.37	5.86	123.87	4.95	18.92	76.35	5.02	50.35
	M-P1	557.90	22.32	—	88.25	3.53	79.78	3.19	18.79	84.18	6.78	68.00
	M-R15	490.70	19.63	—	128.15	5.13	115.68	4.63	14.50	73.86	5.34	53.56
	moy. M	556.03	22.24	9.97	120.92	4.84	106.44	4.26	17.40	78.13	5.71	57.30
	F-X23	756.40	30.26	—	115.54	4.62	103.85	4.15	25.64	84.73	5.82	58.38
	F-Z20	807.70	32.31	—	206.38	8.25	186.06	7.44	24.06	74.70	2.53	25.38
	F-X7	697.90	27.92	—	119.97	4.80	108.18	4.33	23.12	82.80	5.64	56.57
	F-D13	774.90	31.00	—	170.94	6.84	135.21	5.41	24.16	77.94	4.56	45.74
	moy. F	759.23	30.37	9.97	153.21	6.13	133.33	5.33	24.25	80.04	4.64	46.52
	moy. gén.	657.60	26.31	9.97	137.07	5.49	119.89	4.80	20.83	79.09	5.18	53.56
1966	M-R24	602.00	24.08	—	118.24	4.73	103.75	4.15	19.35	80.35	5.82	58.38
	M-R12	602.90	24.12	—	100.13	4.01	87.75	3.51	20.11	83.37	6.46	64.79
	moy. M	602.45	24.10	9.97	109.19	4.37	95.75	3.83	19.73	81.86	6.14	61.59
	F-D1	850.20	34.01	—	137.27	5.49	120.50	4.82	28.52	83.86	5.15	51.65
	moy. gén.	726.33	29.06	9.97	123.23	4.93	108.13	4.33	24.13	82.86	5.65	56.62

TABLEAU III — Perte de poids des disques de feuilles, au cours des années 1964, 1965 et 1966, dans le biotope de Saint-Henri (humus moder)

Année	No série	Poids initial (mg)			Poids final (mg)				Perte de poids (mg)			
		Humide		Sec (105°C)	Humide		Sec (105°C)		Base humide		Base sèche	
		série	disque (a)	disque (c)	série	disque (b)	série	disque (d)	(a-b)	%	(c-d)	%
1964	M-K6	505.50	20.22	—	124.08	5.17	124.78	4.99	15.05	74.43	4.98	49.95
	M-R16	626.80	25.07	—	153.74	6.15	136.31	5.45	18.92	75.46	4.52	45.34
	moy. M	566.20	22.65	9.97	138.91	5.66	130.55	5.22	16.99	74.95	4.75	47.65
	F-X25	825.10	33.00	—	226.57	9.06	211.26	8.80	23.94	72.54	1.17	11.74
	F-Z6	856.10	34.24	—	280.88	11.24	256.43	8.26	23.00	67.17	1.71	17.15
	moy. F	840.60	33.62	9.97	253.73	10.15	233.85	8.53	23.47	69.86	1.44	14.45
	moy. gén.	703.90	28.24	9.97	196.32	7.91	182.20	6.88	20.23	72.41	3.10	31.05
1965	M-R17	668.40	26.74	—	62.87	2.51	62.68	2.51	24.23	90.61	7.46	74.82
	M-PA	600.60	24.02	—	67.65	2.71	68.42	2.74	21.31	88.71	7.23	72.52
	M-FE	600.60	24.02	—	49.51	1.98	49.54	1.98	22.04	91.75	7.99	80.14
	M-R13	596.70	23.87	—	68.55	2.74	66.14	2.65	21.13	88.52	7.32	73.42
	M-M1	600.60	24.02	—	59.78	2.39	55.85	2.23	21.63	90.04	7.74	77.63
	M-X20	708.20	28.33	—	87.22	3.49	76.78	3.07	24.84	87.68	6.90	69.21
	M-K5	497.80	19.91	—	93.22	3.73	83.29	3.33	16.18	81.26	6.64	66.60
	moy. M	610.41	24.42	9.97	69.83	2.79	66.10	2.64	21.62	88.37	7.33	73.48
	F-X1	873.30	34.93	—	196.17	7.84	171.81	6.87	27.09	77.55	3.10	31.09
	F-Z4	682.00	27.28	—	33.56	1.34	29.88	1.20	25.94	95.09	8.77	87.96
	F-D4	713.10	28.52	—	105.47	4.22	84.08	3.36	24.30	85.20	6.61	66.30
	F-X3	578.40	23.14	—	77.14	3.09	66.22	2.65	20.05	86.64	7.32	73.42
	F-Z7	764.10	30.56	—	26.66	1.07	19.04	0.76	29.49	96.49	9.21	92.38
F-Z9	885.50	35.42	—	138.59	5.54	130.21	5.21	29.88	84.36	4.76	47.74	
F-Z8	748.10	29.92	—	105.71	4.07	93.47	3.59	25.85	86.40	6.38	63.99	
moy. F	749.21	29.97	9.97	97.61	3.88	84.96	3.38	26.09	87.39	6.59	66.13	
	moy. gén.	679.80	27.20	9.97	83.72	3.34	75.53	3.01	23.86	87.88	6.96	69.81
1966	M-X20	708.20	28.33	—	48.74	1.94	41.25	1.65	26.39	93.15	8.32	83.45
	F-7	816.80	32.67	—	13.79	0.55	11.50	0.46	32.12	98.32	9.51	95.42
	moy. gén.	726.50	30.55	9.97	31.27	1.25	26.38	1.06	29.26	95.74	8.42	89.44

TABLEAU IV — Perte de poids des disques de feuilles, au cours des années 1964 et 1965, dans le biotope de Saint-Joachim (humus mull)

Année	No série	Poids initial (mg)			Poids final (mg)				Perte de poids (mg)			
		Humide		Sec	Humide		Sec (105°C)		Base	humide	Base	sèche
		série	disque (a)	disque (c)	série	disque (b)	série	disque (d)	(a-b)	%	(c-d)	%
1964	M-R1	597.50	23.18	—	165.77	6.63	144.41	5.78	16.55	71.40	4.19	42.03
	M-K7	505.20	20.21	—	200.53	8.02	180.51	7.22	12.19	60.32	2.75	27.58
	M-K10	573.10	22.92	—	171.57	6.86	151.01	6.04	16.06	70.07	3.93	39.41
	M-R27	483.80	19.35	—	210.65	8.43	198.55	7.94	10.92	56.43	2.03	20.36
	moy. M	535.40	21.42	9.97	187.13	7.49	168.62	6.75	13.93	64.56	3.23	32.35
	F-Z2	934.70	37.39	—	382.10	15.28	355.60	7.60	22.11	59.13	2.37	23.77
	F-Z13	792.00	31.68	—	255.41	10.22	213.97	8.56	21.46	67.73	1.41	14.14
	F-R20	649.20	25.97	—	196.25	7.55	168.27	6.47	18.42	70.93	3.50	35.11
	moy. F	791.97	31.68	9.97	277.92	11.02	245.95	7.54	20.66	65.93	2.43	24.34
	Moy. gén.	663.65	26.55	9.97	232.53	9.26	207.29	7.15	17.30	65.25	2.83	28.35
1965	M-R4	630.70	25.23	—	65.43	2.62	57.50	2.30	22.61	89.62	7.67	76.93
	M-R6	639.20	25.57	—	102.31	4.09	89.75	3.59	21.48	84.00	6.38	63.99
	M-K23	580.93	23.24	—	98.47	4.10	86.25	3.45	19.00	81.76	6.52	65.40
	M-R14	620.20	24.81	—	56.70	2.36	51.75	2.07	22.45	90.49	7.90	79.24
	M-K13	648.20	25.93	—	62.68	2.51	55.00	2.20	23.42	90.32	7.77	77.93
	moy. M	623.85	24.96	9.97	77.12	3.14	68.05	2.72	21.79	87.24	7.25	72.70
	F-Z14	896.00	35.84	—	23.27	0.93	20.50	0.82	34.91	97.41	9.15	91.78
	F-Z1	631.20	25.25	—	88.93	3.56	78.00	3.12	21.69	85.90	6.85	68.71
	F-R9	636.10	25.44	—	30.36	1.26	27.75	1.11	24.18	95.05	8.86	88.87
	F-Z10	795.20	31.81	—	14.69	0.59	13.00	0.52	31.22	98.15	9.45	94.78
F-R22	585.10	23.40	—	11.82	0.47	10.25	0.41	22.93	97.99	9.56	95.89	
F-Z3	808.40	32.34	—	87.13	3.49	76.50	3.06	28.85	89.21	6.91	69.31	
moy. F	725.33	29.01	9.97	42.70	1.72	37.67	1.51	27.30	93.95	8.46	84.89	
Moy. gén.	674.59	26.99	9.97	59.91	2.43	52.86	2.12	24.55	90.60	7.86	78.80	

Au total, 52 contenants sur 60 ont été retrouvés; 4 contenants ont été perdus à la suite de la disparition des piquets servant de repères; 4 autres n'ont pas été retrouvés (tableau V).

TABLEAU V

Nombre de contenants et de disques ayant fait l'objet des observations.

Année	Château-Richer (mor)		Saint-Henri (moder)		Saint-Joachim (mull)		Total	
	conten.	disques	conten.	disques	conten.	disques	conten.	disques
1964	4	100	4	100	7	175	15	375
1965	7	175	14	350	11	275	32	800
1966	3	75	2	50	—	—	5	125
total maximum	14	350	20	500	18	450	52	1300
possible	20	500	20	500	20	500	60	1500

Dans l'identification des séries de disques, la première lettre est un *M* ou un *F*; il s'agit dans le premier cas, de disques enfermés dans un contenant à mailles serrées du type toile de moustiquaire, dans le second, d'un filet à larges mailles.

Le poids sec initial des disques est évalué à 9.97 mg/disque (9.97 ± 0.28); ce chiffre a été obtenu, après dessiccation à 105°C, de 400 disques préparés de la même façon et au même moment que les disques placés dans les érablières.

Humus de type mor: — Nous reprenons ci-dessous les principaux résultats de la dégradation des disques de feuilles installés dans le biotope à humus mor. Les pertes de poids sont exprimées par rapport au poids frais et par rapport au poids sec (chiffres entre parenthèses).

1964,	M :	74.58%	(50.00)
	F :	77.45%	(47.94)
	moy.:	76.02%	(48.97)
1965,	M :	78.13%	(57.30)
	F :	80.04%	(46.52)
	moy.:	79.09%	(53.56)
1966,	M :	81.86%	(61.59)
	F :	83.86%	(51.65)
	moy.:	82.86%	(56.62)

On observe, dans le cas du mor, une importante perte de poids, atteignant 76.02% (48.97%) au cours de la première année; après deux ans (en 1965), la perte n'est pas beaucoup plus élevée: elle atteint 79.09% (53.56%), soit seulement 3.07% (4.59%) de plus qu'après la première année (en 1964); après

trois ans (en 1966), la perte atteint 82.86% (56.62%), soit une augmentation de 3.77% (3.06%) par rapport à 1965. Deux phases distinctes doivent être considérées dans la décomposition de la matière organique dans ce milieu, d'une part une rapide perte de poids au cours de la première année, d'autre part un important freinage de la décomposition à partir de la deuxième année; ce freinage a même tendance à s'accroître au cours de la troisième année. Dans ce biotope, la dégradation de la matière organique se poursuit très lentement, à tel point qu'on y observe une importante accumulation de matière organique.

TABLEAU VI

Pertes de matière organique calculées pour les années (n) 1964, 1965 et 1966 par rapport à l'année initiale (no, 1963) et par rapport à chaque année précédente (n-1).

Biotope	Année	b.h. ou b.s.	Séries M		Séries F		Moyenne	
			perte/ no	perte/ n-1	perte/ no	perte/ n-1	perte/ no	perte/ n-1
Saint-Joachim	1964	b.h.	64.56	—	65.93	—	65.25	—
		b.s.	32.35	—	24.34	—	28.35	—
	1965	b.h.	87.24	22.68	93.95	28.02	90.60	25.35
		b.s.	72.70	40.35	84.89	60.55	78.80	50.45
Saint-Henri	1964	b.h.	74.95	—	69.86	—	72.41	—
		b.s.	47.65	—	14.45	—	31.05	—
	1965	b.h.	88.37	13.42	87.39	17.53	87.88	15.47
		b.s.	73.48	25.83	66.13	51.68	69.81	38.86
	1966	b.h.	93.15	4.78	98.32	10.93	95.74	7.86
		b.s.	83.45	9.97	95.42	29.29	89.44	19.63
Château-Richer	1964	b.h.	74.58	—	77.45	—	76.02	—
		b.s.	50.00	—	47.94	—	48.97	—
	1965	b.h.	78.13	3.55	80.04	2.59	79.09	3.07
		b.s.	57.30	7.30	46.52	1.42	53.56	4.59
	1966	b.h.	81.86	3.73	83.86	3.82	82.86	3.77
		b.s.	61.59	4.29	51.65	5.13	56.62	3.06

no : année initiale 1963

n-1 : année précédente

b.h.: base humide: calculs par rapport au poids humide

b.s.: base sèche: calculs par rapport au poids sec à 105°C

FACTEURS EN CAUSE: — Parmi les facteurs qui influencent la réduction de poids, au cours de la première phase de dégradation, se détachent tout spécialement les *conditions microclimatiques* des horizons superficiels. Celles-ci varient très fort d'un milieu à l'autre. Ce microclimat est sous la dépendance du climat de la station, mais dépend également de la nature des horizons superficiels et en particulier de l'accumulation de la matière organique au sol. Celle-ci, comme on le verra plus loin, est maximum dans le biotope à humus mor, inter-

médiaire dans le moder et minimum dans le mull. C'est également dans le mor que l'apport annuel de matière organique est le plus élevé (322 g/m²). C'est dans le mor encore que la température au sol est la plus basse. Nous donnons dans le tableau VII, les températures journalières (min., max., moy.) au sol, enregistrées, entre le 17 juillet et le 11 août 1964, dans les biotopes de Château-Richer (mor) et de Saint-Henri (moder). La forte accumulation de litière, dans ce biotope, a pour effet de maintenir un taux d'humidité plus élevé dans les horizons superficiels du sol.

TABLEAU VII

Températures minimums, maximums et moyennes (en °C) enregistrées à 15 cm au-dessus du sol, en juillet et août 1964, dans les biotopes de Château-Richer et de Saint-Henri.

Dates 1964	Château-Richer			Saint-Henri		
	min.	max.	moy.	min.	max.	moy.
juillet — 17	20.1	24.5	22.3	—	—	—
18	20.1	27.8	24.0	20.1	28.9	24.5
19	16.7	18.4	17.6	20.1	22.8	21.5
20	8.3	20.1	14.2	12.2	23.3	17.8
21	12.2	20.1	16.2	16.1	22.8	19.5
22	15.6	25.0	20.3	19.0	25.6	22.3
23	12.2	16.7	14.5	15.0	16.7	15.9
24	11.1	20.1	15.6	12.8	21.1	17.0
25	11.1	25.0	18.1	12.2	24.5	18.4
26	11.7	23.9	17.8	13.4	24.5	19.0
27	14.5	25.0	20.0	17.8	23.3	20.5
28	13.9	25.6	20.0	17.3	27.3	22.3
29	17.8	20.1	19.0	19.0	27.8	23.4
30	11.1	19.0	15.1	12.2	18.4	15.3
31	6.6	19.0	12.8	9.4	20.1	15.0
moy. juillet	13.5	22.0	17.8	15.5	23.4	19.5
août — 1	8.3	21.1	14.7	9.4	23.3	16.4
2	11.1	18.4	15.0	15.0	20.6	17.8
3	7.8	21.1	14.5	11.1	21.7	16.4
4	8.9	20.6	15.0	10.6	23.3	17.0
5	12.8	15.6	14.2	15.6	19.5	17.5
6	10.0	16.7	13.4	12.8	19.0	15.9
7	6.6	21.1	13.9	10.0	23.3	16.7
8	12.8	19.0	15.9	17.3	22.2	20.0
9	8.9	11.1	10.0	12.2	13.4	12.8
10	7.2	16.7	12.0	11.7	19.5	15.6
11	—	—	—	13.4	23.9	18.7
moy. août	9.4	18.1	13.9	12.7	20.9	16.8
moy. juillet et août	11.9	20.5	16.2	14.2	22.3	18.3

Interviennent en second lieu des *processus microbiologiques*. Les premiers organismes intervenant dans la dégradation de la matière organique du sol sont les populations microbiennes; comme conditions essentielles de développement, celles-ci requièrent un substrat riche en matière organique et un taux d'humidité élevé; en ce qui concerne ces deux facteurs, les biotopes se rangent dans l'ordre décroissant suivant: mor, moder, mull. On doit donc s'attendre à trouver des populations microbiennes plus élevées dans l'humus mor et c'est en effet ce que l'on observe.

Pour l'humus mor, c'est dans la litière fraîchement tombée que l'on trouve les populations bactériennes les plus élevées; les horizons sous-jacents sont très pauvres. L'activité des microorganismes dans la litière récente résulte à la fois de conditions microclimatiques favorables et de la disponibilité, temporaire, de glucides facilement décomposables présents dans les feuilles fraîchement tombées.

De même que pour les Bactéries, les Moisissures sont également plus abondantes dans la litière de ce milieu que dans les horizons sous-jacents. C'est dans la litière fraîchement tombée, de l'humus mor, que l'on a obtenu les densités fongiques les plus élevées: mor, 51,000/g; mull, 28,700/g; moder, 5,500 à 8,000/g.

L'intervention de la *mésafaune* dans le mor est relativement réduite. On trouve dans la litière âgée une moyenne de 90,000 Microarthropodes par m², dont 88% sont constitués d'Acariens et 11% de Collemboles. Cette densité, compte tenu de l'épaisseur des horizons organiques, est très faible; elle est du même ordre de grandeur que celle obtenue pour les biotopes forestiers équatoriaux où il n'y a aucune accumulation de matière organique peu décomposée.

Cette mésofaune relativement faible, jointe à l'absence de macrofaune, expliquent le freinage brutal des processus de transformation, après une première phase dominée par les processus microbiens. La microflore, concentrant son activité dans la litière fraîchement tombée, la dégradation dans le mor, après la première année devient très faible (perte de 1965 par rapport à 1964: 3.07% (b.h.)¹ et 4.59% (b.s.)¹; ceci résulte de la pauvreté de la microflore qui n'a plus à sa disposition de sources énergétiques facilement utilisables et au manque d'intervention directe et indirecte (stimulation de la microflore; rupture de stases microbiennes) de la mésofaune.

Le dynamisme biologique, dans les horizons âgés de la litière et, à fortiori, dans les couches sous-jacentes, étant réduit, il en résulte un turn-over très faible et une accumulation de matière organique peu décomposée; celle-ci a aussi pour effet de réduire l'aération du milieu, jouant par là un rôle défavorable vis-à-vis de la pédofaune. La mésofaune est défavorisée par le climat plus rigoureux sévissant dans le biotope à humus mor.

Le rôle de la *macrofaune* dans ce biotope est négligeable.

Dans ce milieu, le climat a un effet freinant; alors qu'il favorise par son humidité la microflore au cours de la première année, son effet sur la pédofaune est limitant. La mésofaune n'intervenant que peu, permet l'installation de stases microbiennes dans les horizons situés sous la litière fraîchement tombée; quant à la macrofaune, son rôle est négligeable. Au total le dynamisme biologique de ce milieu est très réduit et la matière organique s'accumule.

1. b.h.: base humide; b.s.: base sèche.

Humus de type moder: — L'allure des processus de transformation est très différente dans le cas de l'humus de type moder.

Nous donnons ci-dessous les résultats d'ensemble pour ce milieu; les chiffres entre parenthèses expriment la perte de poids par rapport au poids sec:

1964,	M :	74.95%	(47.65)
	F :	69.86%	(14.45)
	moy.:	72.41%	(31.05)
1965,	M :	88.37%	(73.48)
	F :	87.39%	(66.13)
	moy.:	87.88%	(69.81)
1966,	M :	93.15%	(83.45)
	F :	98.32%	(95.42)
	moy.:	95.74%	(89.44)

On observe, au cours de la première année, une perte de poids moins forte que dans le mor typique; cette perte atteint, pour le moder 72.41% (31.05), contre 76.02% (48.97) pour le mor.

En revanche, si l'on examine la dégradation après une période de 2 ans (en 1965), on observe une perte de 87.88% (69.81) pour le moder contre 79.09% (53.56) pour le mor; après une période de 3 ans (en 1966), on obtient une perte de 95.74% (89.44) pour le moder et 82.86% (56.62) pour le mor.

Autrement dit, au cours de la deuxième année (en 1965), la perte dans le moder atteint 15.47% (38.76), tandis qu'elle ne s'élève qu'à 3.07% (4.59) dans le mor; au cours de la troisième année (en 1966), la perte dans le moder atteint 7.86% (19.63) et dans le mor 3.77% (3.06); les pertes cumulées au cours des deuxième et troisième années (en 1965 et 1966) atteignent, dans le moder, 23.23% (58.39%) et, dans le mor, 6.84% (7.65).

Il n'y a donc pas, dans le cas du moder, un freinage aussi brutal que celui observé dans le mor. Ceci traduit un dynamisme biologique plus intense dans le cas du moder, d'où résulte une accumulation de matière organique beaucoup moins importante que dans le cas du mor (voir plus loin).

FACTEURS EN CAUSE — Les *conditions microclimatiques* sont moins rigoureuses dans ce milieu que dans le mor: durée d'enneigement moins longue, premières neiges plus tardives, fonte plus précoce et plus rapide. Les horizons superficiels du sol ont une température moyenne plus élevée et un taux d'humidité plus faible; la température moyenne, au sol (tableau VII), pour juillet et août, est plus élevée de 2°C que dans le biotope à humus mor. Ces facteurs sont d'autant plus marqués que le taux de matière organique au sol est beaucoup moins élevé que dans le mor, par suite du manque relatif d'accumulation de matière organique dans le moder, résultant d'une dégradation plus rapide,

et d'un apport annuel plus faible ($256 \pm 13 \text{ g/m}^2$ dans le moder; $332 \pm 30 \text{ g/m}^2$ dans le mor; voir tableau I).

Les conditions microclimatiques régnant dans la litière et influençant la phase de *décomposition microbienne* sont moins favorables que dans le cas du mor; les populations microbiennes, dans le mor et le moder, au niveau de la litière, sont les suivantes (par g):

	<i>mor</i>	<i>moder</i>
Bactéries.....	1,655,000	96,000
Moisissures.....	30,000	6,700

Les conditions microclimatiques sont encore moins favorables aux processus microbiens, dans le cas du mull, où l'horizon hologranique est très réduit, restreint en fait à la litière de l'année, elle-même en voie de décomposition rapide.

Il en résulte que la perte de poids des disques de feuilles, au cours de la première année (1964) est plus faible dans le moder [72.41% (31.05%)] que dans le mor [76.02% (48.97%)].

Dès la deuxième année (1965), la litière de l'année précédente se trouve recouverte par les feuilles de la nouvelle chute; celles-ci déterminent un couvert et des conditions microclimatiques (température et taux d'humidité plus élevés) d'autant plus favorables dans les horizons sous-jacents, que le biotope lui-même est, comparativement au milieu à humus mor, favorisé par un climat plus doux. L'ensemble de ces conditions favorisent l'intervention de la *mésos-faune*. Les Microarthropodes ($121.000/\text{m}^2$) attaquent la litière âgée d'un an et sont responsables d'une dégradation importante:

perte 2e année / 1ère:	dans le moder	15.47% (38.76)
	dans le mor	3.07% (4.59)
perte 3e année / 2ème:	dans le moder	7.86% (19.63)
	dans le mor	3.77% (3.06)

Cette dégradation entraîne la formation, sous la litière, d'un horizon F caractérisé par une activité biologique intense; un tel horizon fait défaut dans l'humus mor. La perte de matière sèche atteint, au bout de 3 ans, 90% dans le cas du moder et 57% seulement dans le cas du mor.

Tandis que dès la 2e année, l'activité biologique est considérablement freinée dans le mor, un nouveau type d'activité apparaît dans le moder, faunique cette fois, particulièrement efficace en ce qui concerne les processus d'humification et de minéralisation, par suite, dans ce dernier cas, de la stimulation que la faune terricole exerce sur les microorganismes décomposeurs.

Le dynamisme biologique du milieu est élevé et l'accumulation de matière organique non décomposée est relativement faible (tableau VIII). On voit que

les processus de transformation de la matière organique présentent, dans le mor et le moder, des contrastes considérables.

Dans le mor, les conditions microclimatiques plus rigoureuses, si elles favorisent la dégradation dans la première phase de la décomposition, par suite du taux d'humidité élevé, deviennent un facteur limitant, surtout au point de vue de la température cette fois, au cours des phases ultérieures. Une augmentation de température stimule en effet considérablement l'activité des organismes poïkilothermes.

TABLEAU VIII

Comparaison de l'accumulation de matière organique au sol et de l'apport de matière organique dans les biotopes.

Biotopes	Accumulation de matière organique au sol				apport mat. org.		
	L (g/m ²)	F (g/m ²)	H (g/m ²)	total (g/m ²)	total (t/ha)	g/m ²	t/ha
Mull	301 93.7%	159 42.4%	741 15.8%	1201	12.0	244 (1) ± 19	2.4
Moder- mulloïde*	242 89.7%	440 30.5%	1222 19.7%	1904	19.0	220	2.2
Moder	317 89.8%	1142 29.7%	1468 14.7%	2927	29.3	256 (1) ± 13	2.6
Mor	—	—	—	6135 (1964)	62.3	322 (1) ± 30	3.2
	832 92.7%	1180 83.5%	4304 34.2%	6316 (1966)			

1. Moyenne des chutes de feuilles pour 1964, 1965 et 1966 (voir tableau I).

* Ce biotope, comme le biotope à humus moder, est situé à Saint-Henri.

— Les % représentent le taux de matière organique.

Humus de type mull: — Un des faits qui caractérisent l'humus de type mull est l'absence de litière au début de la chute de feuilles automnale; dans le mor et le moder, on observe, au contraire, une litière plus âgée, d'épaisseur variable.

Synthèse des résultats:

1964,	M :	64.56%	(32.35)
	F :	65.93%	(24.34)
	moy.:	65.25%	(28.35)
1965,	M :	87.24%	(72.70)
	F :	93.95%	(84.89)
	moy.:	90.60%	(78.80)

Dans le cas de ce biotope, on ne peut se contenter d'interpréter strictement les chiffres obtenus, car la présence des contenants a constitué un obstacle à la dégradation des disques de feuilles. Les principaux responsables de

la dégradation de la matière organique dans ce milieu sont en effet les Lumbricides. La présence des contenants a mis en grande partie les disques à l'abri de l'intervention des Vers.

Contrairement aux chiffres, les observations effectuées sur le terrain montrent une disparition quasi totale de la litière au cours de l'année, à tel point qu'il ne subsiste plus de feuilles sur le sol, au moment où débute la nouvelle chute automnale.

Si l'on s'en tient strictement aux chiffres, on observe que les pertes de la matière organique, après un an [65.25% (28.35%)]¹, sont moindres que dans le cas du moder [72.41% (31.05%)] et du mor [76.02% (48.97%)]; il n'en est plus de même au cours de la deuxième année (1965) où la dégradation s'avère plus grande dans le mull [90.60% (78.80%)] que dans le mor [79.09% (53.56%)] et le moder [87.88% (69.81%)]. Il est intéressant de noter que l'influence du type de contenant se marque assez nettement dans le cas du mull; c'est ainsi qu'en 1965, la décomposition dans les séries M atteignait [87.24% (72.70)], tandis qu'elle était de [93.95% (84.89)] pour les séries F. Cette différence de [6.71% (12.19)] s'explique par l'obstacle plus grand constitué par les contenants à mailles serrées (séries M), vis-à-vis des Vers et d'un autre groupe animal abondamment représenté dans ce milieu, celui des Diplopodes.

FACTEURS EN CAUSE: — Les *influences microclimatiques* interviennent moins ici que dans les autres milieux, par suite du manque d'accumulation de matière organique; l'épaisse litière qui caractérise le mor et qui joue un rôle tampon dans l'équilibre hydrique de ce milieu, fait défaut dans le mull. Les débris organiques de surface sont exposés à des fluctuations importantes du taux d'humidité: des périodes de sécheresse peuvent même survenir, pendant lesquelles la décomposition est freinée, voire arrêtée. Il en résulte que la perte de poids, au cours de la 1ère année, si l'on fait abstraction de l'intervention des Vers de terre, est plus faible dans le mull [65.25% (28.35)] que dans le moder [72.41% (31.05)] ou le mor [76.02% (48.97)]. Le milieu à humus moder se situe à ce point de vue entre le mull et le mor.

Pour les mêmes raisons, l'*activité microbienne* est assez faible dans la litière de l'humus mull et très dépendante des conditions microclimatiques.

Pour des raisons à la fois de microclimat, de compacité et de concurrence pour les sources énergétiques, la *mésafaune* est réduite dans l'humus de type mull (22,000 Microarthropodes/m²).

Le facteur qui prédomine dans le mull et dont dépend le dynamisme du milieu, est constitué par la *macrofaune* et, plus précisément, par les Lumbricides.

1. Le premier chiffre correspond aux calculs par rapport au poids humide, le second, entre parenthèses, aux calculs par rapport au poids sec.

Un échantillonnage effectué dans 10 parcelles de $\frac{1}{4}$ m² donne une population de 406 individus/m² (4 millions/ha), représentant une biomasse de 60 g (600 kg/ha).

Ces chiffres sont élevés. Bornebusch (1930) a trouvé de 5 à 100 Vers par m². Ponomareva (1950) en dénombre 294, dans une chênaie, et 61 par m² dans une pineraie. Pour un bon pâturage de basses terres en Angleterre, Satchell (1960) obtient une densité de 740 Vers/m², représentant une biomasse de 122 g, soit 1,225 kg/ha.

ACCUMULATION DE MATIÈRE ORGANIQUE AU SOL

Nous donnons dans le tableau VIII les quantités de matière organique au sol, en g/m² (poids sec), dans les différents biotopes.

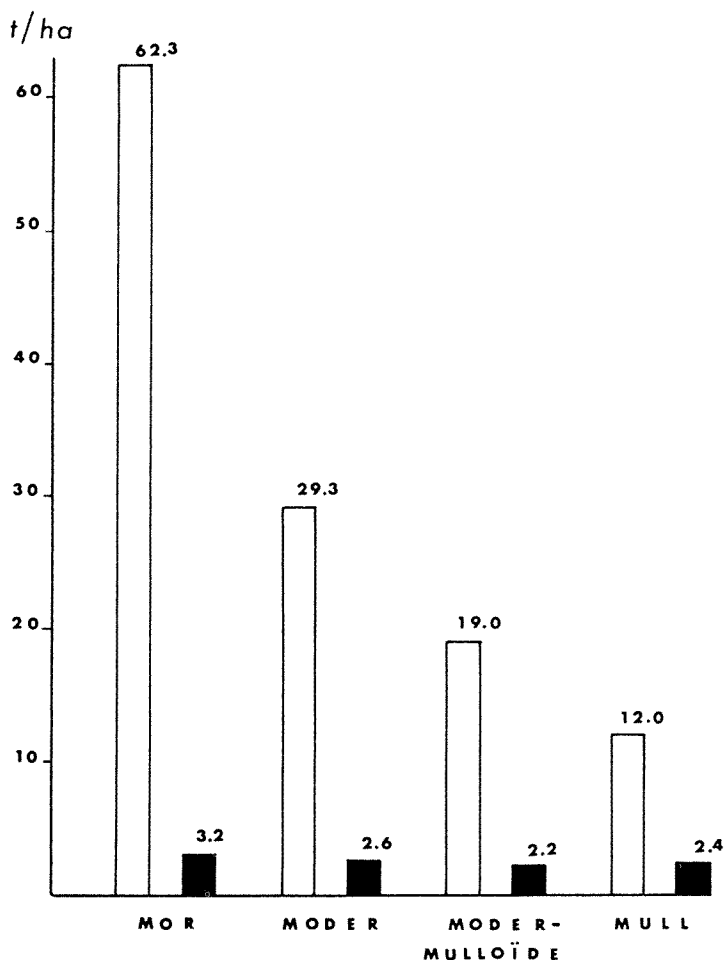


FIGURE 4. Apport annuel de résidus végétaux (colonnes noires) et matière organique accumulée au sol (colonnes blanches) dans les érablières.

Ces chiffres doivent être analysés en regard des vitesses de dégradation de la matière organique.

La figure 4 illustre les apports et les accumulations de matière organique dans les érablières.

Humus mor (Château-Richer)

La décomposition est très lente dans les conditions de ce milieu (fig. 5); il en résulte une importante accumulation de matière organique peu décomposée atteignant 62.3 t/ha (tableau VIII), sur une épaisseur de 15 à 20 cm.

Le prélèvement des horizons a été fait, comme on l'a décrit plus haut, en s'aidant du cercle métallique de $\frac{1}{4}$ m² afin de délimiter adéquatement l'aire d'échantillonnage. En réalité la quantité de matière organique accumulée doit être supérieure au chiffre donné, vu que l'échantillonnage s'est arrêté avant que ne soit atteint l'horizon A2; la dernière couche prélevée possède encore un taux de matière organique de 64.4% (déterminé par perte à la calcination). Il n'est pas exagéré d'admettre que la quantité de matière organique accumulée au sol jusqu'à l'horizon A2, atteigne 100 t/ha (matière sèche).

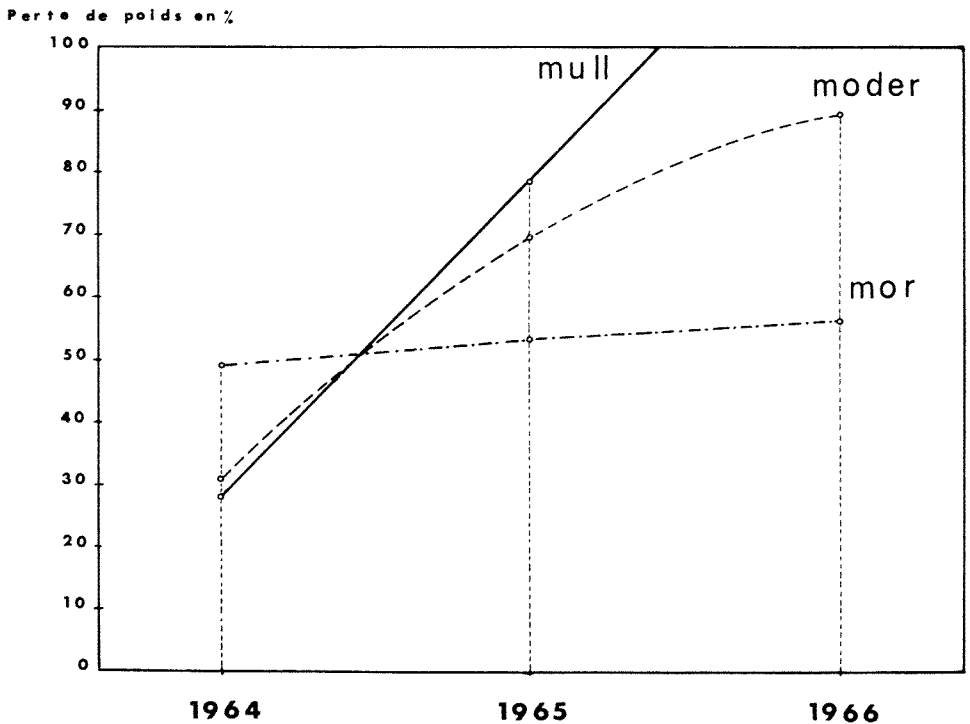


FIGURE 5. Dégradation de la matière organique, déterminée par la perte de poids de disques de feuilles, en 1964, 1965 et 1966, dans les trois érablières (humus mull, moder et mor).

Humus moder (Saint-Henri)

L'activité biologique dominante dans ce milieu est celle de la mésofaune. L'accumulation de matière organique au sol atteint, dans le moder typique, 29.3 t/ha.

Dans un biotope voisin, où l'humus présente un type intermédiaire (moder-mulloïde) caractérisé par des populations, assez faibles, de Lumbricides (nombre: 51/m²; biomasse: 12 g/m²), la quantité de matière organique accumulée au sol atteint 19.0 t/ha. Ce contraste, alors que les 2 biotopes se trouvent dans des conditions de végétation et de climat analogues, met en évidence l'influence de l'activité des Oligochètes dans la dégradation de la matière organique: l'accumulation de matière organique est supérieure de 10 t/ha, dans le biotope dépourvu de Vers.

Humus mull (Saint-Joachim)

La litière est dégradée en un an; une partie de la matière organique est incorporée dans le sol, par suite de l'activité des Vers, constituant dans ce milieu des complexes argilo-humiques. Il reste, avant la nouvelle chute de feuilles, quelques débris végétaux au sol (brindilles, pétioles) dont le poids ne dépasse pas 12 t/ha.

Conclusions

PERTES DE MATIÈRE ORGANIQUE

Nous avons tracé un graphique (figure 5) donnant les pertes de matière organique, mesurées par la perte de poids des disques de feuilles, pour chacun des biotopes. La matière organique, retournée annuellement au sol dans l'humus moder, mettra 3 ans pour perdre 90% (95%, dans le cas des séries F) de son poids sec. On peut supposer que la dégradation totale nécessiterait 4 années; il faut cependant s'attendre à une durée plus longue, la courbe ayant tendance à devenir asymptotique.

Dans le cas du mor, on observe que la courbe, dès la première année, ne s'élève plus que très lentement. Supposant une perte de 3% par an, il faudrait encore 14 à 15 ans pour obtenir une dégradation complète de la matière organique; la révolution totale serait donc de 17 à 18 ans. En fait une telle hypothèse n'est pas conforme à la réalité, car il y a tout lieu d'admettre que le taux de disparition de la matière organique n'est pas constant d'une année à l'autre, mais qu'il va au contraire, s'amenuisant. C'est ce que l'on observe en 1966 (3.06% de perte entre 1965 et 1966) par rapport à 1965 (4.59% de perte entre 1964 et 1965). On peut considérer, avec Minderman (1967), qu'il existe un taux de décomposition décroissant à tel point qu'il reste, après quelques années, une fraction organique pratiquement indécomposée, subsistant quasi indéfiniment.

Dans le cas du mull, le graphique montre que, même dans les conditions de l'essai, la matière organique disparaît en 3 ans; en réalité, les processus de dégradation sont, comme nous l'avons indiqué plus haut, beaucoup plus rapides, du fait de l'intervention des Lumbricides.

Nous avons calculé (voir tableaux IX et X) la quantité de résidus organiques accumulés dans les humus mor et moder. Après 3 années (en 1966), les résidus accumulés dans le biotope à humus mor atteignent 461 g/m², alors qu'ils n'atteignent que 293 g/m² dans le moder. La différence entre ces 2 milieux ne peut que s'accroître au cours d'une période plus longue.

TABLEAU IX

Résidus accumulés dans l'humus mor

Année	Apport g/m ²	Résidus de 1963	Résidus de 1964	Résidus de 1965	Résidus depuis 1963
1963	322	—	—	—	—
1964	333	302 (1-0.49) = 164.22	—	—	164.22
1965	332	322 (1-0.54) = 148.12	333 (1-0.49) = 169.83	—	317.95
1966	300	300 (1-0.57) = 138.46	333 (1-0.54) = 153.18	322 (1-0.49) = 169.32	460.96

TABLEAU X

Résidus accumulés dans l'humus moder

Année	Apport g/m ²	Résidus de 1963	Résidus de 1964	Résidus de 1965	Résidus depuis 1963
1963	256	—	—	—	—
1964	261	(1-0.31) 256 = 176.64	—	—	176.64
1965	271	(1-0.70) 256 = 76.80	(1-0.31) 261 = 180.09	—	256.89
1966	237	(1-0.89) 256 = 28.16	(1-0.70) 261 = 78.30	(1-0.31) 271 = 186.99	293.45

CALCUL DU FACTEUR DE DÉCOMPOSITION

Nous référant aux études de Jenny *et al.* (1946) et de Laudelout *et al.* (1960), nous avons calculé le facteur de décomposition k à partir de l'expression $A = k(L + A)$, où A est l'apport annuel de matière organique au sol (en t/ha; b.s.) et L , le poids de litière (en t/ha; b.s.) (voir tableau XI).

TABLEAU XI

Apport annuel, matière organique et facteur de décomposition pour les érablières.

Biotope	Apport annuel A (t/ha) (1)	Mat. org. au sol L (t/ha) (2)	Facteur de décomp. k (%)
Erabl. à mull	2.44	12.0	34.62
Erabl. à moder	2.56	29.3	8.03
Erabl. à mor	3.22	62.3	4.91

1. Données du tableau VIII.

2. La matière organique au sol comprend non seulement la litière s.s. (L), mais encore l'horizon humique supérieur, à feutrage composé de débris à demi décomposés et stratifiés (F); pour les érablières à mor et à moder, elle comprend en outre l'horizon H.

Les valeurs de k, obtenues dans les érablières de Québec sont, à l'exception de celle relative à l'érablière à mull, du même ordre de grandeur que les valeurs fournies par Jenny *et al.* (1946), pour des chênaies (k = 6 à 12%) et pineraies (k = 1 à 3%) de Californie. Quant au facteur de décomposition obtenu pour l'érablière à mull (35%), il se compare au chiffre obtenu pour la forêt secondaire congolaise (37%) (Maldague, 1967); on observe de fait, dans l'érablière à mull, une disparition très rapide (en moins d'un an; voir figure 5), sous l'effet des Oligochètes, des résidus retournés au sol.

C'est pour le biotope à humus mor que l'on obtient la valeur la plus faible, inférieure à 5%.

ACCUMULATION DE MATIÈRE ORGANIQUE AU SOL

Utilisant les données de l'expérience de décomposition des disques de feuilles, nous avons calculé la quantité de résidus qui s'accumulaient pendant 3 ans (t_1 , 1964; t_2 , 1965; t_3 , 1966) dans les érablières à mor et à moder, en nous basant sur deux groupes de données expérimentales: l'apport de matière organique (A) d'une part et le facteur de décomposition (k) d'autre part. Jenny *et al.* (1946) ont procédé d'une manière analogue, mais en supposant l'équilibre établi.

Nous avons utilisé, dans le cas des érablières, les facteurs de décomposition, mesurés chaque année, à partir des pertes de poids des disques de feuilles, ayant séjourné 1, 2 ou 3 années en forêt. Nous résumons ces données de départ dans le tableau XII (voir aussi le tableau VI).

TABLEAU XII

Perte de matière organique (%), facteur de décomposition k et apport de matière organique (A) dans les érablières à mor et à moder en 1964, 65 et 66.

Humus	Année	Perte de mat. org. (%)	Δ $t_n + 1/t_n$	Facteur de décomp. k	Apport de mat. org. (A)
Mor	t ₁ , 1964	48.97	—	k ₁ : 0.49	A ₀ : 322
	t ₂ , 1965	53.56	4.59	k ₂ : 0.54	A ₁ : 333
	t ₃ , 1966	56.62	3.06	k ₃ : 0.57	A ₂ : 332
Moder	t ₁ , 1964	31.05	—	k ₁ : 0.31	A ₀ : 256
	t ₂ , 1965	69.81	38.86	k ₂ : 0.70	A ₁ : 261
	t ₃ , 1966	89.44	19.63	k ₃ : 0.89	A ₂ : 271

ACCUMULATION DANS L'ÉRABLIÈRE À HUMUS MOR, EN g/m² (VOIR TABLEAU IX)

$$\begin{aligned} \text{En 1964 (t}_1\text{), } F_1 &= A_0 (1 - k_1) = (\text{résidus de 1963 en 1964, } r_1) \\ &= \mathbf{164.22 \text{ m/g}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{En 1965 (t}_2\text{), } F_2 &= A_0 (1 - k_2) [= 148.12 (\text{résidus de 1963 en 1965, } r_2)] \\ &+ A_1 (1 - k_1) [= 169.83 (\text{résidus de 1964 en 1965, } r_1)] \\ &= \mathbf{317.95 \text{ g/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{En 1966 (t}_3\text{), } F_3 &= A_0 (1 - k_3) [= 138.46 (\text{résidus de 1963 en 1966, } r_3)] \\ &+ A_1 (1 - k_2) [= 153.18 (\text{résidus de 1964 en 1966, } r_2)] \\ &+ A_2 (1 - k_1) [= 169.32 (\text{résidus de 1965 en 1966, } r_1)] \\ &= \mathbf{460.96 \text{ g/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Poids moyen des résidus d'un an (} r_1 \text{)} &= 167.79 \\ \text{Poids moyen des résidus de 2 ans (} r_2 \text{)} &= 150.65 \\ \text{Poids moyen des résidus de 3 ans (} r_3 \text{)} &= 138.46 \end{aligned}$$

On constate que le taux de décomposition est faible et diminue en fonction du temps (exponentiellement).

En supposant l'apport de matière organique constant ($A = 322 \pm 30$ g/m²; voir tableau VIII), nous calculons ci-dessous les pertes annuelles de matière organique par m² entre 1963 et 1964, 1964 et 1965, 1965 et 1966.

$$\begin{aligned} \text{Perte 1963 — 64} &= A - r_1 \text{ moy.} = 322 - 167.79 = 154.21 \text{ g/m}^2; \\ &\text{taux de décomposition: } 47.8\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perte 1964 — 65} &= r_1 \text{ moy.} - r_2 \text{ moy.} = 167.79 - 150.65 = 17.14 \text{ g/m}^2; \\ &\text{taux de décomposition: } 10.4\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perte 1965 — 66} &= r_2 \text{ moy.} - r_3 \text{ moy.} = 150.65 - 138.46 = 12.19 \text{ g/m}^2; \\ &\text{taux de décomposition: } 7.6\% \end{aligned}$$

Si l'on considère pour les années qui suivent, un taux de décomposition de 4.91 (voir tableau XI), il faudrait encore un peu plus de 20 années avant d'obtenir la disparition totale des feuilles tombées au sol en 1963 (année initiale); en s'en tenant donc aux données d'observation d'une part (pour les 3 premières années) et au facteur k , supposé constant, pour les autres années, d'autre part, on en arrive à une durée de 23 années. En réalité, rien n'autorise à supposer k constant à partir de la 4^e année. Il en résulte que le « steady state » ne doit pas être atteint dans l'érablière à mor après ce délai et que la durée calculée à partir de l'égalité $t = 3.0/k$ (Jenny *et al.*, 1946) doit être plus près de la réalité.

ACCUMULATION DANS L'ÉRABLIÈRE A HUMUS MODER, EN g/m^2 (VOIR TABLEAU X).

$$\begin{aligned} \text{En 1964 } (t_1), F_1 &= A_0 (1 - k_1) = (\text{résidus de 1963 en 1964, } r_1) \\ &= \mathbf{176.64 \text{ g/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{En 1965 } (t_2), F_2 &= A_0 (1 - k_2) [= 76.80 (\text{résidus de 1963 en 1965, } r_2)] \\ &+ A_1 (1 - k_1) [= 180.09 (\text{résidus de 1964 en 1965, } r_1)] \\ &= \mathbf{256.89 \text{ g/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{En 1966 } (t_3), F_3 &= A_0 (1 - k_3) [= 28.16 (\text{résidus de 1963 en 1966, } r_3)] \\ &+ A_1 (1 - k_2) [= 78.30 (\text{résidus de 1964 en 1966, } r_2)] \\ &+ A_2 (1 - k_1) [= 186.99 (\text{résidus de 1965 en 1966, } r_1)] \\ &= \mathbf{293.45 \text{ g/m}^2} \end{aligned}$$

$$\text{Poids moyen des résidus d'un an } (r_1) = 181.24$$

$$\text{Poids moyen des résidus de 2 ans } (r_2) = 77.55$$

$$\text{Poids moyen des résidus de 3 ans } (r_3) = 28.16$$

Supposant à nouveau l'apport de matière organique constant ($A = 256 \pm 13 \text{ g/m}^2$; voir tableau VIII), nous calculons ci-dessous les pertes annuelles de matière organique par m^2 entre 1963 et 1964, 1964 et 1965, 1965 et 1966.

$$\begin{aligned} \text{Perte 1963 — 64} &= A - r_1 \text{ moy.} = 256 - 181.24 = 74.76 \text{ g/m}^2; \\ &\text{taux de décomposition: } 29.2\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perte 1964 — 65} &= r_1 \text{ moy.} - r_2 \text{ moy.} = 181.24 - 77.55 = 103.69 \text{ g/m}^2 \\ &\text{taux de décomposition: } 57.0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perte 1965 — 66} &= r_2 \text{ moy.} - r_3 \text{ moy.} = 77.55 - 28.16 = 49.39 \text{ g/m}^2; \\ &\text{taux de décomposition: } 63.6\% \end{aligned}$$

En se référant aux données d'observation, il y a tout lieu de supposer que les 28.16 g de matière organique, persistant par m^2 (résidus de l'année t_0 , 1963), disparaîtront dans le courant de l'année suivante (1966 — 67).

Nous comparons dans la figure 6 l'évolution de l'accumulation des résidus et du taux de décomposition pour l'érablière à humus mor et à humus moder. On constate que l'équilibre de flux est atteint dès la 4e année, dans l'humus moder, si l'on s'en tient strictement à la disparition des tissus végétaux des disques de feuilles. En réalité cependant, le «steady state» ne sera pas atteint aussi rapidement, car une partie de la matière organique dégradée se retrouve dans les horizons supérieurs du profil, soit sous forme de particules de plus petites dimensions, soit sous forme de déjections ou de matériaux de construction. Ceci est d'autant plus vraisemblable que ce sont, dans l'humus moder, les Microarthropodes qui constituent l'élément dominant de la faune.

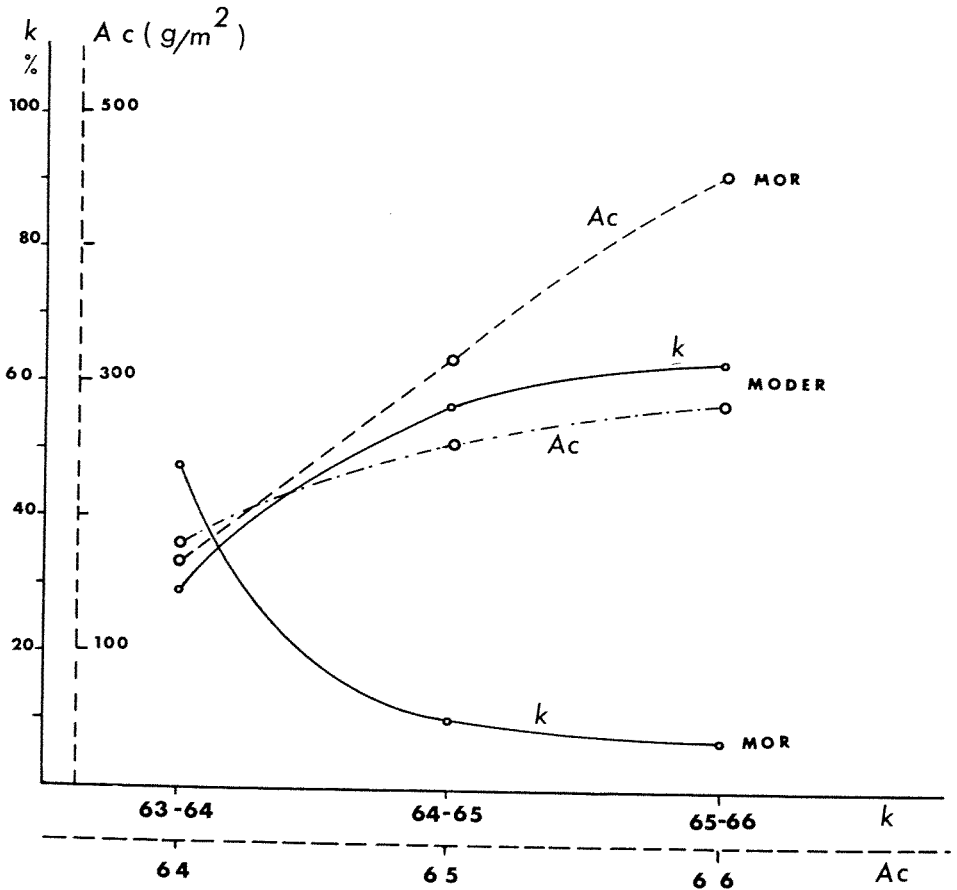


FIGURE 6. Évolution de l'accumulation (Ac) des résidus et du taux de décomposition (k) pour les érablières à humus mor et moder, au cours des années 1964, 1965 et 1966 (année initiale, 1963).

ÉNERGIE ACCUMULÉE AU SOL

Il est intéressant de rapprocher ces différentes modalités de décomposition des humus, mises en évidence par la dégradation de disques de feuilles, des résultats fournis par des études calorimétriques (Maldague et Lussier, 1968).

Dans le cas du mor, où la décomposition est très lente, pouvant prendre, comme nous l'avons indiqué ci-dessus plus de vingt ans, l'énergie potentielle totale accumulée dans les horizons holorganiques du sol atteint 26,846 kcal/m².

Dans le cas du moder, où la décomposition de la litière peut prendre 4 ans, cette accumulation est de 13,342 kcal/m², tandis que dans le mull, où la plus grande partie des débris organiques disparaît en 1 an, l'accumulation au sol n'atteint que 4,893 kcal/m².

La concordance de l'ensemble de ces données permet de conclure que chacun de ces milieux se caractérise par un dynamisme biologique très différent dont le facteur déterminant apparaît clairement: le type et le degré d'activité de la pédofaune.

Dans l'humus mor, la mésofaune, réduite, peu diversifiée et freinée par les conditions climatiques, agit seule. Dans l'humus moder, la mésofaune est relativement beaucoup plus importante et plus diversifiée, le microclimat est en outre plus favorable. Dans le mull, le facteur dominant est la macrofaune.

Dans une prochaine étude, nous avons l'intention de reprendre ces observations sur une plus longue durée en utilisant des disques de feuilles préalablement marquées au (¹⁴CO₂). Des essais de marquage de végétaux sont actuellement en cours. Grâce à l'utilisation de ¹⁴C, il y aura moyen de suivre avec beaucoup plus de facilité et de précision la décomposition des litières sur de très longues périodes de temps.

Comme le faisait remarquer le Prof. H. Franz à Braunschweig (1966): "Es wäre sehr zu begrüßen, wenn das Internat. Biol. Jahr dazu führen würde, dass in internationaler Zusammenarbeit derartige langfristige Versuche unter verschiedenen Umweltsbedingungen eingerichtet würden".

Références

- BLANCHARD, R., 1960. Le Canada français. Province de Québec. Étude géographique. Paris, Fayard, 314 pp.
- BORNEBUSCH, C. H., 1930. The fauna of the forest soil. *Forstl. Forsogsv. Danmark*, II, 1-224.
- EDWARDS, C. A., HEATH, G. W., 1963. The role of soil animals in breakdown of leaf material. *Soils organisms*, ed. J. Doeksen et J. van der Drift, North Holland Publishing Company, Amsterdam, p. 76-84.
- FRANCŒUR, A., 1966. La faune myrmécologique de l'Érablière à sucre (*Aceretum saccharophori*, Dansereau) de la région de Québec. *Naturaliste can.*, 93, 443-472.

- GHILAROV, M. S., 1962. On the interrelations between soil dwelling invertebrates and soil micro-organisms. *Soil organisms*, ed. J. Doeksen et J. van der Drift, North-Holland Publ. Comp., Amsterdam, p. 255-259.
- GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Les Presses de l'Université Laval, Québec 216 pp., ill.
- JENNY, H., GESSEL, S. P. and BINGHAM, F. T., 1946. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Sci.*, **68**, 419-432.
- LAUDELOUT, H., MEYER, J. et PEETERS, A., 1960. Les relations quantitatives entre la teneur en matière organique du sol et le climat. *Agricultura*, **8**, 103-140.
- LUTZ, H. J., CHANDLER, R. F., 1946. *Forest Soils*. J. Wiley Sons, New York, 499 pp.
- MALDAGUE, M. E., 1959. Analyses de sols et matériaux de termitières du Congo. *Insectes sociaux*, **6**, 343-59.
- MALDAGUE, M. E., 1961. Relations entre le couvert végétal et la microfaune. Leur importance dans la conservation biologique des sols tropicaux. Publications de l'I.N.E.A.C., Bruxelles, sér. scient., no 90, 122 pp.
- MALDAGUE, M. E., 1964. Analyses microbiologiques de divers types d'humus forestiers d'Érablières de la région de Québec. 32e Cong. de l'ACFAS, Ottawa, 1964.
- MALDAGUE, M. E., 1967. Vitesse de décomposition de différents types de litières forestières. *Progress in Soil Biology*, ed. O. Graff et J. E. Satchell, North-Holland Publ. Comp., Amsterdam, p. 409-419.
- MALDAGUE, M. E., 1967. Aspects faunistiques de la fertilité des sols forestiers et spécialement des sols forestiers équatoriaux. Thèse de doctorat, Univ. de Louvain, 265 pp.
- MALDAGUE, M. E., LUSSIER, Y., 1968. Énergie potentielle accumulée dans les horizons humiques d'Érablières de la région de Québec, 1968 (en préparation).
- MINDERMAN, G., 1967. The determination of the assailability of organic matter. *Progress in Soil Biology*, ed. O. Graff et J. E. Satchell, North-Holland Publ. Comp., Amsterdam, p. 420-424.
- PONOMAREVA, S. I., 1953. Influence of earthworms activity on the formation of the stable texture of podzol soil. Cité in Ghilarov, 1962.
- SATCHELL, J. E., 1960. Earthworms and soil fertility. *New Scientist*, **7**, p. 79.
- VAN DER DRIFT, J., 1963. The disappearance of litter in mull and mor in connection with weather conditions and the activity of the macrofauna. *Soil organisms*, ed. J. Doeksen et J. van der Drift, North Holland Publ. Comp., p. 125-133.

LES MYCORHIZES ECTOTROPHES DES ARBRES FORESTIERS

J. ANDRÉ FORTIN

*Faculté de Foresterie et de Géodésie
Université Laval, Québec*

Résumé

L'auteur présente une revue bibliographique sur les mycorhizes ectotrophes des arbres en tentant de dégager les orientations actuelles de la recherche dans ce domaine. On y trouve les résultats inédits de quelques observations portant sur les mycorhizes d'essences indigènes au Québec.

Abstract

The recent literature on ectotrophic mycorrhizæ is reviewed and the actual trends of investigation in that field are pointed out. Unpublished results of observations bearing on mycorrhizæ of indigenous trees are briefly presented.

Introduction

L'association symbiotique de champignons avec les racines des arbres forestiers est connue depuis les travaux de Frank (1885), mais ce n'est qu'au cours des trente dernières années, sous l'impulsion du suédois Melin, que ce phénomène a fait l'objet d'études exactes et concluantes. Ces différents travaux ont permis de percevoir la généralité du phénomène, de mettre en lumière les principaux facteurs qui régissent cet équilibre symbiotique ainsi que les implications que peuvent avoir dans la vie des arbres et des champignons ces organes discrets, complexes et fascinants par leur dualité.

Nombreuses déjà sont les revues qui ont traité la question; celles de Boullard (1958), Kelley (1950), Harley (1959), Lobanow (1960), figurent parmi les plus complètes. D'autre part, on ne compte plus les travaux qui ont tenté de faire le point sur un aspect ou l'autre de la question (Bjorkman, 1949; HacsKaylo, 1957; Hatch, 1937; Harley, 1965; Melin, 1953, 1963; Meyer, 1966; Slankis, 1957; Trappe, 1962; Zak, 1964).

Quel que soit le nombre d'ouvrages que nous pourrions ajouter à cette liste, nous ne craignons cependant pas d'en ajouter un nouveau, conscient que nous sommes de la disproportion qui existe entre l'importance de ce phénomène pour la vie des arbres et ce qu'en connaissent généralement ceux qui s'intéressent à la forêt.

D'autre part, cette revue succincte sera l'occasion de souligner les tendances actuelles de la recherche dans ce domaine, et aussi de présenter les résultats de quelques observations faites sur les mycorhizes des arbres du Québec.

Nous nous limiterons ici aux mycorhizes ectotrophes, à savoir celles où le champignon ne pénètre pas normalement les cellules de la racine.

Aspects cytologique et anatomique

Les études récentes portant directement sur ces aspects sont relativement peu nombreuses. On note celle de Robertson (1954) sur *Pinus sylvestris* L., celle de Clowes (1951) sur *Fagus sylvatica* L. et enfin celle de Vozzo et Hacskaylo (1964) sur les mycorhizes ectotrophes de *Pinus virginiana* Mill., *Fagus grandifolia* Ehrh. et *Quercus lobata* Nee. Il existe évidemment un grand nombre de travaux où on peut trouver une description anatomique de racines mycorhizées. Ces ouvrages portent cependant presque exclusivement sur le genre *Pinus*.

La surface d'une radicule mycorhizée est recouverte d'un manchon formé par une ou plusieurs épaisseurs d'hyphes. Dominik (1959) a proposé un système de classification des mycorhizes basé sur les variations de cette structure. Dans ce manchon, le mycélium pousse en contact très étroit avec la surface de la racine et les hyphes elles-mêmes, accolées les unes sur les autres, forment un pseudoparenchyme. A la périphérie de la mycorhize, il n'y a pas de transition graduelle entre ce pseudoparenchyme et le mycélium diffus qui s'irradie dans le sol. Au contraire, le passage de l'un à l'autre se fait le plus souvent brusquement. Ceci suggère que la sphère d'action directe de la radicule sur la disposition des hyphes du champignon ne s'exerce que sur un rayon de quelque 40 microns. Dans la partie interne du manchon, on trouve assez régulièrement des cellules mortes, imprégnées de tannins et complètement entourées de mycélium. Il s'agit vraisemblablement de cellules de la coiffe non desquamées (Clowes, 1951). Dans le cortex, le mycélium croit dans les lamelles mitoyennes où il forme un réseau séparant complètement les cellules les unes des autres. Ce réseau (figures 1 et 8) peut envahir une ou plusieurs couches de cellules corticales mais il ne pénètre jamais la stèle; l'endoderme agit comme une barrière que le mycélium ne peut franchir. De la même façon le méristème apical jouit d'une immunité vis-à-vis le mycélium du champignon.

L'épiderme des radicules mycorhizées ne produit pas de poils absorbants et les cellules corticales qui voient le mycélium se transforment sous l'influence du champignon. Dans tous les cas l'accroissement radial prend plus d'importance que l'accroissement longitudinal. Chez les Gymnospermes, les cellules corticales enveloppées par le champignon deviennent isodiamétriques (figures 1 et 8) alors que celles des Angiospermes deviennent plus longues radialement que longitudinalement; c'est le cas chez *Betula lutea* Michx f. (figure 9), *Fagus sylvatica* (Clowes, 1951; Meyer, 1966), *Fagus grandifolia* et *Quercus lobata* (Vozzo et Hacskaylo, 1964). Cette différence dans la forme des cellules épidermiques et corticales semble être le caractère anatomique le plus distinctif entre les mycorhizes ectotrophes des Gymnospermes et celles des Angiospermes.

Vozzo et HacsKaylo (1964) ont noté que les radicelles mycorhizées étudiées jusqu'à maintenant sont toujours monarques. Toutefois, l'anatomie comparée des mycorhizes ectotrophes reste toute entière à faire. Existent-elles seulement chez les Cycadales, les Ginkgoales et les Gnétales ?

Compte tenu du nombre restreint d'études portant sur ces questions on peut quand même en déduire qu'il existe une constance et une uniformité remarquable dans les structures cytologiques et anatomiques des mycorhizes ectotrophes typiques. La présence et la structure du manchon fongique et surtout le réseau intercellulaire limité à l'épiderme et aux cellules corticales radialement hypertrophiées sont autant de caractères morphologiques propres à cette symbiose. Ces caractères soulignent l'harmonie, la coordination avec laquelle coexistent les hyphes du champignon et les cellules radicellaires de l'arbre. Si on envisage la mycorhization comme phénomène symbiotique, on devra étudier à fond les relations physiologiques intercellulaires qui conduisent à l'établissement et au maintien de ces structures.

Fort curieusement, les travaux histochimiques de McDougall et Dufrenoy (1944) ont largement influencé notre conception actuelle de la mycorhization et c'est précisément dans cette direction, croyons-nous, qu'il faut aller pour mieux comprendre le phénomène.

Les mycorhizes endotrophes, que nous n'avons pas voulu traiter ici, ont des caractéristiques anatomiques nettement différentes de celles des mycorhizes ectotrophes typiques (figure 4). Dans ce cas, les hyphes du champignon pénètrent les cellules de la radicelle et il n'y a pas de manchon. Leur importance dans la vie des plantes supérieures, y compris certaines espèces d'arbres, devient de plus en plus évidente (Gerdeman, 1964; 1965; Daft et Nicolson, 1966).

L'existence des pseudomycorhizes pose un problème particulier. Il s'agit là d'une infection racinaire par un mycélium stérile noir verdâtre, qui est préjudiciable très souvent à la croissance des arbres (Levisohn, 1954; 1960). Le champignon forme un réseau intercellulaire qui devient par la suite intracellulaire et le manchon est à toute fin pratique inexistant. Dans les habitats forestiers, les radicelles qui ne forment pas de vraies mycorhizes sont le plus souvent transformées en pseudomycorhizes (Meyer, 1960).

Les champignons des mycorhizes ectotrophes

Les champignons capables de former des mycorhizes ectotrophes se situent dans la classe des Basidiomycètes à l'exception de quelques Tubéracées (Ascomycètes) et de *Cenococcum graniforme* (Sow.) Ferd. et Winge, un champignon à mycélium stérile dont la position systématique reste indéterminée.

On connaît deux méthodes pour établir le potentiel mycorhizateur d'une espèce de champignon. La première fait appel à l'observation *in situ* et consiste à établir s'il existe des liens mycéliens entre un sporophore donné et les racines

mycorrhizées d'un arbre voisin. Cette méthode, promue par Peyronel (1950), possède une valeur écologique certaine, mais elle est fastidieuse et risque souvent de conduire à des conclusions erronées. Plus exacte est la méthode de synthèse *in vitro* conçue par Melin (1921) et ensuite améliorée par Norkrans (1949), par Hacskaylo (1953) et par Marx et Zak (1965). Elle consiste à placer en présence d'un semis aseptique de l'hôte présumé, une culture pure du champignon à étudier (figure 5).

Cette technique, pour exacte qu'elle soit, présente tout de même des difficultés majeures. D'abord parmi les champignons que l'on peut présumer capables de former des mycorrhizes ectotrophes, plusieurs ne peuvent pas être mis en culture pure actuellement. Nous avons, pour notre part, tenté à plusieurs reprises, mais sans succès, de cultiver *Amanitopsis vaginata* (Fr.) Roze, *Rozites caperata* (Pers. ex Fr.) Karst., *Strombilomyces strobilaceus* (Fr.) Berk., *Russula emetica* (Schæff ex Fr.) Pers. ex Fr. Le genre *Gomphidius* présente également le même problème (Miller, 1967). A cette difficulté de mise en culture des champignons, s'ajoute celle de la germination aseptique des graines de plusieurs espèces d'arbre.

Les observations *in situ* rapportées par Trappe (1962) mentionnent environ 540 espèces de champignons dont 80% se retrouvent parmi les Cortinariacées, les Russulacées, les Bolétacées, les Tricholomatacées et les Amanitacées.

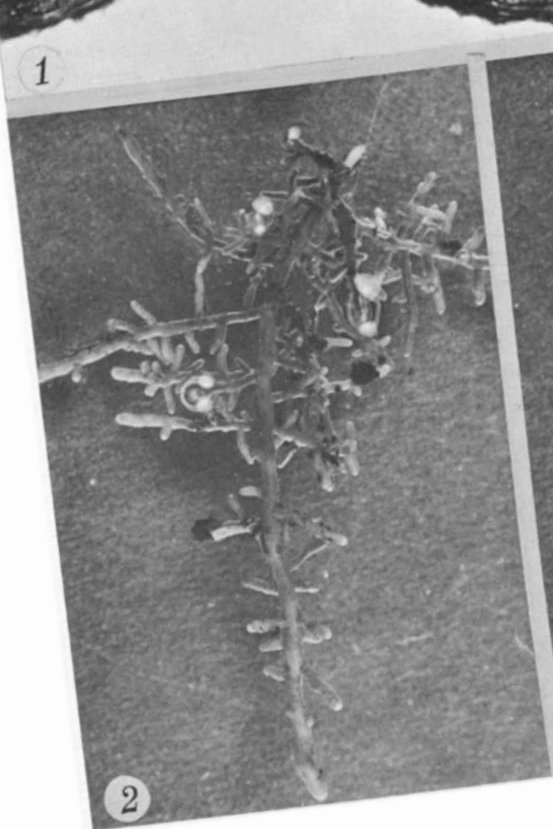
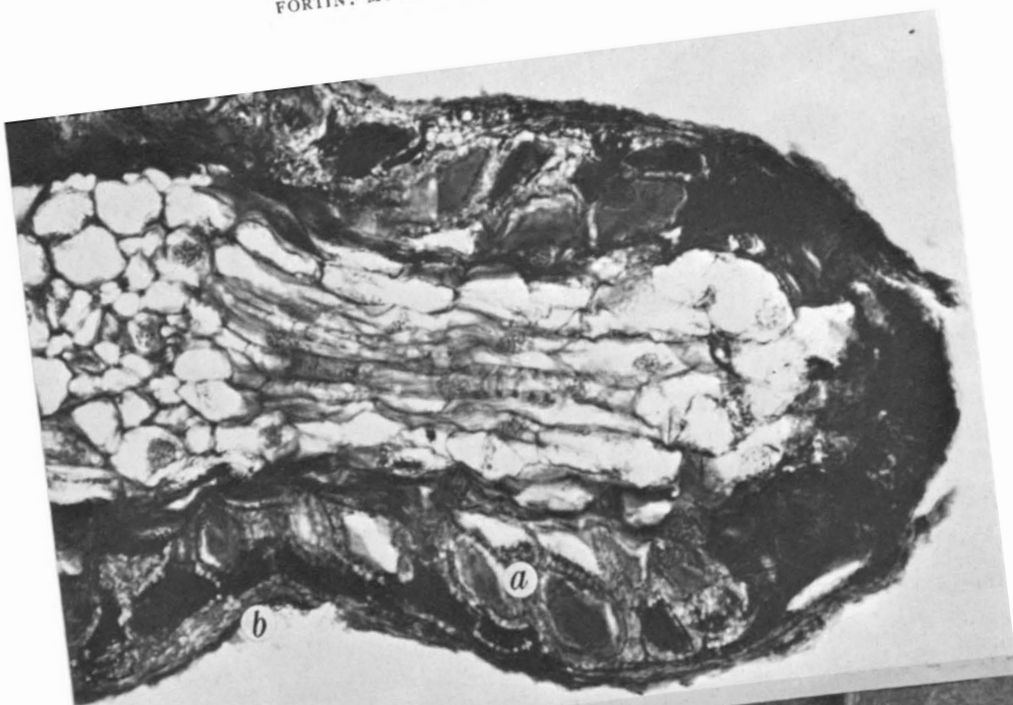
Les essais de synthèse *in vitro* pour leur part ont mis en évidence le potentiel mycorrhizateur de quelque 75 espèces de Basidiomycètes (Trappe, 1962). On les trouve parmi les Amanitacées (8), les Bolétacées (29), notamment des genres *Suillus*, *Boletus* et *Leccinum*, les Tricholomatacées (15), les Cortinariacées (4) et les Russulacées (6). Les Rhodophyllacées et les genres *Lepiota*, *Cantharellus*, *Rhizopogon*, *Pisolithus*, *Scleroderma* et *Tuber* comportent une ou deux espèces dont le potentiel mycorrhizateur a été démontré *in vitro*.

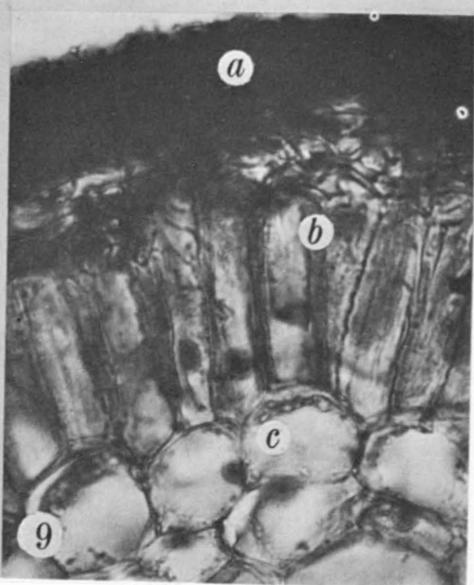
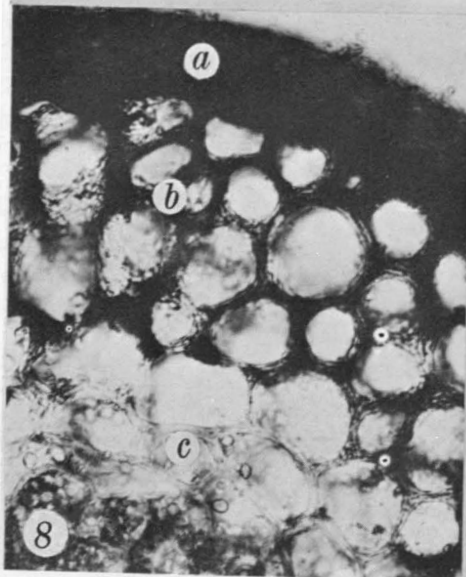
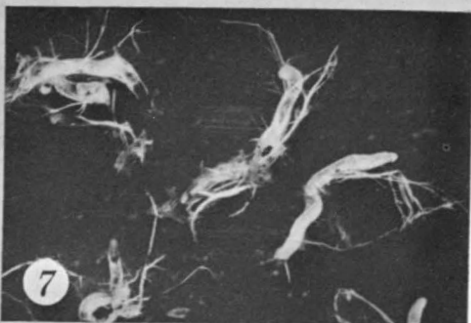
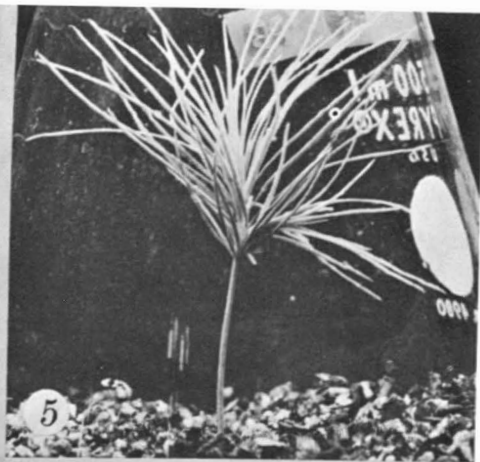
Ces résultats fragmentaires ne constituent probablement qu'un très faible échantillonnage des champignons mycorrhizateurs ectotrophes, de sorte qu'il est difficile pour le moment d'en tirer des généralisations. Existe-t-il des genres, des familles de Basidiomycètes qui soient essentiellement mycorrhizateurs? Benedix (1960) et Singer (1962) vont même jusqu'à proposer l'utilisation du pouvoir mycorrhizateur pour la classification systématique des Bolétacées.

FIGURE 1. Coupe longitudinale dans une mycorhize ectotrophe de *Pinus resinosa* montrant a) les cellules isodiamétriques du cortex et le réseau de Hartig, b) le manchon fongique (x 350).

FIGURE 2. Mycorhize ectotrophe chez *Abies balsamea*. A noter l'absence de poils absorbants et le manchon fongique recouvrant l'axe principal de la racine jusqu'au méristème terminal (x 2).

FIGURE 3. Mycorhize ectotrophe chez *Betula lutea*. L'axe principal ne comporte pas de manchon (x 6).





Les arbres mycotrophes

La présence de mycorhizes ectotrophes sur les racines des Gymnospermes semble assez générale, du moins chez les Coniférales (Trappe, 1962), mais n'a pas été étudiée chez les Cycadales, les Ginkgoales et les Gnétales. Parmi les Coniférales, seuls les genres *Larix*, *Picea*, *Pinus* et *Pseudotsuga* ont fait l'objet de synthèses *in vitro*. Sous cet aspect, les Gymnospermes indigènes au Québec ont reçu peu d'attention à l'exception de *Pinus strobus* L. et *Pinus resinosa* Ait.; Hatch et Hatch (1933) ont déterminé le potentiel mycorhizateur d'une douzaine de champignons pour *Pinus strobus*. D'autre part *Pinus resinosa* a été utilisé par Doak (1934) et par Hatch (1933, 1937) qui ont obtenu des mycorhizes en culture pure avec *Boletinus pictus* (Peck) Peck, *Suillus luteus* (L. ex Fr.) S. F. Gray et *Cenococcum graniforme*. A ces trois espèces, nos travaux récents nous ont permis d'ajouter *Suillus granulatus* (L. ex Fr.) O. Kuntze *Laccaria ochropurpurea* (Berk.) Peck, *Scleroderma aurantium* (Vaill.) Pers. et *Amanita rubescens* (Pers. ex Fr.) S. F. Gray. Nous avons enfin obtenu des mycorhizes sur *Pinus divaricata* (Ait.) Dumont avec *Suillus granulatus*, *Scleroderma aurantium* et *Suillus luteus*.

Aucun renseignement de cette nature n'existe pour *Abies balsamea* (L.) Mill., *Thuja occidentalis* L., *Juniperus communis* L., *Larix laricina* (Du Roi) Koch, *Picea mariana* (Mill.) BSP., *Picea glauca* (Mœnch) Corr. Pourtant l'observation *in situ* nous a permis d'apercevoir des mycorhizes ectotrophes sur toutes ces espèces.

La morphologie externe des mycorhizes varie non seulement en fonction du champignon responsable mais aussi avec l'hôte. Chez les pins, les mycorhizes se ramifient dichotomiquement (fig. 6); ce caractère qui est exclusif au genre *Pinus* est facile d'observation. Pour cette raison, semble-t-il, ce genre a reçu une attention particulière, voire exagérée, de sorte que sur les 20 espèces de Gymnospermes qui ont été soumises à des synthèses aseptiques on retrouve 15 espèces de pin. Pourtant les mycorhizes chez le Sapin, le Mélèze et le Thuya,

FIGURE 4. Mycorhize endotrophe chez *Trillium erectum*. Le mycélium vit dans les cellules du cortex (x 450).

FIGURE 5. *Pinus divaricata* cultivé "in vitro" pendant 2 mois en présence d'un champignon mycorhizateur (x 1).

FIGURE 6. Mycorhizes ectotrophes obtenues sur racine isolée de *Pinus resinosa* montrant des ramifications dichotomiques (x 3).

FIGURE 7. Radicelles mycorhizées chez *Picea mariana*, noter le mycélium qui s'irradie tout autour. (x 10). Figure prêtée par C. Richard.

FIGURE 8. Coupe à main levée dans une mycorhize ectotrophe de *Abies balsamea*, a) le manchon b) le réseau de Hartig parcourant les cellules isodiamétriques du cortex c) les cellules corticales internes dépourvues de mycélium intercellulaire (x 350).

FIGURE 9. Coupe à main levée dans une mycorhize ectotrophe de *Betula lutea*, a) le manchon b) les cellules corticales allongées radialement et cotoyées par le mycélium intercellulaire c) les cellules corticales internes, isodiamétriques et dépourvues de mycélium intercellulaire (x 450).

sont volumineuses et le plus souvent pyramidales (figure 2); cependant, dans le genre *Picea* elles sont beaucoup plus discrètes, le plus souvent simples, rarement pyramidales (figure 7). Ceci en fait un matériel particulièrement difficile à travailler surtout sous l'aspect écologique.

Le nombre des Angiospermes mycotrophes est au moins aussi élevé que celui des Gymnospermes. On compte 25 genres où la présence de mycorhizes ectotrophes a été signalée (Trappe, 1962). Assez curieusement ces mycorhizes sont restreintes presque exclusivement aux espèces arborescentes; elles se voient même communément chez les Césalpiniacées arborescentes (Fassi, 1960) à la place des nodules à *Rhizobium* communément présents chez les espèces des autres sections de la famille des Légumineuses (Allen, 1936).

Sous nos latitudes, les mycorhizes de ce type se retrouvent dans les genres *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Populus*, *Quercus* et *Tilia* dont des espèces ont fait l'objet de quelques rares synthèses *in vitro*. Les observations écologiques ont également révélé l'existence d'associations mycorhiziennes avec les genres *Acer*, *Carpinus*, *Carya*, *Corylus*, *Crataegus*, *Eucalyptus*, *Fraxinus*, *Nothofagus*, *Platanus*, *Prunus*, *Salix*, *Sorbus* et *Ulmus*, autant de genres formés d'espèces arborescentes. Les quelques rares cas de mycorhizes ectotrophes décrites pour des Angiospermes herbacées sont toujours causés par *Cenococcum graniforme*.

Il semble bien qu'on doive attribuer le manque d'information exacte sur la capacité de ces essences à former des mycorhizes ectotrophes, à la difficulté qui existe à faire germer aseptiquement leurs graines.

Les observations effectuées jusqu'ici au Québec ont révélé la présence de mycorhizes ectotrophes chez *Betula lutea* (figure 3), *Betula papyrifera* Marsh., *Fagus grandifolia* et *Quercus borealis* Michx f. Chez *Acer saccharum* Marsh., nous n'avons trouvé que des mycorhizes endotrophes.

Un travail récent de Filer et Toole (1966) bouleverse un certain nombre de notions courantes en démontrant que chez *Liquidambar styraciflua* L. des champignons tels que *Amanita muscaria* Fr., *Cantharellus cibarius* Fr. etc., qui forment habituellement des mycorhizes ectotrophes avec les arbres, provoquent chez cette essence l'apparition de mycorhizes endotrophes. De plus, la présence de ces endomycorhizes a stimulé fortement la croissance des arbres qui les possédaient. Les résultats de ce travail ne sauraient être acceptés sans réserve.

Aspects écologiques

La littérature actuelle peut facilement donner l'impression que la distribution des mycorhizes ectotrophes est limitée aux forêts septentrionales. Singer (1960) signale cependant leur présence en Argentine, alors que Fassi (1960) et Gibson (1960) les observent au Congo et au Kenya respectivement. Enfin Griffith (1965) et Singh (1966) les retrouvent en abondance dans les forêts tropicales ombrophiles de la Malaisie.

D'autre part, les prairies nord-américaines (White, 1941; Goss, 1960) les steppes de l'Europe et de l'Asie (Lobanow, 1960), les régions occidentales de l'Australie (Kessel, 1927) les îles de Java et de Sumatra (Rœloffs, 1930), les basses terres des Philippines (Oliveros, 1932), l'île de Porto Rico dans les Antilles (Briscœ, 1959; Zak, 1964) sont autant de régions dépourvues de Basidiomycètes mycorrhizateurs; toute plantation d'arbres exotiques mycotrophes à ces endroits nécessite donc l'importation simultanée de ces champignons sous une forme ou sous une autre. Il est curieux de constater que, dans les régions où les mycorrhizes ectotrophes sont naturellement absentes, on leur accorde beaucoup d'intérêt alors que, dans les régions où elles existent en abondance on les ignore trop souvent.

Déjà en 1937, Hatch s'exprimait ainsi: "The probable fact is that in a natural forest habitats 100 per cent of all short-roots of trees producing mycorrhizæ are normally mycorrhizal". Au cours des trente dernières années ce point de vue n'a été que confirmé.

La nature du sol n'est pas sans relations avec la distribution des mycorrhizes ectotrophes. Melin (1927) note une plus grande abondance de ces mycorrhizes dans les humus de type mor nordiques que dans les mulls du sud de la Suède. Dans cette même optique Meyer (1960) a étudié l'intensité de la mycorrhization dans trois sols de l'Allemagne, un sol brun eutrophe (mull) un sol brun podzolisé (moder) et un podzol à humus brut (mor). Si les mycorrhizes étaient plus abondantes dans l'horizon F du mull, elles prédominaient par contre dans les horizons H du mor. Meyer explique la faible abondance des mycorrhizes dans les sols bruns par le fait que l'horizon F, favorable au développement des mycorrhizes, n'y occupe qu'une mince couche superficielle. De plus, l'auteur fait remarquer que les mycorrhizes noires (*Cenococcum graniforme*) sont plus abondantes dans les mors que dans les moders alors qu'elles sont pratiquement absentes dans les mulls. D'ailleurs, Mikola (1960) attribue un rôle important à ce champignon dans la genèse des mors.

Le drainage et conséquemment le degré d'aération, affectent non seulement l'intensité de la mycorrhization mais aussi la composition de la flore fongique qui les constituent. Dans les tourbières saturées d'eau, les mycorrhizes sont absentes; à proximité d'un réseau de drainage, elles apparaissent graduellement (Melin, 1917). D'autre part, les mycorrhizes noires (*Cenococcum graniforme*) subsistent dans les endroits secs alors que toutes les autres formes sont disparues (Trappe, 1962). Ceci a d'ailleurs été démontré expérimentalement par Worley et HacsKaylo (1959).

On considère généralement que la mycorrhization est plus importante dans les sols acides (Modess, 1941; Melin, 1953). Cependant Richards (1961) et Lobanow (1960) ont trouvé d'abondantes mycorrhizes dans des sols neutres, voire même alcalins (pH 7.8) comme l'a rapporté Goss (1960). Peut-être classe-t-on les Basidiomycètes mycorrhizateurs comme acidophiles pour la simple raison que tous ceux sur lesquels l'influence du pH a été étudiée en laboratoire,

avaient été obtenus sur des sols acides ? Tout de même, Levisohn (1965) a clairement démontré que l'acidification des sols neutres favorise la formation des mycorhizes sur les semis de *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. et de *Pinus sylvestris* en pépinière.

Une étude récente de Marx et Zak (1965), effectuée *in vitro*, concerne l'influence du pH sur la formation des mycorhizes et leur fonctionnement. Avec *Suillus luteus* et *Laccaria laccata* (Scop. ex Fr.) Berk et Br., le nombre de mycorhizes formées par *Pinus elliotii* Engelm., a atteint un maximum autour de pH 4.6 mais le rôle bénéfique de ces champignons sur l'accroissement en hauteur et en poids sec des semis mycorhizés a été le plus prononcé à pH 4.0. Ce travail a montré que certaines espèces d'arbre pouvaient préférer des sols fortement acides, non pas à cause de leurs exigences propres mais de celles de champignons auxquels elles sont associées.

La luminosité joue un rôle très important dans la biologie des mycorhizes ectotrophes. Pour un arbre donné, toute augmentation de l'intensité lumineuse conduit à une augmentation de la quantité de mycorhizes (Bjorkman, 1942; Harley et Waid, 1955). Cependant Hatch (1937) a obtenu des résultats opposés; pour lui, la formation des mycorhizes est indépendante de l'intensité lumineuse. Sur ce point, il faut dire qu'il existe deux méthodes pour mesurer le degré de mycorhization chez le pin. La première méthode consiste à compter le nombre de radicelles qui sont mycorhizées indépendamment du nombre de ramifications que chacune de ces radicelles peut avoir; c'est la méthode suivie par Hatch. La deuxième technique consiste à compter toutes les extrémités des racines mycorhizées, c'est la méthode adoptée par les autres auteurs. L'utilisation de ces deux méthodes a conduit à deux résultats distincts qui intéressent, croyons-nous, deux phénomènes différents. La première méthode a démontré que le nombre de radicelles qui sont transformées en mycorhizes sur un semis est indépendant de l'intensité lumineuse alors que la deuxième méthode a démontré que les mycorhizes existant sur les racines d'un arbre, atteignent un développement d'autant plus considérable que l'intensité lumineuse est élevée. Dans le processus de la formation des mycorhizes, il nous semble donc qu'il y a deux étapes distinctes: l'établissement des mycorhizes d'une part, qui est indépendant de la lumière aussi longtemps que celle-ci est suffisante pour la survie de l'arbre et d'autre part, le développement des radicelles mycorhizées qui est d'autant plus important que la lumière est abondante.

Selon leur disponibilité, les minéraux, en particulier l'azote et le phosphore exercent un effet marqué sur l'intensité de la mycorhization. En effet, les sols riches en azote et pauvres en phosphore défavorisent la mycorhization (Hatch, 1937; Bjorkman, 1942; 1949; HacsKaylo et Snow, 1959). Pour les autres éléments majeurs, les résultats sont contradictoires (Harley, 1959). Cependant, les études de Schemakanova (1960) ont montré que l'intensité de la mycorhization répond de façon très marquée à l'addition d'éléments mineurs, en particulier le zinc, le molybdène, le manganèse et le bore. Par exemple, le manganèse

à la concentration de 0.1 mg par litre stimule la formation des mycorhizes mais à 1.0 mg, l'inhibe.

Mécanisme physiologique de la formation des mycorhizes

C'est à Bjorkman (1942) que revient le mérite d'avoir tenté, pour la première fois, d'expliquer le mécanisme physiologique qui conduit à l'établissement de l'équilibre symbiotique dans la mycorhize ectotrophe. Hatch (1937) avait auparavant énoncé que le développement des mycorhizes chez le pin, est conditionné par la quantité d'éléments disponibles dans le sol. Par après, Bjorkman a confirmé expérimentalement, sous des conditions naturelles et sous des conditions aseptiques, que l'addition d'azote au sol ou à un substrat inerte conduit à la suppression des mycorhizes alors que l'addition de phosphore intensifie leur développement. Le même auteur a mis en évidence également que l'intensité de la mycorhization est directement proportionnelle à l'intensité lumineuse reçue par la plante verte (Bjorkman, 1942; 1949). Les analyses effectuées sur ces plantes portant diverses quantités de mycorhizes, ont montré une corrélation entre leur contenu en substances réductrices et la quantité de mycorhizes qu'elles portaient. Cette corrélation a été précisée par Richards et Wilson (1963). Cependant, Bjorkman identifiait alors substances réductrices et sucres simples. Ceci apparemment n'est pas tout à fait exact (Lewis et Harley, 1965). Tout de même, à partir de ses résultats, Bjorkman (1942) a formulé l'hypothèse à l'effet que la formation des mycorhizes ectotrophes sur les arbres n'est possible que s'il existe dans la plante verte un surplus de sucres libres. Conséquemment il conçoit le mécanisme physiologique de la formation des mycorhizes comme une simple relation trophique entre un parasite et son hôte.

La formulation de cette hypothèse devenue classique tient compte de trois faits principaux: l'incapacité des mycorhizateurs typiques à utiliser des glucides polymérisés, l'influence de la lumière et l'influence des éléments minéraux. En résumé, une haute intensité lumineuse peut permettre l'accumulation d'un surplus de sucres simples dans la plante alors qu'une abondance d'azote peut vraisemblablement réduire la quantité de ces sucres au profit de synthèse protéiques plus actives.

La première critique à l'endroit de cette hypothèse a été ainsi formulée par Levisohn (1946) « comment les champignons peuvent-ils être informés qu'en poussant dans la racine ils y trouveront une abondance de glucides utilisables ». Par ailleurs Handley et Sanders (1962) font remarquer que la corrélation observée par Bjorkman ne permet pas de distinguer la cause de l'effet. Ils suggèrent que la présence du champignon pourrait être la cause plutôt que l'effet d'une plus grande abondance de substances réductrices dans la racine.

Meyer (1966) a confirmé ce point de vue au cours de l'expérience suivante: Le système racinaire d'un arbre est réparti dans un récipient contenant deux

substrats différents placés côte à côte, respectivement un mull et un mor. La partie du système racinaire située dans le mull a formé plus de mycorhizes et contenait également plus de substances réductrices. Meyer conclut que la plus grande fréquence des champignons de ce côté a causé un accroissement dans le contenu en substances réductrices. De même Nelson (1964) a montré que les racines de semis mycorhizés soumis au $^{14}\text{C O}_2$ pendant une heure, contiennent 54% du carbone absorbé (surtout sous forme de sucrose) alors que les racines des semis non mycorhizés n'en contiennent que 5%. Il attribue cet effet sur le métabolisme glucidique de l'hôte à l'auxine produite par le champignon.

Les champignons mycorhizateurs ectotrophes produisent dans leur milieu de culture, une ou plusieurs substances capables de provoquer, en l'absence du champignon, toutes les modifications morphologiques observées dans une mycorhize réelle (Slankis, 1948). Ces modifications morphologiques peuvent être reproduites, sur racines isolées, par l'addition de 3.5-5.0 mg d'acide 3-indolyl-acétique (AIA) par litre de solution (Slankis, 1951). Le rôle de l'AIA dans l'établissement et la survie de cette symbiose avait été suggéré par McDougall et Dufrenoy (1944).

Effectivement, certains Basidiomycètes mycorhizateurs produisent des substances indoliques dont l'une a des valeurs Rf voisines de celles de l'AIA synthétique (Moser, 1959). Ulrich (1960) a obtenu des résultats semblables et a mis en évidence l'influence positive de cette substance sur le "test avena". Cependant les quantités maximum d'AIA produites par ces champignons n'ont pas dépassé 0.2 mg/l. On note un écart considérable entre les quantités retrouvées par Ulrich et celles que Slankis a dû utiliser. Palmer (1955) avait constaté que l'AIA ajouté au milieu de culture retardait la formation des mycorhizes *in vitro*. Par ailleurs, Fortin (1966, 1967) a montré que l'AIA est fortement inhibiteur pour les Basidiomycètes mycorhizateurs étudiés, de sorte que s'ils devaient produire les quantités d'AIA utilisées par Slankis, ils se soumettraient eux-mêmes à une auto-inhibition. Des résultats acquis (qui seront publiés prochainement) nous permettent d'affirmer que la racine de pin prévient cette auto-inhibition du champignon en accumulant l'AIA dans ses tissus, à mesure que le champignon le produit. Le taux d'accumulation d'AIA par la racine est-il un facteur déterminant la formation et la survie des mycorhizes ectotrophes? Cette accumulation est-elle fonction de l'intensité lumineuse et de la concentration d'azote? Voilà une hypothèse à vérifier qui nous semble valable pour le moment.

En culture aseptique, la racine de pin stimule fortement la croissance des Basidiomycètes mycorhizateurs (Melin, 1963). Cet auteur a démontré l'existence de deux sources de stimulation; une première qui se manifeste dans l'exsudat racinaire, et l'autre interne, qui est liée à la présence de la racine. Ce facteur interne pourrait vraisemblablement s'identifier au pouvoir qu'a la racine d'accumuler l'AIA produit par le champignon.

Les implications de la mycorhization

LA MYCOTROPHIE

Au lendemain de la découverte des mycorhizes, on croyait volontiers que cette symbiose pouvait être le siège d'une fixation de l'azote atmosphérique. De nombreux essais ont été effectués en vue d'en faire la démonstration, mais il semble bien que tel ne soit pas le cas d'après Bond et Scott (1955). Ceux-ci ont utilisé l'azote lourd (^{15}N) pour leur démonstration. Cependant, Richards et Voigt (1964) ont observé la fixation de ^{15}N par d'autres organismes de la rhizosphère de *Pinus radiata* D. Don., et ont montré que les semis mycorhizés sont plus aptes à utiliser l'azote fixé que les semis non mycorhizés.

De nombreuses expériences ont démontré d'une façon ou d'une autre que les arbres mycorhizés (surtout dans le genre *Pinus*) ont un accroissement pondéral supérieur à celui des arbres non mycorhizés (Hatch, 1937; Mitchell *et al.*, 1937; McComb, 1938; Finn, 1942; Lobanow, 1960; Marx et Zak, 1965). Selon Hatch (1937) il faut voir la cause de cet accroissement dans la grande efficacité des mycorhizes à accumuler des ions. Cet auteur a d'ailleurs montré que les arbres mycorhizés contiennent plus d'azote, de potassium et de phosphore que les arbres témoins. Les travaux subséquents ont toujours porté sur les trois éléments N, P, K, de sorte qu'on ignore volontiers l'influence que peut avoir le champignon mycorhizateur sur l'accumulation des autres ions au profit de l'arbre. Qu'advient-il du calcium et du magnésium, du fer et du manganèse, du zinc et du cuivre ?

Le mécanisme physiologique de l'accumulation des ions par les mycorhizes ectotrophes isolées a fait l'objet de plusieurs travaux de la part de Harley et de son école (Harley, 1959). Ces travaux ont montré que l'accumulation des ions phosphate et potassique, chez le hêtre, atteint un maximum autour de 15°C alors qu'à 25°C il peut même y avoir perte de ces ions (Wilson, 1957). De façon similaire, une concentration en oxygène inférieure à 4% entraîne des pertes d'ions alors que les concentrations supérieures à 6% permettent déjà une accumulation presque maximum (Harley, 1959). La translocation de phosphore radio-actif est plus rapide et plus abondante chez les pins mycorhizés que chez les témoins (Morrison, 1954). Toujours à l'aide d'isotopes, Melin et Nilsson (1952, 1953) ont montré que le mycélium des Basidiomycètes mycorhizateurs peut transporter des éléments marqués sur de longues distances, notamment le phosphore, et l'azote sous forme d'ammonium et d'acide glutamique. Il serait intéressant de déterminer si l'azote absorbé par le champignon, sous forme ammoniacale est transmis tel quel ou sous une autre forme aux cellules de l'arbre.

De tout ceci on doit conclure que les mycorhizes ectotrophes agissent pour l'arbre comme des organes trophiques lui fournissant les minéraux dont il a besoin. Cette influence de la mycorhization sur la survie de l'arbre est d'autant

plus marquée que les conditions nutritionnelles édaphiques sont plus adverses à la croissance de celui-ci.

LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES MALADIES

La mycotrophie n'explique pas à elle seule tous les accroissements pondéraux observés en relation avec la mycorhization. Ainsi en est-il des observations rapportées par Briscoe (1959). Après avoir introduit des semences de pin sur l'île de Porto Rico on obtint des semis de pauvre venue qu'aucune fertilisation minérale ou organique n'a su améliorer. L'absence de mycorhizes était constante. Ces mêmes semis, inoculés de diverses façons avec des Basidiomycètes mycorhizateurs, ont rapidement recouvert et atteint un taux de croissance remarquable. Si on ne tient compte que du rôle trophique des mycorhizes, la fertilisation aurait dû remplacer l'activité des champignons; tel ne fut pas le cas. Une autre explication s'impose et Zak (1964), après avoir examiné ces plants, a suggéré que les radicules des arbres non mycorhizés auraient été détruites par des microorganismes du sol dont l'activité même serait éliminée par la présence de champignons mycorhizateurs. Dans un travail récent, Sutherland et Fortin (1968) ont démontré que le nématode mycophage *Aphelenchus avenæ* Bastian, peut empêcher la formation des mycorhizes ectotrophes sur le pin. Par contre, ils se demandent si la présence de Basidiomycètes mycorhizateurs sur les racines de pins pourraient les protéger contre les espèces de nématodes qui parasitent les radicules mêmes de ces arbres.

En outre, Krywolap *et al.* (1964) ont décelé chez *Cenococcum graniforme* la production d'un antibiotique actif contre les bactéries. Ils ont retrouvé cette substance dans les feuilles des arbres qui portaient ces mycorhizes.

Il devient de plus en plus évident que les Basidiomycètes mycorhizateurs peuvent influencer la croissance des arbres non seulement en leur fournissant des ions mais aussi en les protégeant contre certaines maladies. Zak (1964) s'est fait le défenseur de cette thèse qui avait été suggérée plus tôt par Levisohn (1954) et Robertson (1954).

ROLE DANS L'AFFORESTATION

Nous avons déjà relaté que les plantations d'arbres dans les sols de prairie nécessitent l'apport de champignons mycorhizateurs. Sous un autre aspect Moser (1956) a démontré la nécessité d'utiliser des plants pourvus de mycorhizes pour effectuer l'afforestation en zone subalpine lorsqu'il s'agit de prévenir l'érosion et les glissements de terrain. Dale *et al.* (1955) ont constaté que le seul moyen de remédier à la chlorose de *Pinus divaricata* sur les sols calcaires, à pH 8.2, réside dans l'ensemencement avec des champignons mycorhizateurs. Encore là, des fertilisations variées n'ont pas réussi à éliminer la chlorose. Melin (1917) avait également fait valoir que l'adaptation aux tourbières après drai-

nage s'effectue plus rapidement chez les arbres qui forment des mycorhizes que ceux qui n'en forment pas.

De tout ceci, on peut conclure que la présence des mycorhizes sur les racines des arbres semble d'autant plus importante que les conditions du milieu sont défavorables à leur croissance. Dans les sols proprement forestiers, les mycorhizes jouent indubitablement le même rôle dans la croissance et la survie des arbres. La seule façon de le prouver serait d'imaginer un traitement capable de les supprimer sans affecter les conditions physico-chimiques du sol et les autres organismes de la biocénose. En attendant la réalisation d'une telle expérience (est-elle possible ?) il serait sage, croyons-nous, d'éviter toute pratique sylvicole préjudiciable à la mycorhization des arbres pour une période de temps si courte soit-elle ! Sur ce, qu'advendra-t-il dans trente ans de nos arbres élevés sur les déserts biologiques de nos pépinières modernes ?

LA PRODUCTION DES SPOROPHORES

Il est un aspect du problème qui n'est jamais traité dans les travaux portant sur la mycorhization, par crainte peut-être, de ne pas être pris au sérieux. Des constatations d'ordre économique nous font penser autrement.

Parmi les champignons mycorhizateurs, plusieurs font l'objet d'une consommation domestique et partant d'une industrie lucrative. Qu'on pense à la truffe qui vient sur certaines espèces de chênes européens. Au même chapitre, la France exporte chaque année vers le Canada et d'autres pays, les fruits de *Cantharellus cibarius* (girole) et de *Boletus edulis* Bull ex Fr. E (cèpe de Bordeaux). Le coût de ces denrées importées les rend inaccessibles à la grande majorité des consommateurs alors que nos forêts en produisent spontanément des tonnes chaque année. Ceci est particulièrement vrai de *Cantharellus cibarius* qui vient en grandes quantités dans les forêts de pin gris du Lac St-Jean et de l'Abitibi. Plusieurs tentatives plus ou moins officielles ont été faites en vue de cultiver ces champignons; les échecs répétés sont certes attribuables au fait que les expérimentateurs n'ont pas tenu compte de l'association étroite et nécessaire qui existe entre ces champignons et les arbres, tel que Rommell (1938) l'a si bien démontré.

Références

- ALLEN, O. N. & E. K. ALLEN, 1936. Plants in the sub-family *Casalpinoidæ* observed to be lacking nodules. *Soil Sci.*, **42**: 87-91.
- BENEDIX, E. H., 1960. Bemerkung zur Mykorrhiza im System der Boletazéen. In: Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium, p. 35-40. *Gustav Fischer, Jena*.
- BJORKMAN, E., 1942. Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. *Symb. Bot. Upsaliensis*, **6**: 1-191.

- BJORKMAN, E., 1949. The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal association in forest trees. *Svensk. Bot. Tidskr.*, **43**: 223-262.
- BOND, G. & G. D. SCOTT, 1955. An examination of some symbiotic systems for fixation of nitrogen. *Ann. Botany*, **19**: 67-77.
- BOULLARD, B., 1958. Progrès récents dans l'étude des mycorrhizes ectotrophes. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **105**: 60-93.
- BRISCOE, C. B., 1959. Early results of mycorrhizal inoculation of Pines in Puerto Rico. *Caribbean Forester*, **20**: 73-77.
- CLOWES, F. A. L., 1951. The structure of mycorrhizal roots of *Fagus sylvatica*. *New Phytol.*, **50**: 1-16.
- DAFT, M. S. & T. H. NICOLSON, 1966. Effect of *Endogone* mycorrhiza on plant growth. *New Phytol.*, **65**: 343-350.
- DALE, J., A. L. MCCOMB & W. E. LOOMIS, 1955. Chlorosis, mycorrhizæ, and the growth of pines on a high-lime soil. *For. Sc.*, **1**: 148-157.
- DOAK, K. D., 1934. Fungi that produce ectotrophic mycorrhizæ on conifers. *Phytopathology*, **24**: 7.
- DOMINIK, T., 1959. Synopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizæ established on morphological and anatomical characteristics. *Mycopathol. & Mycol. Applicata*, **11**: 359-367.
- FASSI, B., 1960. La distribution des mycorrhizes ectotrophes dans la litière et la couche superficielle du sol des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (Césalpiniciacées), au Congo. In: Mycorrhiza, Internationales Mycorrhizasymposium, p. 297-302, *Gustav Fischer, Jena*.
- FILER, T. H. JR & E. R. TOOLE, 1966. Sweetgum mycorrhizæ and some associated fungi. *For. Sc.*, **12**: 433-437.
- FINN, R. F., 1942. Mycorrhizal inoculation of soil of low fertility. *Black Rock For. Pap.* **1**: 116-117.
- FORTIN, J. A., 1966. Le rôle des régulateurs de croissance dans la formation des mycorrhizes ectotrophes. *Thèse D. Sc., Université Laval*, 103 pp.
- FORTIN, J.-A., 1967. Action inhibitrice de l'acide 3-indolyl-acétique sur la croissance de quelques Basidiomycètes mycorrhizateurs. *Physiol. Plant.*, **20**: 528-532.
- FRANK, A. B., 1885. Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Baume durch Unterirdische Pilze. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, **3**: 128-145.
- GERDEMAN, J. W., 1964. The effect of mycorrhiza on the growth of maize. *Mycologia*, **56**: 342-348.
- GERDEMAN, J. W., 1965. Vesicular-arbuscular mycorrhizæ formed on maize and tuliptree by *Endogone fasciculata*. *Mycologia*, **57**: 562-574.
- GIBSON, I. A. S., 1960. Eine mitteilung über die Kiefern mycorrhiza in den Wäldern Kenias. In: Mycorrhiza, Internationales Mycorrhizasymposium, p. 40-51, *Gustav Fischer, Jena*.
- GOSS, R. W., 1960. Mycorrhizæ of Ponderosa Pine in Nebraska Grassland Soils. *University of Nebraska Agricultural Experiment Station, Research Bull. no. 192*, 47 pp.
- GRIFFITH, D. A., 1965. The mycorrhiza of some conifers grown in Malaya. *Malay. Forester*, **28**: 119-121.

- HACSKAYLO, E., 1953. Pure culture syntheses of pine mycorrhizæ in Terra-Lite. *Mycologia*, **45**: 971-975.
- HACSKAYLO, E., 1957. Mycorrhizæ of trees with special emphasis on physiology of ectotrophic types. *Ohio Journal of Sc.*, **57**: 350-357.
- HACSKAYLO, E. & A. G. SNOW, 1959. Relation of soil, nutrients, and light to prevalence of mycorrhizæ on pine seedlings. *Northeastern For. Exp. Sta., Bull. no. 125*, 13 pp.
- HANDLEY, W. R. C. & C. J. SANDERS, 1962. The concentration of easily soluble reducing substances in roots and the formation of ectotrophic mycorrhizal associations- A re-examination of Bjorkman's hypothesis. *Plant & Soil*, **7**: 96-112.
- HARLEY, J. L. & J. S. WAID, 1955. The effect of light upon the roots of Beech and its surface population. *Plant & Soil*, **7**: 96-112.
- HARLEY, J. L., 1959. The Biology of mycorrhiza. *Leonard Hill, Londres*, 233 pp.
- HARLEY, J. L., 1965. Mycorrhiza. Ecology of soil-borne plant pathogens. p. 218-230. *University of California Press, Berkeley*.
- HATCH, A. B. & C. GATCH, 1933. Some hymenomycetes forming mycorrhizæ with *Pinus strobus* L. *J. Arnold Arboretum*, **14**: 85-98.
- HATCH, A. B., 1937. The physical basis of mycotrophy in *Pinus*. *Black Rock For. Bull.*, **6**: 1-168.
- KELLEY, A. P., 1950. Mycotrophy in Plants. *Chronica Botanica Co., Waltham, Mass.*, 206 pp.
- KESSEL, S. L., 1927. Soil organisms. The dependence of certain pine species on a biological soil factor. *Empire Forest J.*, **6**: 70-74.
- KRYWOLAP, G. N., L. F. GRAND & L. E. CASIDA JR., 1964. The natural occurrence of an antibiotic in the mycorrhizal fungus *Cenococcum graminiforme*. *Can. J. Microbiol.*, **10**: 323-328.
- LEVISOHN, L., 1954. Aberrant root infections of pine and spruce seedlings. *New Phytol.*, **53**: 284-290.
- LEVISOHN, L., 1946. Review of Bjorkman's "Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung". *Forestry*, **20**: 91-93.
- LEVISOHN, I., 1960. About mycorrhizas and pseudomycorrhizas. In: Mykorrhiza. Internationales Mykorrhizasymposium, p. 27-34, *Gustav Fischer, Jena*.
- LEVISOHN, I., 1965. Mycorrhizal investigations. *Forestry Comm. Bull.*, **37**: 228-235.
- LEWIS, D. H. & J. L. HARLEY, 1965. Carbohydrate physiology of mycorrhizal roots of beech. I. Identity of endogenous sugars and utilization of exogenous sugars. *New Phytol.*, **64**: 224-238.
- LOBANOW, N. W., 1960. Mykotrophie der Holzpflanzen. *Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin*, 352 pp.
- LOBANOW, N. W., 1960. Die anwendung der Mykotrophie von Holzpflanzen beim Waldanbau. In: Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium, p. 425-440. *Gustav Fischer, Jena*.
- MACDOUGAL, D. T. & J. DUFRENOY, 1944. Mycorrhizal symbiosis in *Aplectrum*, *Corallorrhiza* and *Pinus*. *Plant. Physiol.*, **19**: 440-465.
- MARX, D. H. & B. ZAK, 1965. Effect of pH on mycorrhizæ formation of Slash pine in aseptie culture. *For. Sc.*, **11**: 66-75.

- McCOMB, A. L., 1938. The relation between mycorrhizæ and the development and nutrition absorption of pine seedlings in a prairie nursery. *J. For.*, **36**: 1148-1154.
- MELIN, E., 1917. Studien öfven de norrlandska myrrmarkernas vegetation mensässkilohänsyn till deras skogsvegetation eftentorrlägnings. *Norrland. Handbibl.*, **7**: 1-426. (Cité par MEYER, 1965).
- MELIN, E., 1921. Über die Mykorrhizenpilze von *Pinus sylvestris* L. und *Picea abies* (L.) Karst. *Svensk. Bot. Tidskr.*, **15**: 192-203.
- MELIN, E., 1927. Die Ausbildung der Mykorrhiza bei der Kiefernpflanze in verschiedenen Rohhumusformen. *Medd. Statens Skogsfor skningsinst.*, **23**: 433-494.
- MELIN, E. & H. NILSSON, 1952. Transfer of labelled nitrogen from an ammonium source to pine seedlings through mycorrhizal mycelium. *Svensk. Bot. Tidskr.*, **46**: 281-285.
- MELIN, E., 1953. Physiology of mycorrhizal relations in plants. *Ann. Rev. Pl. Physiol.*, **4**: 325-343.
- MELIN, E. & H. NILSSON, 1953. Transfer of labelled nitrogen from glutamic acid to pine seedlings through the mycelium of *Boletus variegatus* (Sw.) Fr. *Nature*, **171**: 134.
- MELIN, E., 1963. Some effects of forest tree roots on mycorrhizal Basidiomycetes. *Symp. Soc. Gen. Microbiol.*, **13**: 125-145.
- MEYER, F. H., 1960. Die Mykorrhizausbildung an Buche und Fichte in Mull, Moder und Rohhumus. In: Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium, p. 285-295. *Gustav Fischer, Jena*.
- MEYER, F. H., 1966. Mycorrhiza and other plant symbioses. In: *Symbiosis, I*, p. 171-255. *Academic Press, New York*.
- MIKOLA, P., 1960. Beziehungen der Mykorrhizen zu forstlichen Humustypen. In: Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium, p. 279-284. *Gustav Fischer, Jena*.
- MILLER, O. K., 1967. Communication verbale.
- MITCHELL, H. L., R. F. FINN & R. O. ROSENDAHL, 1937. The relation between mycorrhizæ and the growth and nutrient absorption of coniferous seedlings in nursery beds. *Black Rock For. Pap.*, **1**: 58-73.
- MODESS, O., 1941. Zur Kenntnis der Mykorrhizabildner von Kiefer und Fichte. *Symb. Bot. Upsaliensis*, **5**: 1-47.
- MORRISON, T. M., 1954. Uptake of phosphorus-32 by mycorrhizal plants. *Nature*, **174**: 606.
- MOSER, M., 1956. Die Bedeutung der Mykorrhiza für Aufforstungen in Hochlagen. *Forstwiss. Cbl.*, **75**: 8-18.
- MOSER, M., 1959. Beiträge zur Kenntnis der Wuchsstoffbeziehungen im Bereich ectotropher Mykorrhizen. *Arch. f. Microbiol.*, **34**: 251-269.
- NELSON, C. D., 1964. The formation and translocation of photosynthate-C¹⁴, in conifers. In: The formation of wood in forest trees, p. 243-257. *Academic Press, New York*.
- NORKRANS, B., 1949. Some mycorrhiza-forming *Tricholoma* species. *Svensk. Bot. Tidskr.*, **43**: 485-490.
- OLIVEROS, S., 1932. Effect of inoculation on the growth of Benguet pine. *The Makiling Echo*, **11**: 205-214. (cité par HATCH, 1937).

- PALMER, J. G., 1955. Mycorrhizal development in *Pinus virginiana* as influenced by a growth regulator. *Ph. D. thesis. George Washington Univ.*, 119 pp.
- PEYRONEL, B., 1950. L'étude des mycorrhizes par l'observation directe. *Congrès International de Botanique, VIIième*, p. 436-438. *Stockholm*.
- RICHARDS, B. N., 1961. Soil pH and mycorrhiza development in *Pinus*. *Nature*, **190**: 105-106.
- RICHARDS, B. N. & V. L. WILSON, 1963. Nutrient supply and mycorrhiza development in Carribean pine. *For. Sc.*, **9**: 405-412.
- RICHARDS, B. N. & G. K. VOIGT, 1964. Role of mycorrhiza in nitrogen fixation. *Nature*, **201**: 310-311.
- ROBERTSON, N. F., 1954. Studies on the mycorrhiza of *Pinus sylvestris*. *New Phytol.*, **53**: 253-283.
- RÆLOFFS, J. W., 1930. Over Kunstmatige verjonging van *Pinus merkusii* Jungh. et de Vr. en *Pinus Khasya* Royle. *Tectona*, **23**: 825-907.
- ROMMELL, L. G., 1938. A trenching experiment in spruce forest and its bearing on problems of mycotrophy. *Svensk. Bot. Tidskr.*, **32**: 86-99.
- SCHEMAKANOVA, N. M., 1960. Bedingungen der Mykorrhizabildung bei *Pinus silvestris* mit *Boletus luteus* Fr. in Reinkultur. In: Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium, p. 203-207. *Gustav Fischer, Jena*.
- SINGER, R., 1960. Der Ektotroph, Seine Definition, Geographische Verbreitung und Bedeutung in der Forstökologie. In: Mykorrhiza, Internationales Mykorrhizasymposium, p. 223-231. *Gustav Fischer, Jena*.
- SINGER, R., 1962. The Agaricales in modern taxonomy. *Hafner Publishing Co., New York*.
- SINGH, K. G., 1966. Ectotrophic mycorrhiza in equatorial rain forests. *Malay. Forester*, **29**: 13-18.
- SLANKIS, V., 1948. Einfluss von Exudaten von *Boletus variegatus* auf die dichotomische Verzweigung isolierter Kiefern- Wurzeln. *Physiol. Plant.*, **1**: 390-400.
- SLANKIS, V., 1951. Über den Einfluss von B-indolylessigsäure und andere Wuchsstoffen auf dass Wachstum von Kiefern- Wurzeln. *Symp. Bot. Upsaliensis*, **11**: 1-63.
- SLANKIS, V., 1957. The role of auxin and other exudates in mycorrhizal symbiosis of forest trees. The physiology of forest trees, p. 427-443. *Ronald Press Co., New York*.
- SUTHERLAND, J. R. & J. A. FORTIN, 1968. Effect of the nematode *Aphelenchus avenæ* on some ectotrophic mycorrhizal fungi and on a red pine mycorrhiza relationship. *Phytopathology*, **58**: (en édition).
- TRAPPE, J. M., 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizæ. *Bot. Rev.*, **28**: 538-606.
- TRAPPE, J. M., 1962. *Cenococcum graniforme* — Its distribution, ecology, mycorrhiza formation and inherent variation. *Ph. D. thesis, University of Washington*, 148 pp.
- ULRICH, J. M., 1960. Auxin production by mycorrhizal fungi. *Physiol. Plant.*, **13**: 429-443.
- VOZZO, J. A. & E. HACSKAYLO, 1964. Anatomy of mycorrhizæ of selected eastern forest trees. *Bull. Torrey Bot. Club*, **91**: 378-387.
- WHITE, D. P., 1941. Prairie soil as a medium for three growth. *Ecology*, **22**: 398-407.
- WILSON, J. M., 1957. A study of the factors affecting the uptake of potassium by the mycorrhiza of Beech. *Thesis, Oxford* (cité par HARLEY, 1959).
- WORLEY, J. F. & E. HACSKAYLO, 1959. The effect of available soil moisture on the mycorrhizal association of Virginia pine. *Forest. Sc.*, **5**: 267-268.
- ZAK, B., 1964. Role of mycorrhizæ in root disease. *Ann. Rev. Phytopathol.*, **2**: 377-392.

LE *CHEILANTHES SILIQUOSA* MAXON DANS LE NORD-EST AMÉRICAIN

ALBERT LEGAULT et VIATEUR BLAIS

*Département de Biologie, Faculté des Sciences
Université de Sherbrooke*

Résumé

La serpentine affleure dans le nord-est américain le long de la chaîne des Appalaches, de Terre-Neuve jusqu'à la Georgie. Le *Cheilanthes siliquosa* Maxon, fougère endémique serpenticole, est restreint au mont Albert et à la région des cantons de l'Est. Il semble exiger pour son implantation et son développement la présence simultanée des cinq facteurs édaphiques ou climatiques suivants: substratum dérivé de serpentine, éboulis rocailleux en pente raide, exposition sud du talus, éclaircissement maximum, très faible humidité.

Abstract

Scattered outcrops of serpentine rocks occur in Eastern North America in a broken chain along the Appalachian mountains from Newfoundland south to Georgia. *Cheilanthes siliquosa* Maxon, a serpentine endemic fern, has been collected only on mount Albert and in the Eastern Townships of Quebec. The establishment and survival of this endemic fern need the conjunction of the following edaphic and climatic conditions: dry talus of serpentine rocks, steep slope, southern exposure, maximum sunshine, low humidity.

Introduction

On ne peut parler de la flore de la serpentine sans immédiatement évoquer la fameuse fougère typique de ces dépôts magnésiens, le *Cheilanthes siliquosa* Maxon. La dernière excursion botanique du Frère Marie-Victorin avait pour but, sur la foi d'indications fournies par le botaniste américain E. T. Wherry, d'aller repérer cette rarissime fougère dans la région de Black Lake, comté de Mégantic (Raymond, 1944).

Dans l'est canadien, la serpentine affleure à Terre-Neuve, sur le sommet du mont Albert, en Gaspésie, et à de nombreux endroits dans les cantons de l'Est (figure 1). Au delà de la frontière américaine les affleurements s'échelonnent le long de la chaîne des Appalaches, dans le Massachusetts, la Pennsylvanie, le Maryland, la Caroline du Nord et la Georgie, (Whittaker, 1954).

La serpentine a une haute teneur en magnésium et autres éléments toxiques pour beaucoup de plantes, c'est pourquoi une végétation clairsemée et pauvre en espèces occupe les dépôts serpentineux, les « serpentine barrens » des botanistes anglo-saxons.

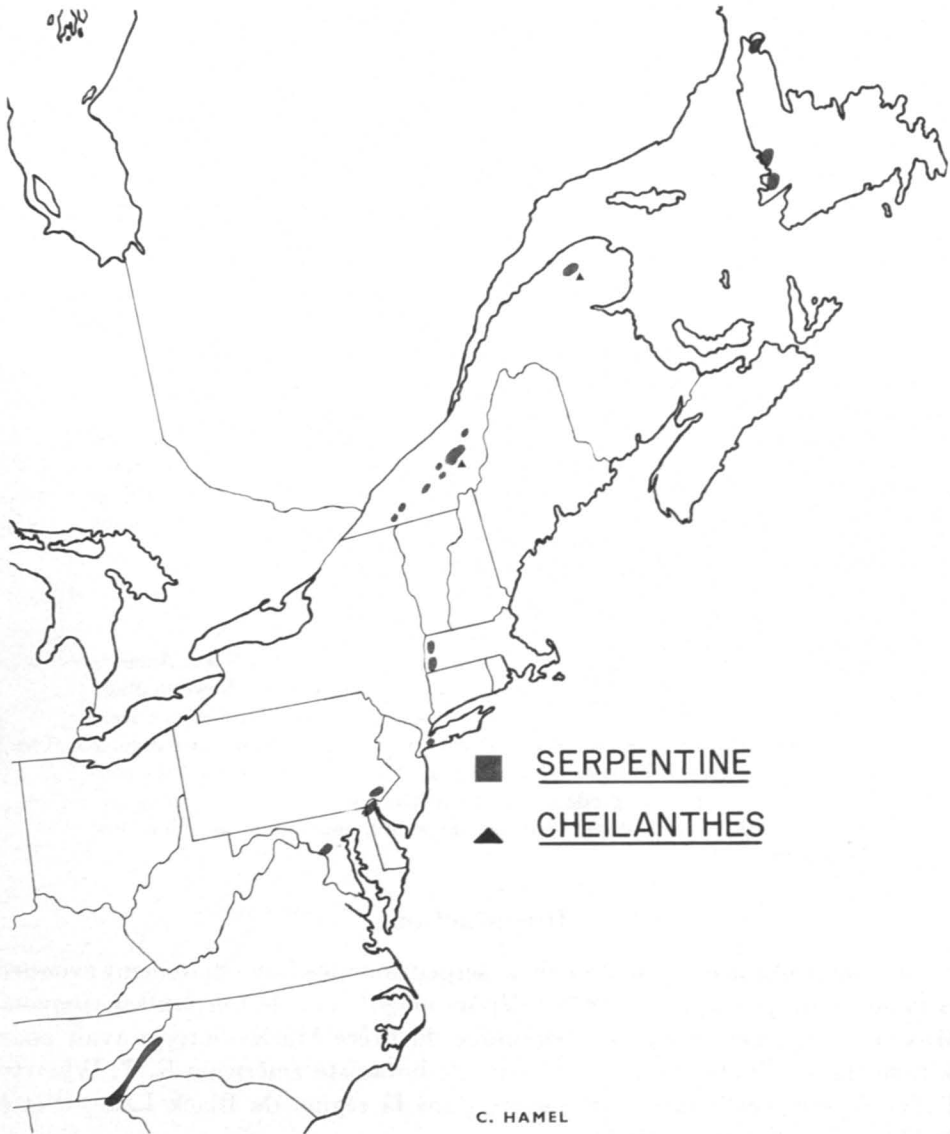


FIGURE 1. Répartition géographique des affleurements de serpentinite dans le nord-est américain et localisation des stations de *Cheilanthes siliquosa* Maxon sur ces dépôts.

Dans nos régions, trois fougères se sont adaptées à ce substratum :

1. Le *Polystichum mohrioides* (Bory) Presl var. *scopulinum* (D. C. Eat.) Fern. que l'on trouve uniquement au mont Albert;
2. L'*Adiantum pedatum* L. var. *aleuticum* Rupr. surtout abondant sur les fins matériaux des éboulis tant à Terre-Neuve, qu'au mont Albert et dans les cantons de l'Est;
3. Le *Cheilanthes siliquosa* Maxon qui fait l'objet de cette étude.

Grâce à l'amabilité des conservateurs, nous avons pu consulter les herbiers suivants: à Québec, l'herbier du Musée provincial (QMP), l'herbier Père Louis-Marie de la faculté d'Agriculture de l'Université Laval (QFA), l'herbier du Service de la recherche du ministère provincial de l'Agriculture et de la Colonisation (QUE); à Montréal, l'herbier Marie-Victorin de l'université de Montréal (MT), l'herbier du Jardin botanique de la ville de Montréal (MTJB), l'herbier de l'université McGill (MTMG); à Sherbrooke, l'herbier de l'université de Sherbrooke (SHER); à Ottawa, l'herbier national du Musée du Canada (CAN), l'herbier du département de l'Agriculture (DAO); à Boston, l'herbier Gray (GH) et à New York, l'herbier du Jardin botanique de la ville de New York (NY).

Revue bibliographique

Le *Cheilanthes siliquosa* a changé de nom plusieurs fois. Il fut d'abord baptisé *Onychium densum* par Brackenridge en 1854. Hooker le désigna sous le nom de *Pellaea densa* en 1858 et Kuntze sous celui d'*Allosorus densus* en 1891. Puis il fut nommé *Cryptogramma densa* par Diels lit-on dans Fernald (1950), ou par Rydberg si l'on en croit Morton (1952) dans Britton & Brown. En 1918, Maxon le classa sous le nom de *Cheilanthes siliquosa*; le nom du genre faisant allusion aux sores marginaux et le nom de l'espèce rappelant les segments fertiles à l'allure de siliques.

Au retour de la fatidique excursion du 15 juillet 1944, Marcel Raymond écrivait: « Le contraste est frappant entre l'aridité, la désolation du lieu, la pauvreté de l'habitat et la délicatesse de cette petite plante au stipe brun et aux frondes si finement découpées », (Raymond, 1944). Les frondes se dressent en touffes denses, fermes mais décidues et elles ont tendance à s'enrouler durant les périodes de sécheresse. Les frondes fertiles sont bi- ou tripinnatiséquées et la marge révoluée des segments abrite très adéquatement les sores. Les frondes stériles sont plus courtes et de durée éphémère.

Dans la Flore laurentienne, le Frère Marie-Victorin (1935) avait écrit que cette fougère se rencontre sur les massifs de serpentine du mont Albert et de l'enclave Mégantic. Dans le Gray's Manual, Fernald (1950) note qu'on la récolte sur les roches magnésiennes ou calcaires du mont Albert, de la région de Black Lake, comté de Mégantic, et dans le comté de Grey en Ontario. Dans Britton & Brown, Morton (1952) ne fait pas mention du substratum calcaire bien que lui aussi note le comté de Grey. Wherry (1961) est beaucoup plus précis dans son FERN GUIDE pour le nord-est américain. Il écrit: "*in our region known only at two points in Quebec on serpentine rock and one in Ontario on magnesian limestone*".

Quant à cette dernière station en Ontario, dans le comté de Grey, voisine de la Péninsule de Bruce, elle est sujette à caution. L'herbier Marie-Victorin possède une récolte sans date de Madame F. A. MacFadden. L'étiquette imprimée porte en titre "*Georgian Bay Flora, Grey County*" et comme localité

on peut assez difficilement y déchiffrer: "6 Mile Rocks, Silverton, B. C.". Cette récolte provient donc de Colombie britannique et non d'Ontario comme le laisse entendre l'en-tête de l'étiquette. L'herbier national du musée d'Ottawa possède une récolte numéro 28,392 de *Pellea densa* (ancien nom du *Cheilanthes siliquosa*) faite en septembre 1883 par le docteur Ami sur les dolomites de Guelph dans la localité de Durham, comté de Grey en Ontario. En 1935, Stebbins et un groupe de botanistes ont fait d'intensives recherches dans la péninsule de Bruce et dans les environs de Durham. Cody est aussi allé à sa recherche, il y a quelques années, de même qu'un très grand nombre d'amateurs collectionneurs de fougères. Jusqu'à ce jour, personne n'a revu la mystérieuse fougère en Ontario et la mention du comté de Grey dans la distribution du *Cheilanthes siliquosa* ne tient qu'à une bien petite fronde, toute menue, conservée à l'herbier du Musée national d'Ottawa. Aussi quelques botanistes sont bien sceptiques quant à l'authenticité de cette récolte du docteur Ami en 1883. Y aurait-il eu erreur d'étiquetage ?

Les monts Chic-Chocs ont toujours eu un attrait particulier pour les botanistes, aussi la plupart des herbiers consultés possèdent-ils plusieurs récoltes de *Cheilanthes* en provenance du mont Albert :

- 1881. Allen, NY.
- 1906. Fernald & Collins # 150, CAN, GH, MT, NY.
- 1923. Fernald, Griscom, Mackenzie, Smith # 25,388, CAN, GH, MT, NY.
- 1923. Victorin, Rolland, Brunel, Rousseau # 17,021 DAO, MT.
id. # 17,022 CAN, DAO, GH, MT, NY, QFA.
- 1941. Lepage # 3186, QFA.
- 1941. DeChamplain # 1066, MT.
- 1942. id. # 1252, MT.
- 1947. Iltis # 3573 DAO.
- 1953. Samuel & Sylvio # 4276, MT.
- 1958. Cayouette, Brisson, Brassard # 58-340 QUE, SHER.
id. #58-371 QUE, SHER.

Pour ce qui est des cantons de l'Est, l'inventaire des spécimens nous a permis de voir cinq récoltes différentes antérieures aux nôtres et provenant toutes de la colline Caribou, à Black Lake, comté de Mégantic.

Du 26 au 29 août 1915, Fernald et Jackson herborisèrent dans la région de Black Lake et l'herbier Marie-Victorin possède vingt récoltes de plantes provenant de la colline Caribou. Aucune récolte de *Cheilanthes* ne se trouve à l'herbier Marie-Victorin pas plus qu'à l'herbier Gray. Toutes les autres plantes importantes de l'éboulis serpentineux ont été récoltées par eux et l'absence de cette fougère est assez mystérieuse puisque Fernald la connaissait très bien pour l'avoir récoltée au mont Albert en 1906.

Le 26 juillet 1921, le géologue Robert Harvie fit une récolte de *Cheilanthes* (# 114,000 CAN, MT) qu'il apporta au Musée National d'Ottawa pour identification. En 1937, Robert Clausen et Harold Trapido récoltèrent le *Cheilanthes* à Black Lake, (# 2763, CAN, GH, MT).

Quand Edgar Wherry est-il venu à Black Lake? Nous l'ignorons encore, mais les indications si précises qu'il communiqua au Frère Victorin et à son équipe ne laissent aucun doute sur sa venue à Black Lake. "*From Black Lake village drive south along Highway no. 1 for two miles when an electric power line will be seen crossing the lake and extending westward into the hills. Follow this for a mile and the prominent cliffs of serpentine will come into view to the north. Cross the intervening swamp and climb to the top of the talus slope*", (Raymond, 1944).

Le 15 juillet 1944, le Frère Victorin, le Frère Rolland, Marcel Raymond, Jim Kucyniak et André Champagne sont venus à Black Lake et récoltèrent la rarissime fougère (# 522, DAO, MT). Marcel Raymond (1944) a narré, comme lui seul pouvait le faire, les péripéties de cette dernière herborisation du frère Marie-Victorin.

Deux ans plus tard, Marcel Raymond et Jim Kucyniak sont revenus sur les lieux, pieux pèlerinage à la mémoire de leur maître disparu, (# 1721, MTJB). En 1951, ils y amenaient Lionel Cinq-Mars et Olof Rune, spécialiste de la flore serpentinicole de Suède, (# 1627, CAN, DAO, MTJB, QUE).

Avant 1956, année à laquelle commencèrent les travaux d'assèchement du lac par la compagnie minière Lake Asbestos, tous ces botanistes, qui nous précédèrent dans la région de Black Lake, semblent avoir collectionné au même endroit. Ce que Harvie appelait "*Caribou Mountain*", ce que Clausen et Trapido désignaient comme "*mountain southwest of Black Lake*" et ce que Victorin, Raymond *et al.* appelaient "*Caribou Hill, éboulis de serpentine*", c'est le flanc sud du petit mont Silver, près de la montagne Caribou. C'est une petite élévation qui s'isole assez bien du massif de la montagne Caribou et que l'on nomme aujourd'hui mont Silver. Tous sont passés à peu près par le même chemin qu'a décrit Edgar Wherry, lors de son passage dans la région vers les années trente. Lorsqu'on avait réussi à traverser le lac à son plus fort rétrécissement, soit en chaloupe ou sur un pont de fortune fait de deux fils de fer tendus entre deux poteaux, il s'agissait de s'engager dans la lisière déboisée qui suivait la ligne de transmission électrique et de se rendre jusqu'au pied du mont. Il ne restait plus qu'à grimper quelques centaines de pieds pour se retrouver, enfin, dans l'éboulis de roches serpentineuses (Raymond 1944).

Observations récentes

Au printemps de 1965, nous entreprenions l'inventaire floristique des dépôts de serpentine de la région de Black Lake. Après entente avec les compagnies minières de la région, nous avons pu intensifier nos recherches sur des terrains inaccessibles au public. Le 24 août, nous avons enfin déniché le *Cheilanthes* sur le mont Silver, (Blais, Brisson, Deshaies, Forest, # 10,764, SHER). Quelques semaines plus tard, lorsque nous avons mis la main sur le récit de Marcel Raymond, nous avons réalisé que nous aussi nous avons suivi à peu près le chemin indiqué par Wherry.

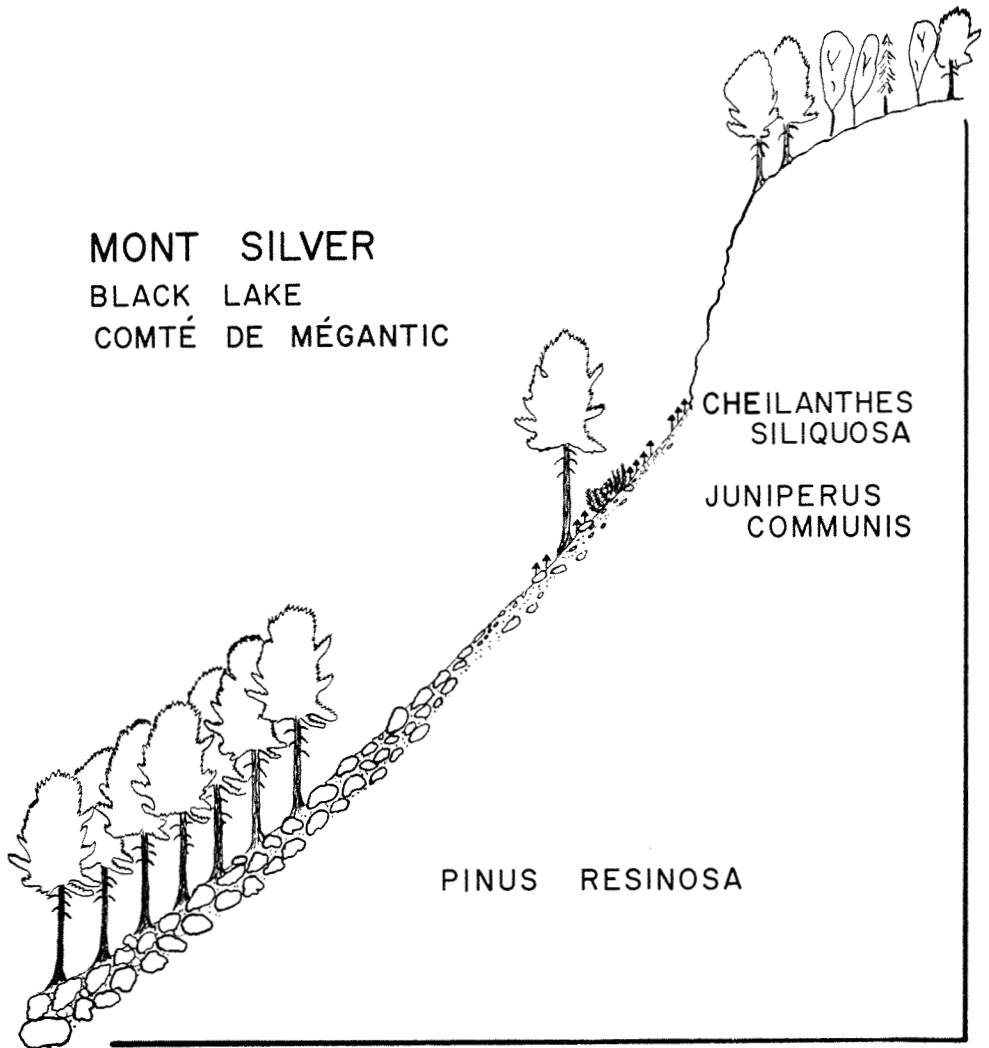


FIGURE 2. Profil de la végétation au mont Silver, Black Lake.

Le mont Silver s'élève à 1,300 pieds au-dessus du niveau de la mer et à 550 pieds de l'ancien lac Noir, maintenant asséché. Sur le flanc sud de cette colline, à 50 pieds du sommet, au pied d'une falaise escarpée, commence un talus d'éboulis à 45° (figure. 2). Un trillage mécanique s'effectue dans cet éboulis de roches serpentineuses. La partie supérieure de l'éboulis est constituée de particules finement effritées, tandis qu'à la base sont empilés les gros blocs anguleux. Le tiers inférieur du talus est aujourd'hui couvert d'une formation de pins rouges (*Pinus resinosa* Ait.). C'est dans la partie supérieure de l'éboulis que le *Cheilanthes siliquosa* a élu domicile, c'est-à-dire du pied de la falaise jusqu'au niveau où la roche effritée atteint 8 à 9 pouces de diamètre. Concentré dans les parties complètement éclairées, le *Cheilanthes* se raréfie sous les pins

et disparaît complètement dans les coins trop humides du sous-bois de la forêt environnante. Les touffes abondantes se présentent comme de petits « bouquets de persil » près des clones de *Juniperus communis* là où la roche effritée est fine et mélangée d'une faible quantité d'humus.

Au lac Sunday, rang II N, canton de Garthby, comté de Wolfe, à quelque onze milles au sud-ouest du mont Silver, nous avons trouvé, en juillet 1966, une nouvelle station de *Cheilanthes siliquosa* (Blais, Hamel, # 11,458, SHER; Brisson, Forest, Hamel, # 11,761, SHER). Sur la rive nord du lac, une petite colline, peu proéminente dans le relief de la région environnante, s'élève à 1,600 pieds au-dessus du niveau de la mer et à quelque 380 pieds au-dessus du niveau du lac Sunday. Pour les besoins de nos études, cette colline sans nom, nous l'avons baptisée "Cheilanthes". Tout comme au mont Silver, (Cf. figure 3), c'est dans un éboulis de roches serpentineuses en pente abrupte par-

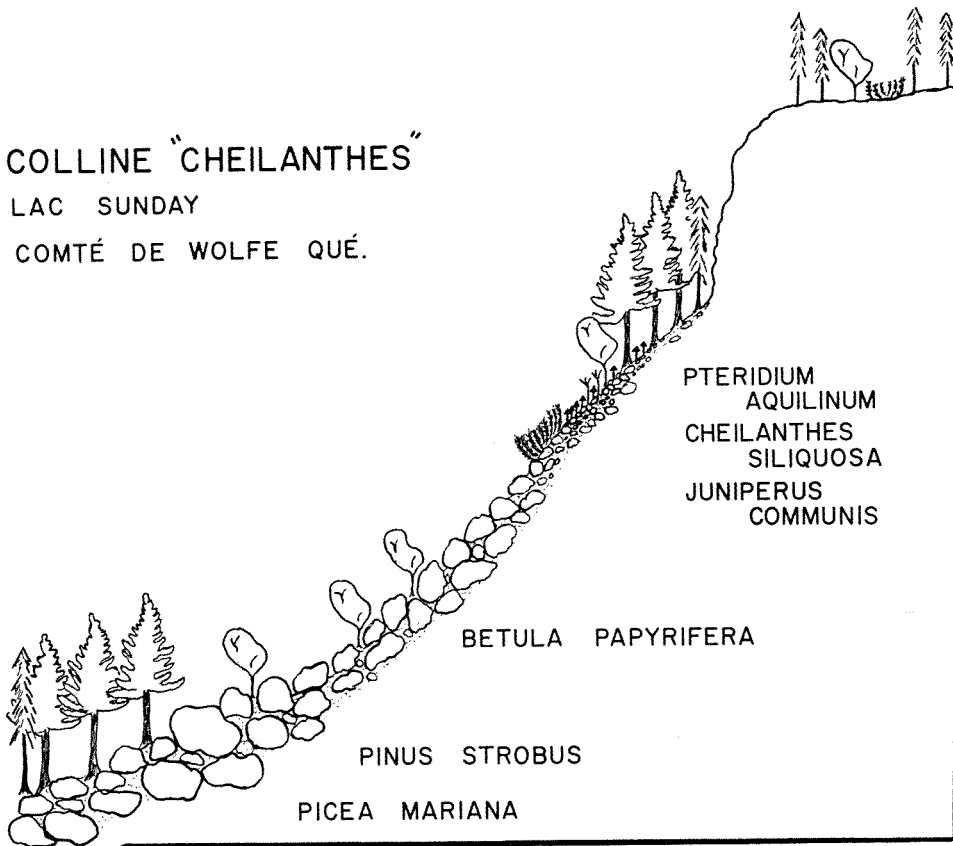


FIGURE 3. Profil de la végétation à la colline « Cheilanthes », lac Sunday.

tant à quelque 30 pieds en deçà du sommet, au pied d'une falaise verticale que nous trouvons ici la fougère typique. Mais ici, la texture de l'éboulis est plus grossière. Les particules finement effritées sont absentes du sommet du talus. Les pins blancs (*Pinus strobus* L.) dominent dans le peuplement de conifères installé au pied de la falaise ainsi qu'au pied du talus d'éboulis. Ici et là, quelques *Betula papyrifera* Marsh. sont enracinés à travers les grosses roches empilées. C'est vers le haut de l'éboulis, presque aux pieds des pins que le *Cheilanthes siliquosa* s'agrippe entre les blocs de 5 à 12 pouces de diamètre. Il se présente en petites touffes isolées aux endroits complètement exposés, côtoyant *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Oryzopsis asperifolia* Michx. et *Juniperus communis* L. Il disparaît graduellement dans le sous-bois de conifères là où l'humidité du sol est plus élevée et l'éclairement est réduit. Il est rare et très disséminé ici, comparativement au mont Silver où la chromite semble absente.

Nos nombreuses excursions sur la serpentine des cantons de l'Est de même que celles de nos prédécesseurs n'ont rapporté, à ce jour, que ces deux seules stations de *Cheilanthes siliquosa* dans la région.

Au mont Albert, c'est au haut de la vallée du Diable, à deux endroits bien précis, sur des flancs exposés au soleil du midi que l'on trouve le *Cheilanthes*.

Plus au sud, aux États-Unis, le *Cheilanthes siliquosa* est absent de la flore de tous les affleurements de serpentine et d'olivine, (Hashberger, 1903; Pennell, 1910, 1912, 1930; Radford, 1948).

Dans le nord-est américain c'est donc uniquement au mont Albert et dans les cantons de l'Est que l'on trouve cette fougère endémique de la serpentine.

Aspects écologiques

La connaissance des conditions locales, tant au mont Albert que dans l'Estrée, nous autorise à déduire certaines conditions écologiques indispensables à l'implantation et à la survie du *Cheilanthes siliquosa*.

SUBSTRATUM DÉRIVÉ DE SERPENTINE

La serpentine est un silicate hydraté de magnésium et de fer et elle forme une composante essentielle des roches métamorphiques issues de différentes roches éruptives basiques (péridotite, pyroxénite, etc.), (Novak, 1928; Walker, 1954). Les sols issus de la serpentine se caractérisent par une très faible teneur en calcium assimilable et des teneurs élevées en magnésium, chrome et nickel (Walker, 1954). Ces sols par leurs qualités physiques et chimiques (notamment par le rapport Mg: Ca) exercent une influence très forte non seulement sur la présence de diverses plantes, mais encore sur la composition de toute la végétation. Dans nos régions ils ont donné naissance à des serpentinomorphoses (tel le cas de l'*Adiantum pedatum* L. var *aleuticum* Rupr.) mais aussi à des plantes qui sont rigoureusement liées à la serpentine et qui peuvent être consi-

dérées comme des types serpentiniques, vicariants ou non de types non-serpentiniques.

D'après Novak (1928) « trois conditions sont indispensables pour l'existence constante et le développement favorable des types serpentiniques et de serpentinomorphoses, ce sont: 1. une quantité absolue considérable de composés magnésiques dans le sol; 2. le rapport Mg: Ca plus grand que 1, et 3. l'absence de chlorures ». Dans le cas des dolomites, qui bien que plus riches en composés magnésiens que les sols serpentiniques, l'absence de types serpentiniques ou de serpentinomorphoses s'explique par le rapport Mg: Ca qui y est toujours inférieur à 1.

ÉBOULIS ROCAILLEUX EN PENTE RAIDE

Les falaises abruptes des rochers de serpentine subissent, sous nos climats, l'action érosive des agents climatiques. Les surfaces rocheuses se brisent en fragments anguleux qui dévalent en bas des pentes créant des talus d'éboulis dans lesquels on peut observer un tri mécanique prononcé. Cet empilement pêle-mêle de blocs anguleux assure le libre passage de l'eau de pluie ou de fonte des neiges jusqu'au roc sous-jacent.

Certains auteurs, Harshberger (1903) en particulier, considèrent que le facteur édaphique est le facteur prépondérant quant à la distribution de la végétation serpentinicole.

EXPOSITION SUD

Les facteurs atmosphériques déterminent des différences beaucoup plus fines dans la végétation des sols à serpentine.

Les quatre micro-habitats dans lesquels croît le *Cheilanthes siliquosa* au Québec présentent tous une pente rocheuse ouverte vers le midi.

ÉCLAIREMENT MAXIMUM

C'est dans les sections bien exposées au soleil que le *Cheilanthes* est abondant dans nos régions.

Sur les talus de blocs anguleux exposés aux chauds rayons du soleil la température au niveau du sol atteint très souvent des sommets bien au-dessus des niveaux de tolérance physiologique de la majorité des plantes; éliminant ainsi de ces habitats inhospitaliers bon nombre de compétiteurs.

TRÈS FAIBLE HUMIDITÉ

La pente raide, l'empilement pêle-mêle des blocs rocheux, l'exposition méridionale de la pente, l'absence de couverture arborescente ou arbustive, autant de facteurs qui s'unissent pour assurer une déperdition très rapide de l'humidité. « Sur les pentes serpentiniques rocheuses et ensoleillées la na-

ture a fait apparaître un exemple unique et un tableau typique de la steppe rocheuse et désertique » (Novak, 1928).

De tels habitats abritent des plantes qui se sont adaptées pour survivre en des conditions aussi sèches. Des arrangements structuraux au niveau des racines permettent d'aller puiser en profondeur l'eau nécessaire, des mécanismes protecteurs au niveau foliaire, comme l'enroulement des frondes chez *Cheilanthes siliquosa*, préviennent les pertes d'eau par trop excessives.

On a trouvé jusqu'à présent le *Cheilanthes siliquosa* dans le nord-est américain, uniquement là où se trouvent réunies ces cinq conditions édaphiques ou climatiques. Peut-être que cela expliquerait son absence des affleurements de serpentine de Terre-Neuve, de l'île Staten dans la région de New-York, de la Pennsylvanie, du Maryland, etc.

Références

- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany. Ed. 8. American Book Co., New York.
- HARSHBERGER, J. W., 1903. The Flora of Serpentine Barrens of Southeast Pennsylvania. *Science*, **18**: 339-343.
- LEGAULT, A. et BLAIS, V., 1966. Sur la présence du *Cheilanthes siliquosa* Maxon dans les cantons de l'Est. *Ann. de l'Acfas*, **33**: 41.
- MARIE-VICTORIN, 1935. La Flore laurentienne. Montréal.
- MORTON, C. V., 1952. Pteridophyta in H. A. Gleason: The New Britton & Brown Illustrated Flora of the Northeastern United States and adjacent Canada. The New York Botanical Garden.
- NOVAK, F. A., 1928. Quelques remarques relatives au problème de la végétation sur les terrains serpentiniques. *Preslia*, **6**: 42-71.
- PENNELL, F. W., 1910. Flora of the Conowingo Barrens of Southeastern Pennsylvania. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, **62**: 541-584.
- PENNELL, F. W., 1912. Further Notes on the Flora of the Conowingo or Serpentine Barrens of Southeastern Pennsylvania. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, **64**: 520-538.
- PENNELL, F. W., 1930. On some Critical Species of the Serpentine Barrens. *Bartonia*, **12**: 1-23.
- RADFORD, A. E., 1948. The Vascular Flora of the Olivine Deposits of North Carolina and Georgia. *Journ. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, **64**: 45-106.
- RAYMOND, M., 1944. La dernière herboisement du Frère Marie-Victorin, (15 juillet 1944). *Inst. Bot. Univ. Montréal*. 15 p.
- STEBBINS, G. L. JR., 1935. Some observations on the Flora of the Bruce Peninsula, Ontario. *Rhod.*, **37**: 33-74.
- VLAMIS, J. & JENNY, H., 1948. Calcium Deficiency in Serpentine Soils as Revealed by Adsorbent Technique. *Science*, **107**: 549.
- WALKER, R. B., 1954. Factors affecting Plant Growth on Serpentine Soils. *Ecology*, **35**: 259-266.
- WHERRY, E. T., 1961. The Fern Guide. Doubleday.
- WHITTAKER, R. H. & al., 1954. The Ecology of Serpentine Soils. *Ecology*, **35**: 258-288.

LES FORÊTS, LES CLIMAX ET LES RÉGIONS BIOGÉOGRAPHIQUES DU BASSIN DE LA RIVIÈRE OUTAOUAIS, QUÉBEC

ANDRÉ LAFOND et GILLES LADOUCEUR

*Faculté de Foresterie et de Géodésie
Université Laval, Québec*

Résumé

On présente, dans cet article, un résumé d'une étude d'ensemble des forêts du bassin québécois de la Rivière Outaouais. On y décrit les facteurs écologiques influençant les associations climaciques et déterminant différentes régions biogéographiques. Une sère normale de chacune des régions climaciques y est présentée, de même qu'une série de cartes montrant l'aire de distribution des principales associations forestières de la région. On a ajouté une liste des groupements forestiers d'importance qui ont été rencontrés au cours de la prospection sur le terrain.

Abstract

In this paper is presented a summary of an over-all study of the Ottawa River Watershed forest associations in the Province of Quebec. Ecological factors bearing an influence on the development of the different climacic forests are described, also the main biogeographical region are delimited. A serie based on topography is presented for each of the climax as well as maps of the distribution of the most important forest associations. At the end, a list of the forest ecosystems has been added.

Introduction

Au cours des années 1966 et 1967, nous avons pu parcourir entièrement le bassin de l'Outaouais dans le but de déterminer les principaux groupements forestiers qu'on y rencontre et de délimiter les régions biogéographiques forestières de ce territoire. Nous avons aussi établi les sères physiographiques qui caractérisent ces régions pour aider à l'identification des peuplements forestiers au moyen de la photographie aérienne. Ce travail a été entrepris dans la perspective de l'Inventaire Canadien des Terres et pour le Ministère des Terres et Forêts de la Province de Québec.

Deux rapports non publiés ont été présentés au Ministère des Terres et Forêts qui décrivent les associations forestières, leur distribution, leurs caractères aussi bien que les séries physiographiques se développant dans cette région (Lafond et Ladouceur, 1966 et Lafond et Ladouceur, 1967).

Méthodes de prospection

Dans le but d'arriver à déterminer les principales associations forestières qui couvrent ce territoire ainsi que l'étendue et l'importance de chacune d'entre elles, nous avons parcouru tous les chemins accessibles en automobile en dic-

tant, à l'aide d'un magnétophone, la description de la végétation et en prenant des photographies pour illustrer chacun des aspects du paysage aussi bien que la structure des peuplements et leur végétation caractéristique. De plus, nous avons couvert systématiquement, en avion, l'ensemble du territoire à différentes saisons de l'année dans le but de déterminer les caractères qui pourraient identifier les peuplements selon que la photographie aérienne serait prise au printemps, durant l'été et à l'automne.

Dans les régions critiques, où certains peuplements feuillus étaient difficiles à distinguer et où il y avait succession des habitats, dans différentes sères, nous avons pu parcourir ces régions en nous servant de l'hélicoptère à l'automne au moment où la coloration des feuilles permet une identification et un estimé précis de chacune des espèces. La corrélation entre l'aspect des différents peuplements forestiers, la photographie en couleur à grande échelle et la photographie aérienne à l'échelle de 1: 15,000 a pu être établie. Les notes que nous présentons ici ne traitent cependant que des aspects biogéographiques de l'écologie générale de la région.

Description de la région

La région que nous avons étudiée couvre environ 45,000 milles carrés du bassin québécois de la Rivière Outaouais. Cette région se limite au sud, à la Rivière Outaouais, depuis le village de Pointe-aux-Chênes jusqu'à Mattawa et depuis la frontière de l'Ontario, en se dirigeant vers le nord, jusqu'au 48° de latitude. A l'est, nous avons suivi une ligne, le long du 76° de longitude jusqu'au Réservoir Baskatong, alors que nous avons inclus les terres du bassin de la Rivière Lièvre jusqu'au Lac Tapani et la tête de la Rivière Rouge pour redescendre par St-Jovite et jusqu'à Ste-Agathe et reprendre ensuite une ligne de direction sud-est qui rejoint Pointe-aux-Chênes (voir figure 3 et suivantes).

D'un point de vue d'une description générale des forêts, cette région comprend, en partie, les régions forestières suivantes, telles que décrites par Rowe (1959): L 4 b, L 9, L 4 c et B 7.

Il s'agit, dans l'ensemble, de forêts feuillues et mélangées avec de nombreuses inclusions de forêts résineuses de différents types. Les espèces y sont beaucoup plus nombreuses qu'ailleurs dans la Province de Québec et on y rencontre la limite septentrionale de nombreuses espèces ou associations forestières.

CARACTÈRES TOPOGRAPHIQUES

Cette région appartient principalement à la pénéplaine précambrienne et constitue un plateau érodé ayant une hauteur moyenne d'environ 1,200 pieds. On ne trouve pas de point très élevé dans l'ensemble de la région, sauf à son extrémité est, au sud du Réservoir Baskatong où le Mont Sir Wilfrid Laurier atteint une altitude de quelque 2,700 pieds et il en va de même pour

les montagnes du Mont-Tremblant, au sud-est de la Rouge qui atteignent près de 3,000 pieds. Aux extrémités nord-ouest et nord de la région, on retrouve cependant une plaine constituée par les dépôts du Lac Témiscamingue et de l'ancien Lac Barlow-Ojibway et couvrant complètement le relief précambrien où les sols ont, par suite de leur texture beaucoup plus fine, une valeur agricole. Au sud, le long de la Rivière Outaouais, entre Pointe-aux-Chênes et l'Île aux Allumettes, on retrouve la plaine alluvionnaire de l'Outaouais avec les dépôts de la période Champlain. Ces dépôts se rencontrent d'ailleurs jusqu'au nord de Maniwaki, dans le bassin de la Gatineau et jusqu'à Ferme-Neuve, le long de la Rivière Lièvre. Toute cette région est défrichée et colonisée (Dresser et Denis, 1946).

Le long de la Rivière Rouge, des Rivières Lièvre et Gatineau, au fur et à mesure que l'on s'approche de l'Outaouais, on observe des collines plus élevées et un relief beaucoup plus accentué que plus au nord où celui-ci a tendance à s'adoucir, particulièrement dans la région, dans l'axe de Maniwaki, Mont-Laurier. À l'ouest, on observe aussi la tendance à une topographie beaucoup plus accentuée dans la région sud jusqu'à Mattawa, le long de la Rivière Outaouais, d'une pénéplaine plus adoucie dans le centre et un relief qui, graduellement, diminue au fur et à mesure qu'on s'approche de la région d'Abitibi.

CARACTÈRES HYDROGRAPHIQUES

La Rivière Outaouais a un cours assez capricieux. À partir de son embouchure, dans le lac des Deux-Montagnes, à l'ouest de Montréal, elle se dirige d'une façon générale ouest-nord-ouest sur une longueur de quelque 300 milles jusqu'à Mattawa. Elle tourne brusquement vers le nord, nord-ouest jusqu'à la tête du Lac Témiscamingue, pour se diriger vers l'est en traversant une série de très grands lacs tels que le Lac Rémigny et le Lac Simard. Par la suite, elle se dirige franchement vers l'est, le nord et de nouveau vers le sud-est, à travers de grands réservoirs comme les Réservoirs Decelles, Dozois et Cabonga pour aller prendre sa source à l'est du 74° de longitude et du 47°10' de latitude.

Le long de son parcours, on rencontre un certain nombre d'affluents dont certains sont pourvus de bassins hydrographiques couvrant de grandes étendues. Ainsi à l'est, on trouve le bassin de la Rivière Rouge qui se jette dans l'Outaouais, près de Pointe-aux-Chênes. Cette rivière prend sa source dans les Monts-Tremblants et draine toutes les terres de la région. Plus à l'ouest, on trouve les bassins des Rivières Petite Nation et Grande Nation qui ne s'étendent pas très loin au nord et, toujours plus à l'ouest, on rencontre un bassin extrêmement important, celui de la Rivière Lièvre qui traverse toute la région que nous considérons, en direction nord-est, sud-ouest et va prendre sa source bien à l'extérieur du territoire étudié. Ensuite, il s'agit de la Rivière Gatineau, une immense rivière qui va prendre sa source au delà du 49° de latitude, au nord-est de la région étudiée. Puis on rencontre différentes rivières qui prennent leur source au nord de la Rivière Outaouais, mais à l'intérieur

du bassin de celle-ci, vers la latitude $47^{\circ}10'$, ce sont: les Rivières Coulonge, Noire et Dumoine. On retrouve aussi des bassins moins importants comme ceux de la Rivière Picanoc, de la Rivière Schyan et de la Rivière Maganasipi.

C'est une région où il existe une multitude de lacs de toute importance dont quelques-uns, par suite des barrages faits sur la Rivière Outaouais ou d'est en ouest, les lacs réservoirs Baskatong, Cabonga, Decelles, Dozois, le Grand Lac Victoria, le Lac Kipawa et le Lac Beauchêne.

LE CLIMAT

Il n'existe, à notre connaissance, aucune étude spécifique du climat de cette région. Sans doute y trouve-t-on une quarantaine de stations météorologiques distribuées un peu partout dans le territoire, en particulier dans les endroits colonisés et le long des routes d'exploitation forestière. Cependant, un grand nombre de celles-ci ne sont que des stations d'observation saisonnière et, dans les régions de forêts vierges, il n'existe aucune station. C'est particulièrement le cas des régions situées à la tête des Rivières Coulonge, Dumoine et à l'est du Lac Victoria. Les données que nous présentons ici proviennent d'une compilation de notes que nous avons pu obtenir pour cette région grâce à l'obligeance du Directeur du Bureau de Météorologie du Ministère des Richesses Naturelles de la Province de Québec. Au tableau I, on trouvera les principales données météorologiques pouvant avoir une influence sur la composition des éco-systèmes forestiers. On trouvera aussi les isothermes en même temps que les isohyètes caractéristiques de la région.

La valeur des isothermes diminue de façon régulière depuis la vallée de l'Outaouais jusqu'en Abitibi. On remarquera que les lignes isothermiques sont parallèles aux latitudes tout en étant courbées de plus en plus vers le nord, au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'ouest du territoire. C'est dire que la température moyenne a tendance à s'améliorer lorsque l'on se rapproche des Grands Lacs tout en se stabilisant cependant à la hauteur de Rouyn-Noranda où elle devient de nouveau parallèle à la latitude. (Fig. 1).

L'influence améliorante des Grands Lacs semblent s'arrêter au nord du Lac Témiscamingue où l'on retrouve une influence méridionale ainsi d'ailleurs que le montre la présence de certaines espèces caractéristiques des latitudes plus chaudes, telles le chêne rouge, le tilleul, le frêne et l'orme.

D'une façon générale, la température de juillet est de l'ordre de 70° dans la vallée de l'Outaouais proprement dite, depuis les environs de Pointe-aux-Chênes jusqu'à Fort Coulonge; elle diminue rapidement pour atteindre 67° F au nord de Fort Coulonge et de Rapide-des-Joachims. L'isotherme 65° caractérise la ligne qui s'étend depuis la tête de la Rivière Dumoine (Lac Dix Milles) jusqu'à Ferme-Neuve, dans le bassin de la Lièvre. Au nord du Lac Témiscamingue, l'isotherme de juillet est de 63° et ceci depuis Belleterre jusqu'au centre du Lac Cabonga. Quant au 61° F, il caractérise la région de Rouyn-

TABLEAU I

Stations météorologiques et données relatives à la température, à la précipitation et à la période sans gelée (d'après Le Ministère des Richesses Naturelles, Québec).

Localités	Latitude	Longitude	Altitude (pieds)	Temp. moyenne		Précipitation ann.		Période sans gelée (jours)
				Juill. F°	Ann. F°	Totale (pcs)	Pluie (pcs)	
Barrage Cabonga	47°19'	76°28'	1,225	63.1	36.0	37.00	26.58	81
Barrage Mercier	46°43'	75°59'	775	65.1	38.4	36.01	26.64	126
Barrage des Quinze	47°33'	79°14'	870	64.6	36.3	36.54	28.26	130
Barrage Témisca- mingue	46°43'	79°06'	595	65.8	39.3	32.70	25.17	130
Grand Lac Victoria	47°50'	77°22'	1,080	61.4	33.7	39.57	27.67	71
Lac Dozois (Bge Bourque)	47°38'	77°18'	1,150	62.9	35.1	40.00	28.45	125
Maniwaki (Radar)	46°22'	75°59'	559	66.2	39.1	32.62	24.45	115
Mont-Laurier (14-2)	46°34'	75°30'	800	64.8	38.5	35.99	26.64	109
Nominungue	46°24'	75°02'	860	65.3	38.6	36.07	26.47	107
Rapide Blanc No 7	47°46'	78°19'	1,020	63.9	35.3	38.80	29.19	101
Val D'Or (A)	48°03'	77°47'	1,108	63.5	34.6	34.55	23.45	126
Ville-Marie	47°19'	79°26'	630	64.4	36.5	29.59	21.78	106
Ottawa	45°25'	75°43'	—	70	42	34.23	26.03	—
Renfrew	45°28'	76°45'	—	68	41	26.53	19.60	—
Pembroke	45°45'	77°07'	—	69	42	33.41	25.33	—
North Bay	46°22'	79°26'	1,210	67	40	41.19	28.59	—
Chalk River	46°00'	77°26'	550	67	40	28.21	21.59	—
Senneterre	48°27'	77°15'	1,038	63	34	40.43	28.33	—



FIGURE 1 Distribution des isothermes de juillet avec des stations montrant la valeur moyenne des températures de juillet et la moyenne annuelle dans le bassin de l'Outaouais.

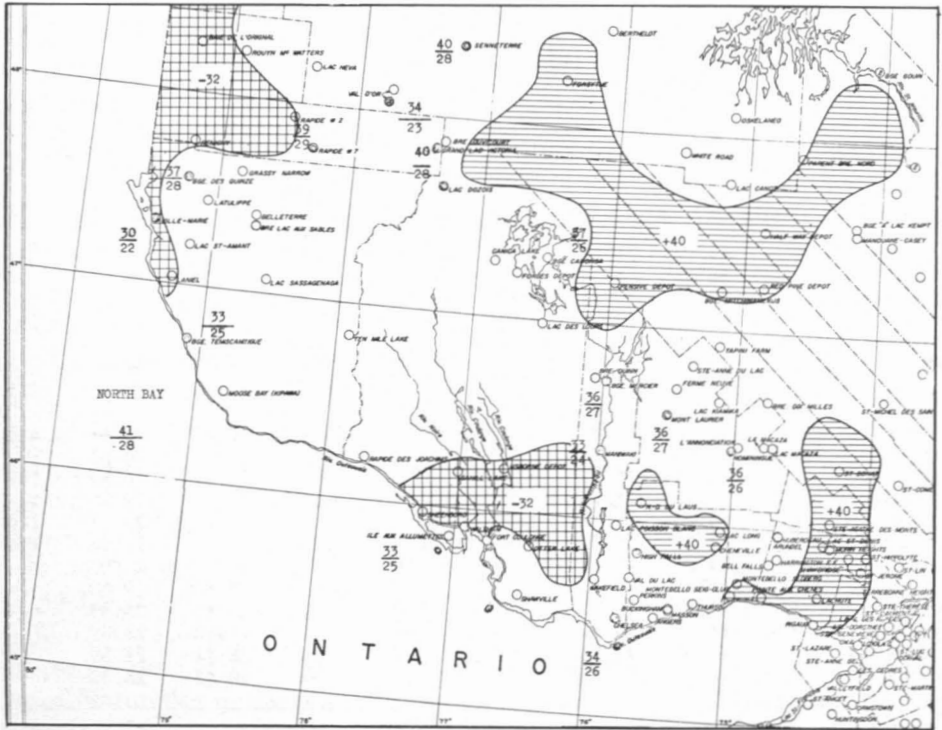


FIGURE 2. Distribution des isohyètes dans le bassin de l'Outaouais.

Noranda pour ensuite se diriger vers le sud et suivre approximativement la ligne du 48° de latitude. Il en va de même des tendances de la moyenne annuelle des températures qui est de 42° F tout à fait au sud et de 35° F au nord pour l'isotherme de juillet correspondant à 61° F.

Notons que l'isotherme de juillet, ayant pour valeur 67° F, semble coïncider avec l'aire d'un climax forestier de même que les isothermes de juillet de 65° F et de 63° F. Dans le premier cas, nous observons la dominance de l'érablière à bouleau jaune sur les pentes moyennes; dans le second cas, la bétulaie à bouleau jaune avec sapin, épinette rouge et pin blanc tandis qu'au nord, dans le troisième cas, il s'agit de la bétulaie à bouleau à papier, sapin, épinette blanche. Il est à noter, cependant, que ce climax se prolonge au delà de l'isotherme 61° F et que, par conséquent, il peut tolérer des températures moyennes inférieures à cette valeur. Au sud, le long de l'isotherme de 70° F, on retrouve l'érablière laurentienne.

Les précipitations n'ont pas un régime aussi uniforme que les températures pour l'ensemble du territoire. On trouve des régions que l'on peut considérer comme beaucoup plus pluvieuses que d'autres, c'est-à-dire celles où la précipitation annuelle est de 40 pouces et plus, tandis que certaines aires sont plus sèches et la précipitation annuelle y est inférieure à 32 pouces. Les régions les plus pluvieuses se trouvent à l'est du Réservoir Cabonga et s'étendent prati-

quement jusqu'à Senneterre pour inclure la tête des bassins des Rivières Gatineau, Lièvre et Mitchinamecus. On retrouve d'ailleurs une autre région à précipitation élevée au nord-ouest de Montréal, depuis le village de Rideau jusqu'à St-Michel-des-Saints et elle s'étend principalement dans les régions du Mont-Tremblant, de Ste-Agathe, et de St-Donat. De même en est-il pour une région plus restreinte, à l'est de Notre-Dame-du-Laus, dans le bassin sud de la Rivière Lièvre et qui coïncide avec une formation montagneuse plus élevée s'étendant depuis la tête de la Rivière Grande Nation jusqu'à la Rivière Lièvre. D'autre part, il existe des zones dans cette région où la précipitation annuelle moyenne est sensiblement inférieure. Ainsi, depuis la région de la Rivière Schyan et de la Rivière Noire, en se dirigeant vers l'est, jusqu'à la partie méridionale du bassin de la Coulonge, la précipitation n'est que de 32 pouces par année. Ceci coïncide avec un développement très considérable des pinèdes dont d'ailleurs une très grande partie a été récoltée. (figure 2)

Il est remarquable que, plus à l'ouest, où la précipitation est de l'ordre de 32 pouces par année, le pin bien que présent est beaucoup moins abondant. A l'est du Lac Témiscamingue, entre la ville de Témiscaming et le Lac Kipawa la précipitation est de nouveau inférieure à 32 pouces par année et l'on rencontre, dans cette région, de très grands peuplements de pin blanc qui n'ont pas encore été exploités.

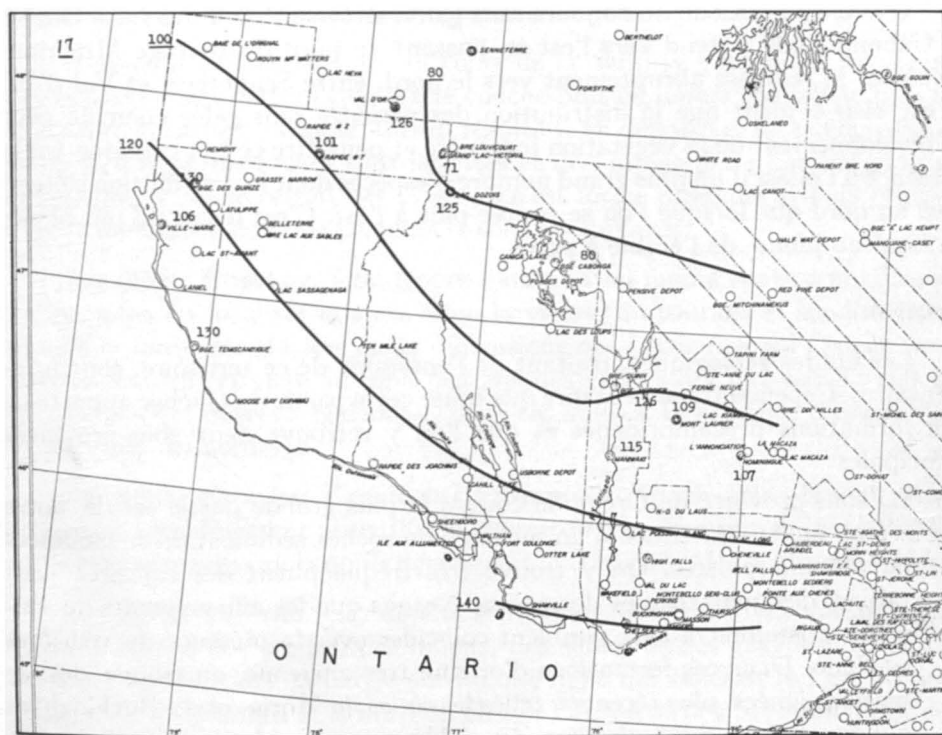


FIGURE 3 Distribution du nombre de jours sans gelée dans le bassin de l'Outaouais.

D'une façon générale, la précipitation est répartie assez régulièrement durant chacun des mois de l'année, de sorte que l'on n'observe pas de sécheresse, du moins de façon très fréquente. Il faut sans doute faire exception pour les zones où la précipitation est inférieure à 32 pouces par année où l'on peut observer, vers la fin de certaines saisons d'accroissement, une sécheresse qui peut même affecter la végétation et qui, certainement, favorise l'avènement des feux.

Quant à la période sans gelée, sa distribution est sensiblement la même que celle des isothermes diminuant graduellement depuis le sud vers le nord, mais aussi ayant la même tendance à remonter plus au nord, au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'ouest. Elle est de l'ordre de 140 jours dans la région avoisinant Hull, dans la vallée de l'Outaouais et de 120 jours, plus au nord, à la latitude de Notre-Dame-du-Laus, depuis le dépôt Osborne, le sud du Lac Dix Mille et jusqu'au nord de Ville-Marie. Dans cette région, la ligne des 140 jours sans gelée est à peu près parallèle à la Rivière Outaouais et se redresse comme celle-ci, vers le nord, en s'approchant de la frontière d'Ontario. Il en est de même de la ligne des 100 jours sans gelée qui, à l'est, atteint la latitude approximative du 46°45' au Lac Kiamika et le 48°30' à la frontière de la Province de l'Ontario pour passer immédiatement au sud de Rouyn-Noranda. (figure 3)

Quant à la période de 80 jours sans gelée, située au nord des Lacs Dozois et Cabonga, elle s'étend vers l'est en passant au nord du barrage Mitchinamécus et se redresse abruptement vers le nord, entre Senneterre et Val d'Or. Il est bien évident que la distribution des périodes sans gelée coïncide avec le développement de la végétation forestière et peut-être ce fait explique-t-il la présence à l'ouest d'un plus grand nombre d'espèces dont la distribution s'étend plus au nord que lorsque l'on se trouve plus à l'est. C'est le cas du pin blanc, du bouleau jaune de l'érable à sucre.

GÉOLOGIE

Les études géologiques, traitant de l'ensemble de ce territoire, sont fragmentaires. Cependant, on peut dire que toute cette partie du Québec appartient aux formations précambriennes et que l'on y retrouve deux sous-provinces principales:

- 1 — La sous-province de Grenville couvre la plus grande partie est de notre région et est constituée d'un mélange de roches sédimentaires, modifiées ou métamorphisées. On y trouve très fréquemment des calcaires cristallins, des quartzites et des gneiss. Notons que les affleurements de calcaires cristallins, à l'est semblent coïncider avec la présence de cédrières en flanc. Dans ces formations d'origine très ancienne, on trouve des intrusions ignées, plus récentes, telles les séries de Morin, et de Buckingham qui constituent des batholites, des dykes ou encore des intrusions ignées.

2 — La sous-province du Témiscamien s'étend au nord de la ligne liant le Lac Témiscamingue à Senneterre. Elle se divise en trois régions suivant que les bandes sont constituées par des roches volcaniques et sédimentaires dont la répartition permet la séparation en zones distinctes. Celle qui se trouve le plus au sud, c'est-à-dire dans notre région, a été nommée région de Ville-Marie, Lac Guillet. Elle est essentiellement constituée, dans sa portion méridionale, par des gneiss, tandis qu'une quantité de roches sédimentaires se rencontrent avec les précédentes dans la partie la plus septentrionale. Les roches, qu'elles soient volcaniques ou sédimentaires, appartiennent au type Keewatinien ou au type Témiscamien, à l'Huronien de l'aire Algonquien.

Le long du Lac Témiscamingue, on rencontre des affleurements paléozoïques constitués par des conglomérats, des grès ou des calcaires. Il y a également, dans ces formations, des intrusions de roches dioritiques, gabbroïques et granitiques. Dans la vallée de l'Outaouais, au sud, on retrouve de nombreuses formations paléozoïques et calcaires. (Dresser et Denis 1946).

DÉPÔTS DE SURFACE

Nous n'avons fait aucune étude spéciale des dépôts de surface et nous nous basons, pour en donner une description générale, sur l'ensemble de nos observations et la documentation accessible, laquelle est fort dispersée.

Il apparaît, cependant, qu'au cours de la dernière glaciation, les glaciers ont couvert toute cette région d'une couche plus ou moins épaisse de till dont la texture était fort variable. Ce till résultait, en définitive, de la composition et de la dureté des roches sous-jacentes et de l'intensité de l'action glaciaire elle-même. Après le retrait des glaces, il s'est formé plusieurs grands types de dépôts de surface dont les principaux sont les suivants:

Les dépôts fluviaux. Ces dépôts sont plus ou moins épais, à texture variable, selon les localités et aussi selon la vitesse du courant et les dimensions lors de la fonte des glaciers et les dimensions des particules qui étaient transportées. On les retrouve au fond des grandes vallées qui ont été élargies par les glaciers. On observe également, dans ces vallées, la présence d'eskers dont la direction est nord-sud.

Les dépôts glaciaires. Ces dépôts ont une texture variable; ils sont minces et parfois complètement absents. On les retrouve sur les sommets des collines et les hauts versants alors qu'ils deviennent plus épais sur les pentes plus douces.

Les dépôts lacustres. Ces dépôts sont aussi de nature très variable puisqu'on y trouve des argiles, des limons, des sables et des graviers. Ils se rencontrent surtout dans la partie nord d'une ligne qui relierait le Lac Témiscamingue au Lac Simard et le nord du Grand Lac Victoria à Senneterre. Ils sont le résultat principal du grand Lac Barlow et, plus tard, lorsque les eaux ont recouvert une plus grande superficie, du Lac Barlow-Ojibway. Cet immense

lac, qui s'était formé dans une région s'étendant depuis le Lac Huron jusqu'au sud de la Baie James, était le résultat d'un barrage situé au sud du Lac Témiscamingue et du front de glaces qui, au nord, le limitait.

Alluvions récentes. Il s'agit tantôt de sables fins, tantôt de sables à texture très grossière. Parfois ces sables fins reposent en surface, mais aussi on les retrouve en-dessous du sable grossier. Ils se rencontrent le long de tous les principaux cours d'eau, là où les vallées s'élargissent et permettent aux eaux plus tranquilles de déposer les particules grossières. Notons que, d'une façon générale, la présence des dépôts glaciaires, fluviaux et alluvionnaires est beaucoup plus considérable sur le versant nord de la région que sur son versant sud, c'est-à-dire au sud du 47° de latitude.

LES SOLS

Cette description des principaux types de sols est générale et le temps que nous avons à notre disposition ne nous a pas permis un examen plus approfondi des différents profils qui caractérisent les éco-systèmes forestiers. Ces notes sont données ici à titre indicatif, en se basant sur des observations générales et sur la documentation accessible, laquelle d'ailleurs est très incomplète.

C'est à partir des dépôts laissés par les glaciers ou les rivières que se constitue la roche-mère qui s'est différenciée pour donner les types de profils que l'on peut observer dans la région. Ils sont le résultat de l'action plus ou moins intensive des principaux caractères pédogéniques tels le climat, la topographie, la pente, le drainage, l'âge et la végétation.

Les lithosols et rankers. Les lithosols se rencontrent sur les sommets, les crêtes, partout où il y a des affleurements; souvent sur les hauts versants. Ils peuvent être recouverts d'un très léger dépôt de matériaux meubles (rankers) où ces derniers peuvent être complètement absents. La plupart du temps, on observe une mince couche d'humus et parfois, dans les endroits situés plus au nord, si la station n'a pas été brûlée à une date plus ou moins récente, cet humus peut atteindre une épaisseur plus considérable.

Sols podzoliques. On trouve les principaux types de podzols qui, d'après la nomenclature de la classification canadienne, peuvent se diviser de la façon suivante:

- a) Podzols orthiques, sur des sables à texture filtrante.
- b) Podzols gleys, sur des sables déposés sur une couche dont le drainage est ralenti.
- c) Podzols à alios sur des sables tassés et peu filtrants.
- d) Podzols minimaux sur des dépôts à texture plus fine qui ralentissent, tout en n'éliminant pas complètement, la filtration et le délavage. Ce sont généralement des intermédiaires entre les sols podzoliques et les sols brunisoliques.

Sols brunisoliques. Ces profils se développent sur des moraines épaisses, à texture limoneuse, situées sur des pentes douces et généralement sous des

peuplements feuillus ou mélangés-feuillus à dominance d'érable à sucre et de bouleau jaune.

Sols organiques. Ces sols se rencontrent dans tous les bas-fonds mal drainés, particulièrement dans la partie méridionale du territoire et aussi sur des plateaux où le drainage est particulièrement lent, dans la portion septentrionale de notre territoire, c'est-à-dire vers le 48° de latitude nord.

Il est à noter que, dans la région de Ville-Marie, on rencontre des sols sur lesquels la végétation arborescente a été défrichée et qui servent à l'agriculture. Ce sont surtout des roches-mères à texture argilo-limoneuse résultant des dépôts du Lac Barlow. Dans ces conditions, on remarque des établissements agricoles d'une certaine prospérité et résultant de la plus grande fertilité de ces sols. Il en est de même de la zone de terrains en bordure de la Rivière Outaouais, entre Pointe-aux-Chênes et l'Île-aux-Allumettes.

Régions biogéographiques

L'ensemble du bassin de la Rivière Outaouais peut se diviser en grandes régions biogéographiques forestières caractérisées par le développement plus considérable et plus massif de certaines associations ou éco-systèmes forestiers. C'est le résultat tout autant des facteurs naturels du milieu que de l'intervention parfois prononcée d'agents extérieurs tels que les coupes, les feux, les défrichés ou les épidémies. Ces régions représentent donc des groupes homogènes quant à la distribution de la végétation sur toute une aire géographique donnée. De ce point de vue, on peut diviser le territoire qui nous concerne en huit régions principales. (figure 4)

- I — Région Lièvre-Dumoine.
- II — Région Dumoine-Lac Beauhène.
- III — Région Kipawa-Témiscamingue.
- IV — Région centrale du Baskatong au Kipawa.
- V — Région de la tête des eaux, depuis le Lac Joncas jusqu'à la Rivière Wapus.
- VI — Région de l'Outaouais septentrional et des réservoirs.
- VII — Région Lièvre-Mont-Laurier-Mont-Tremblant.
- VIII — Région de la vallée de l'Outaouais et de la Lièvre, Gatineau (partie méridionale).

I — RÉGION LIÈVRE-DUMOINE

Cette première région est comprise entre la rive ouest de la Rivière Lièvre et s'étend jusqu'à la Rivière Dumoine et est limitée au nord par la région L 4 c et au sud, par la plaine même de la Rivière Outaouais (région VIII). Elle est caractérisée, dans son ensemble, par un climat tempéré et un peu sec et elle est dominée par des forêts feuillues et mélangées aussi bien que par de

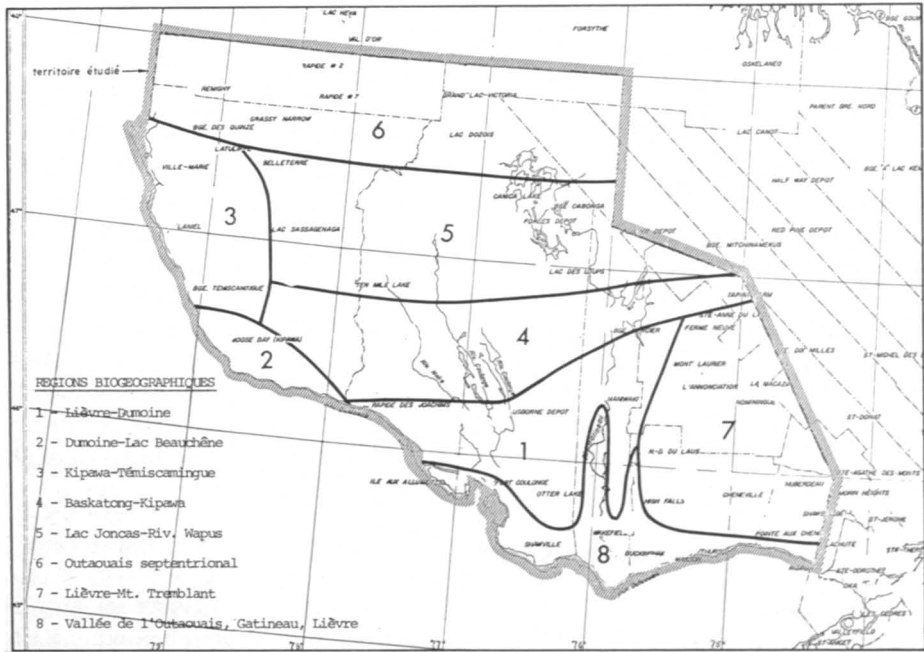


FIGURE 4. Régions biogéographiques forestières du bassin de l'Outaouais.

grandes masses de résineux, particulièrement de grandes pinèdes à pin blanc et pin rouge souvent associées au pin gris. La formation climacique qui la caractérise est l'érablière à bouleau jaune qui occupe la pente mésique, tandis que sur les sommets, on trouve des chênaies à chêne boréal dans lesquelles il y a quelques pins dispersés ou encore l'érablière à chêne rouge. C'est aussi dans cette grande région que l'on trouve de très grandes pinèdes dont une bonne partie a été intensivement exploitée depuis un siècle. Ces pinèdes se rencontrent particulièrement dans la région inférieure de la Rivière Coulonge, dans celle de la Rivière Noire, de la Gatineau et de la Lièvre. Il ne reste actuellement, pour nous donner une idée de l'extension de ces peuplements de pin d'autrefois, que le bassin de la Rivière Schyan tout à fait à l'ouest de cette région où, par suite d'une accessibilité plus difficile et de l'âge moins avancé des peuplements, on rencontre encore de très nombreuses pinèdes à pin rouge et à pin blanc qui caractérisaient autrefois l'ensemble de la région. Si l'on se réfère aux données climatiques, ces pinèdes, dans la partie ouest de la région où elles atteignent leur maximum de développement, coïncident avec une précipitation beaucoup moins considérable que pour l'ensemble de la région.

Les chênaies disparaissent à peu près complètement à l'ouest de la Rivière Dumoine, quoi qu'on les rencontre exceptionnellement et sur des aires très restreintes le long de l'Outaouais.

II — RÉGION DE LA RIVIÈRE DUMOINE-LAC BEAUCHÈNE

Cette région forme le coin sud-ouest de la province de Québec puisqu'elle est bornée tout au long par la Rivière Outaouais au sud et à l'ouest et par une

ligne qui s'étend depuis la ligne de faite de la Rivière Dumoine jusqu'à la hauteur du Lac Beauchêne et au delà, vers l'ouest, de nouveau jusqu'à la Rivière Outaouais.

Elle se caractérise, dans son ensemble, par la dominance des peuplements feuillus et aussi par d'assez nombreuses pinèdes que l'on trouve surtout sur les affleurements rocheux, les crêtes à sols minces ou les plateaux sablonneux. Ces pinèdes, cependant, sont beaucoup moins abondantes que dans le bassin de la Rivière Schyan et la région précédente ou encore dans celle de la région Kipawa-Témiscamingue.

Un des caractères essentiels de cette région est la présence climacique de l'érablière à bouleau jaune remplacée, sur les sommets secs, par de l'érablière à hêtre et de petites hêtraies qui remplacent à peu près partout la chênaie boréale. On y trouve également un peu de pin gris, des tremblaies qui reconstruisent les aires brûlées.

III — RÉGION KIPAWA-TÉMISCAMINGUE

On a groupé, dans cette région, tout le territoire où se drainent les eaux du Réservoir Kipawa aussi bien que les terrains avoisinant le Lac Témiscamingue. Il est évident que l'on pourrait diviser ce territoire en deux sections; celle du Témiscamingue proprement dit, caractérisée par des sols alluvionnaires, limoneux et aussi par la présence de calcaire et celle du Kipawa où l'on retrouve principalement des sols sablonneux dérivant des formations précambriennes.

La plupart des peuplements, dans cette région, ont été défrichés ou intensivement exploités. Il n'en reste que très peu de naturels et ceux qui n'ont pas été défrichés ont, dans leur ensemble, été brûlés à des périodes plus ou moins récentes. Cependant, par la nature des peuplements rémanants, on peut reconnaître qu'il s'agit d'une région qui, sauf des niches écologiques particulières, appartient à la bétulaie à bouleau jaune avec sapin, pin ou thuya. On trouve un peu partout, particulièrement au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'Outaouais, de petits îlots de pruche qui deviennent plus fréquents lorsque l'on se rapproche du Lac Nipissing et du Lac Huron en Ontario. Il semble que ce soit là une influence des Grands Lacs qui continue à se faire sentir jusque dans cette région. On observe aussi, à l'ouest du Réservoir Kipawa, en particulier là où l'exploitation n'a pas été faite et où il n'y a pas eu de feu depuis assez longtemps, de grandes pinèdes qui s'étendent sur un territoire considérable. Il s'agit de pinèdes à peu près pures ou de pinèdes associées au tremble ou au bouleau à papier. Elles sont tout de même, dans presque tous les cas, entourés par l'érablière à bouleau jaune sur le sommet et, dans la pente moyenne, par la bétulaie à bouleau jaune avec sapin, épinette rouge et pin.

Quant à la région du Témiscamingue, outre des essences comme l'orme et l'érable à sucre qui se rencontrent plus fréquemment, on retrouve, dans les peuplements défrichés et brûlés, d'assez nombreux éco-systèmes où dominent le tremble et le peuplier baumier avec du peuplier à grandes dents. Ces dernières espèces traduisent l'influence d'un sol à texture fine, à drainage ralenti et, par conséquent, d'un milieu plus humide.

IV — RÉGION CENTRALE DU BASKATONG AU KIPAWA

Il s'agit d'une région située immédiatement au nord des précédentes et qui, à l'ouest, s'appuie sur les terres drainées par le Kipawa et s'étend au sud jusqu'à une vingtaine de milles de la Rivière Outaouais dans la région du Lac Nilgault, dans le bassin de la Rivière Noire; elle se termine à l'est au Baskatong. Au nord, cette région s'arrête sous le 47° de latitude et s'étend ainsi depuis les eaux du Kipawa jusqu'à celles du Réservoir Baskatong, dans la région de la Rivière Gens-de-Terre, affluent de la Gatineau.

Il s'agit d'un grand ensemble dominé par des peuplements mélangés de bouleau jaune, épinette rouge, sapin et localement de pin blanc. Sur les sommets, on rencontre l'érablière à bouleau jaune. Dans les bas-fonds qui résultent de l'élargissement des vallées, à la tête des rivières, il se développe de grandes sapinières, des cédrières et des pessières à épinette noire. Cette immense bande de terrains constitue, là où l'exploitation n'a pas été intensive, une des plus belles réserves de bouleau jaune existant actuellement dans la province de Québec. Nous rencontrons, cependant, des brûlis assez fréquents, régénérés soit en bouleau à papier, sapin, épinette blanche, soit en tremble et pin ou encore en tremble avec un sous-étage d'érable rouge et de bouleau jaune.

Sur les plateaux sablonneux, très fréquemment le pin gris se développe, particulièrement dans la région à l'est et au nord du Baskatong. Le pin blanc et le pin rouge, qui se trouvent un peu partout sous forme de petits peuplements, ne constituent pas, sauf exception, de grands massifs dans toute cette région bien qu'ils soient présents et que leur volume brut soit, malgré tout, assez considérable. Une grande partie de ces pins appartient à des peuplements très vieux où les pourritures diminuent considérablement leur valeur commerciale.

V — RÉGION DE LA TÊTE DES EAUX (DEPUIS LE LAC JONCAS JUSQU'À LA RIVIÈRE WAPUS)

Cette région est située exactement au-dessus de la région précédente et s'étend au nord, approximativement jusqu'à la latitude 47°30'. Elle s'appuie sur les terres drainées par le Kipawa à l'ouest et se termine à l'est, du moins en ce qui concerne le territoire qui nous intéresse, à la Rivière Wapus.

Elle est caractérisée, dans son ensemble, par la bétulaie à bouleau jaune, sapin, épinette rouge avec du pin, du thuya ou aussi par la bétulaie à bouleau jaune avec épinette et thuya. On trouve un peu partout, cependant, dans les bas-fonds qui deviennent beaucoup plus étendus, de grands peuplements de résineux où dominent des associations d'épinette noire de qualité II à *Vaccinium* ou de qualité II-III à *Ledum* ou encore de qualité III à *Sphagnum-Ledum*. Les tourbières à *Sphagnum-Rubus* et *Sphagnum-Carex* couvrent de petites étendues dans cette région. Ces peuplements forestiers coïncident avec la hauteur des terres du versant sud et des eaux qui forment la Rivière Dumoine, la Rivière Noire, la Rivière Coulonge et certaines autres rivières

comme la tête de la Rivière Tomasine, de la Rivière Serpent et de la Rivière Gens-de-Terre dans le bassin de la Gatineau. Dans cette région, d'ailleurs, on trouve de très grandes étendues couvertes par des conifères. Là où il y a eu des feux, le long de la route du dépôt Forbes aussi bien qu'à l'est de la route 58 qui traverse toute la région, dans le Parc de la Vérendrye, on trouve de nombreux peuplements de bouleau à papier avec du sapin, de l'épinette blanche; mais il s'agit d'associations de transition et, dans ces peuplements, on note la présence de nombreux érables rouges.

Sur les grands plateaux sablonneux, au nord du Baskatong, dans la région de la Rivière Gens-de-Terre, on observe de nombreux peuplements de pin gris, très bien développés avec de l'épinette noire et du pin blanc, mais cette dernière espèce est très dispersée. Nous notons aussi que, dans cette région, les bas-fonds sont constitués généralement par des peuplements de sapin et d'épinette noire dans lesquels se trouvent dispersés de grands pins blancs ou de grands pins rouges. C'est dans ces peuplements résineux, qui peuvent à certains endroits couvrir 25 à 30% de la superficie productive, qu'un bon nombre des usines de pâte, situées sur l'Outaouais, comptent se ravitailler. La limite nord de cette région coïncide approximativement avec la limite de l'érablière à bouleau jaune subclimacique et de la bétulaie à bouleau jaune, sapin, épinette climacique, c'est-à-dire vers le 47°30' et le 47°40' de latitude.

VI — RÉGION DE L'OUTAOUAIS SEPTENTRIONAL ET DES RÉSERVOIRS

Cette région traverse complètement d'ouest en est tout le territoire nord du bassin de l'Outaouais, depuis la tête du Lac Témiscamingue à la frontière ontarienne jusqu'au bassin de la Rivière Chochocouane et Capitachouane, à l'est.

Elle comprend des grands lacs comme le Lac Simard ou la série des grands réservoirs appartenant au bassin de l'Outaouais. Ce territoire est caractérisé par la dominance de peuplements mélangés-résineux et aussi par la très grande abondance de brûlis qui se régénèrent en peuplements transitoires de jeunes bouleaux à papier, de trembles et de pins gris. Une portion extrêmement importante, qui varie de 30 à 40% de l'ensemble de toute cette région, a été brûlée durant les 40 dernières années. Normalement, cette région est caractérisée par la dominance de peuplements mélangés de bouleau à papier à sapin, épinette blanche dont on peut voir d'immenses massifs à de nombreux endroits. On retrouve un peu de pin blanc, mais celui-ci ne dépasse guère beaucoup le cours de la Rivière Outaouais et on doit noter que la plupart des bouleaux ont souffert de la mort en cime et que, dans le passé, des jeunes peuplements de sapin, qui provenaient soit de châblis ou d'anciennes coupes, ont été fortement attaqués par une épidémie de tordeuses du bourgeon de l'épinette. Il y a probablement coïncidence entre le développement extensif des brûlis, la présence de bouleau à papier et la mort du sapin baumier. On ren-

contre aussi, dans cette région, des peuplements d'épinette noire, sapin et, près de la latitude 48°, de très grandes tourbières qui résultent du drainage ralenti des sols. Nous retrouvons, en effet, des dépôts du Lac Barlow et du Lac Barlow-Ojibway qui ont laissé des limons à drainage extrêmement lent. L'ensemble de cette région présente donc les véritables caractères de la forêt boréale et le nombre des espèces forestières diminue considérablement.

VII — RÉGION LIÈVRE-MONT-TREMBLANT-MONT-LAURIER

Cette région est constituée par les terres comprises entre la rive est de la Rivière Lièvre et le Mont-Tremblant dans lesquelles la Rivière Rouge constitue l'unité hydrographique la plus importante. Elle s'étend au sud jusqu'à la plaine du St-Laurent et de l'Outaouais et, au nord, jusqu'à la limite de la région L 4 c telle que définie par Rowe (1959).

C'est la dominance de l'érablière à bouleau jaune, dans la plupart des cas extrêmement dégradée par les exploitations de pin et des autres essences qui caractérisent cette région. On trouve aussi, en assez grande abondance, des peuplements d'érable à sucre et quelques prucheraies. Cependant, une bonne partie de ces territoires a été exploitée de façon très intensive durant les récentes années, particulièrement le bassin de la Rivière Rouge, la région inférieure de la Rivière Lièvre et du Lac Tapani. L'aspect de la végétation de ce territoire a été considérablement modifiée par le développement de grands peuplements de bouleau jaune mélangés de bouleau à papier et de tremble représentant des stades de reconstruction des associations stables ou climatiques. Il est à remarquer que les pinèdes et même les pins comme individus sont beaucoup moins abondants dans toutes ces régions. Nous observons, dans le bassin de la Lièvre et de la Gatineau, probablement à la suite de nombreux affleurements de calcaire de Grenville, un grand nombre de cédrières en flanc. C'est aussi une région dans laquelle, sur les sommets des montagnes, au delà d'une altitude de 1,000 à 1,200 pieds, on observe des pessières à épinette rouge qui se développent un peu partout. A cette altitude, sur les sols un peu plus profonds, on rencontre l'érablière à hêtre, particulièrement dans le massif montagneux à l'est de la Rivière Lièvre et à la tête de la Rivière Petite Nation. Il semble bien que cette région constituée par des forêts beaucoup plus boréales que celles des régions avoisinantes, soit caractérisée par une précipitation plus élevée que les régions situées à la même latitude, mais plus à l'ouest.

VIII — RÉGION DE LA VALLÉE DE L'OUTAOUAIS ET DES VALLÉES AFFÉRENTES

Cette région forme une bande étroite, le long de la rive nord de la Rivière Outaouais et s'étend depuis le 45°30' à l'est pour atteindre le 46° de latitude dans la région de l'Ile-aux-Allumettes, à son extrémité ouest. Elle s'arrête au nord, au début des formations précambriennes et se prolonge dans les vallées afférentes comme celles de la Rivière Rouge, des Rivières Petite Nation et Grande Nation, Lièvre, Gatineau, Coulonge et Noire, là où le sous-sol, carac-

térisé par des formations paléozoïques, est recouvert de dépôts Champlain, tantôt à texture fine (argile et limon), tantôt plus grossière, surtout le long des affluents de la Rivière Outaouais.

Les sols sont, en général, bruns, gris-brun ou même brun forestier dans les sites les plus favorisés, là où le pH est élevé. On trouve aussi de nombreux sols gleys et hydromorphes, surtout sur les dépôts de nature argileuse.

D'une façon générale, la végétation a été extrêmement modifiée par l'homme dans toute cette région y compris la végétation des grèves de la Rivière Outaouais a été modifiée par les barrages récents qui ont détruit un grand nombre d'associations forestières qui les caractérisaient, principalement des associations d'érable argenté ou d'érable argenté à orme. C'est dans cette région que l'on rencontre l'érablière à sucre laurentienne (*sensu* Dansereau, 1946) qui constitue le climax. Dans bien des endroits, dans cette région et aussi d'ailleurs dans celle de la Lièvre-Mont-Tremblant-Mont-Laurier, on retrouve, lorsque les érablières ont été ouvertes ou brûlées en surface, une régénération très abondante en tilleul. Il en résulte des peuplements de transition d'érablière à tilleul; le tilleul étant une des espèces les plus caractéristiques de l'érablière laurentienne. On trouve aussi des érablières à noyer et à pruche et des érablières à sucre dégradées avec du tremble ou du bouleau à papier. Dans les habitats plus secs, en particulier sur le sommet des collines qui bordent cette région, on rencontre très fréquemment de l'érablière à chêne rouge et même de la chênaie boréale. Au contraire, dans les habitats plus humides, sur des sols argileux, mais bien drainés, on trouve l'érablière à orme ou encore l'ormeraie-frênaie avec la présence de noyer ou de chêne à gros fruits. Dans les endroits encore plus humides, aux bords des grèves, on trouve des érablières à érable argenté avec ou sans orme, mais toujours une grande quantité d'érable rouge. Dans ces érablières argentées également, on rencontre, à leur bordure extrême, près de la grève, la saussaie à saule noir très caractéristique de cette région. Il est à noter, tout de même que presque toutes ces associations ont été détruites depuis le barrage de Carillon jusqu'aux environs de Hull par suite de la hausse des eaux. Les pinèdes sont fréquentes dans cette région, mais aussi très dégradées par les exploitations et les pâturages qui ont été très nombreux. Cependant, à certains endroits, dans les habitats les plus secs, il se maintient une régénération assez abondante de pin blanc et de pin rouge. Donc, le chêne à gros fruits, dans toute cette région de l'Outaouais, est une des silhouettes familières de la région avec, sur les sols forestiers défrichés et cultivés, l'orme tandis que plus à l'est, sur des terrains analogues, on ne trouve à peu près pas cette espèce bien que l'orme persiste partout dans les champs.

Le climax

Rappelons, dans le but de préciser le sens des descriptions qui vont suivre, que le climax représente le stade ultime de l'évolution de la végétation dans un milieu mésique, c'est-à-dire une station ni trop sèche, ni trop humide et

où la végétation peut atteindre un équilibre avec le climat régional ou général et un profil de sol parvenu aussi à maturité (Braun-Blanquet, 1951).

Dans le bassin de l'Outaouais, tel que nous l'avons étudié, on peut distinguer quatre grandes aires climatiques qui caractérisent l'ensemble des pentes moyennes, soit dans les collines précambriennes ou encore dans les régions de plaines. Il s'agit, du sud au nord, de l'érablière laurentienne, de l'érablière à érable à sucre avec bouleau jaune, de la bétulaie à bouleau jaune avec sapin, épinette rouge, de la bétulaie à bouleau à papier avec sapin, épinette blanche. (figure 5)

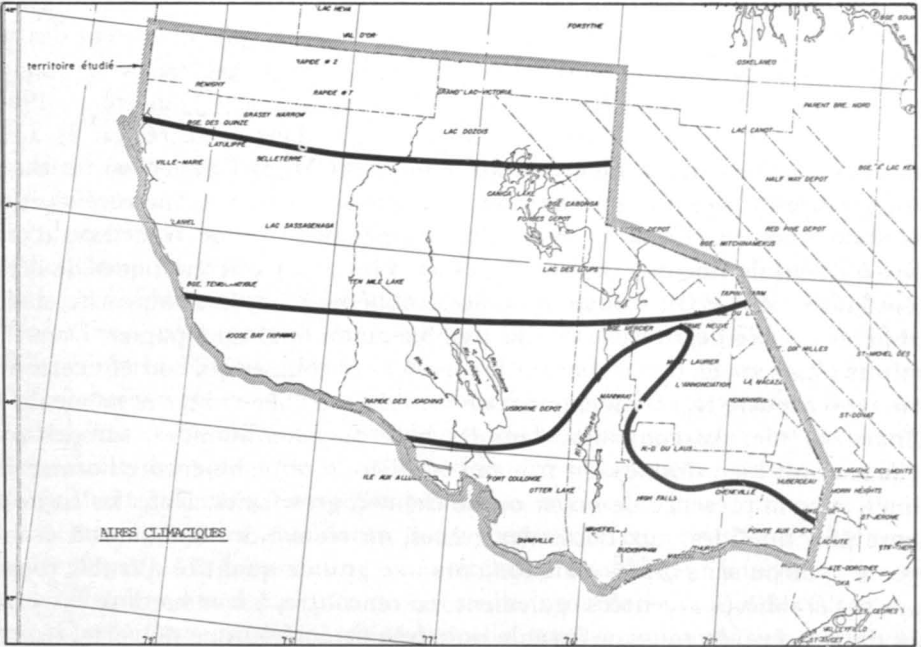


FIGURE 5 Distribution des aires climatiques dans la vallée de l'Outaouais. Du sud au nord: l'Érablière laurentienne, l'Érablière à bouleau jaune, la Bétulaie à bouleau jaune, sapin épinette rouge et la Bétulaie à bouleau à papier avec sapin et épinette blanche.

ÉRABLIÈRE LAURENTIENNE (*Aceretum saccharophori laurentianum* DANSEREAU)

L'érablière laurentienne est un peuplement feuillu à dominance d'érable à sucre et, généralement, pluristrate. On peu y rencontrer parfois quelques résineux, mais ceux-ci ne sont que des individus tout à fait dispersés. Le peuplement est constitué par l'érable à sucre en dominance avec un peu de hêtre, de tilleul et de frêne blanc. Ces deux dernières essences, dans la région qui nous concerne, ont tendance à devenir beaucoup plus abondantes lorsque le peuplement a été ouvert. On rencontre aussi, très fréquemment, un peu de bouleau jaune et parfois du chêne rouge.

Dans ces régions, au contraire de ce que l'on rencontre plus à l'est, dans la vallée du St-Laurent, le hêtre a très peu de chance de dominer sauf dans certains cas très particuliers après les coupes.

Les peuplements sont d'origine naturelle et représentent l'association végétale qui peut atteindre éventuellement l'équilibre avec le climat général de la région et un sol zonal. Cependant, le très grand nombre des peuplements qui existe dans toute l'aire climacique sont des peuplements de régression par suite de l'abondance et de la fréquence des coupes. Cette dégradation se remarque surtout par la disparition de la structure naturelle pluristrate pour en faire des peuplements à un ou deux étages seulement. De plus, on a eu tendance à enlever toutes les autres espèces qui constituent l'association naturelle pour en faire un peuplement à une seule essence: l'érable à sucre. D'autre part, beaucoup de ces peuplements sont maintenant exploités pour les bois à pâte et sont très rapidement épuisés.

Cette association se retrouve dans la vallée de l'Outaouais principalement, sur les sols bien drainés et dans la partie moyenne de la pente. S'il s'agit d'une platière, la nappe phréatique doit être assez basse et en dehors du profil, c'est-à-dire à plus de trois pieds ou encore la texture du sol suffisamment sablonneuse pour permettre un rapide écoulement des eaux. C'est donc essentiellement une association mésique.

La régénération, d'une façon générale, se fait très facilement dans les peuplements qui ne sont pas trop ouverts, en érable à sucre avec un peu de hêtre, tilleul ou frêne blanc. D'autre part, on observe très fréquemment, après une coupe intensive, une régénération extrêmement abondante en tilleul et aussi en frêne blanc qui parviennent à dominer l'érable à cause de leur facilité à produire des rejets de souche par suite de la coupe.

La végétation détaillée de cette association a été décrite principalement par Dansereau, 1946, reprise par Grandtner 1962 et par Lemieux, 1963. C'est une des associations forestières de la province de Québec qui contient la plus grande diversité d'espèces. La variation saisonnière y est très marquée et est dominée par la flore très abondante de géophytes qui dominent au printemps avant que les feuilles ne se développent. Cette association se limite, d'une façon générale, à la vallée de l'Outaouais et à la partie inférieure de celle de la Lièvre et de la Gatineau aussi bien qu'aux premiers contreforts des Laurentides, le long de l'Outaouais.

ÉRABLIÈRE A BOULEAU JAUNE

L'érablière à bouleau jaune est l'association des pentes moyennes qui couvre la plus grande superficie du territoire. Depuis la Rivière Outaouais, aux environs de Waltham alors que se termine la plaine argileuse influencée par les dépôts Champlain elle constitue une bande qui suit approximativement la latitude 46°40', depuis le nord du Lac Beauchêne, à l'ouest de la région, en passant au nord du Lac Bleu, le Lac Nilgault, le Lac Doolittle, le Lac Désert au sud du Réservoir Baskatong et le nord de Ferme-Neuve et Kiamika pour se continuer au nord du Lac Carrière, dans le bassin de la Rivière Rouge.

Cette association est un peuplement feuillu caractérisé par la dominance de l'érablière à sucre, mais avec une proportion importante et constante de bouleau jaune et de haute qualité. On rencontre aussi, dispersés dans ces peuplements, quelques hêtres, quelques frênes, parfois quelques tilleuls, de l'érable rouge et, dans la région qui nous concerne, un peu partout des grands pins blancs dominants et dispersés très fréquemment dans le peuplement. La végétation de ces peuplements correspond, d'une façon générale, au type *Viburnum* tel que décrit par Heimberger, 1934. La végétation en a aussi été étudiée, par Dansereau, 1959, Grandtner, 1962 et Lemieux, 1963. A noter que, plus au nord, cette association devient subclimacique et se rencontre dans la partie plus sèche de la sère; elle caractérise alors les sommets de montagnes.

Par contre, dans son aire climacique, on trouve sur les sommets, dans les parties plus sèches, l'érablière à hêtre et que l'on a tendance à retrouver, au bas de la pente, dans les parties un peu plus fraîches, la bétulaie à bouleau jaune avec sapin, épinette rouge.

BÉTULAIE À BOULEAU JAUNE, SAPIN, ÉPINETTE ROUGE

La bétulaie à bouleau jaune, sapin, épinette rouge et sa variante à thuyforment aussi une association climacique de très grande importance pour toute cette région puisqu'elle s'étend au nord du climax de l'érablière à bouleau jaune, depuis la ligne du 46°40' de latitude jusqu'à celle du 47°35'. Elle constitue une longue bande parallèle aux latitudes.

Il s'agit d'un peuplement mélangé, feuillus-résineux, où le bouleau jaune est de beaucoup l'espèce dominante dans les peuplements naturels avec un sous-étage et des co-dominants de sapin baumier et, généralement, de très grandes épinettes blanches. Dans cette région, on rencontre très fréquemment dans cette association de très nombreux pins blancs, mais plutôt dispersés. On a observé une variante à thuya sans que l'on ait pu établir si elle résultait du drainage ralenti ou de la nature différente de sols; cette espèce y atteint une grande dimension et remplace partiellement et le sapin et l'épinette rouge.

Dans l'ensemble, ces peuplements de la qualité de station I correspondent au type *Viburnum-Oxalis* tel que décrit par Heimberger et la végétation, récemment, en a été étudiée en détail par Guy Lemieux, 1963. Il est à noter qu'elle est l'association par excellence du bouleau jaune, le taux d'accroissement y est excellent (5%) et le développement des résineux est de qualité supérieure.

BÉTULAIE À BOULEAU À PAPIER, SAPIN, ÉPINETTE BLANCHE

Cette dernière association climacique est caractérisée par la dominance du bouleau à papier avec un sous-étage assez dense de sapin et de grandes épinettes blanches dispersées, généralement dominantes. Celle-ci a été troublée, d'une

façon marquée, par la mort en cime du bouleau à papier qui a pratiquement détruit complètement cette dernière espèce. De plus, ces peuplements ont subi des exploitations très intensives et la régénération de sapin baumier a été attaquée à diverses reprises par la tordeuse du bourgeon de l'épinette. Les feux qui s'en sont suivis ont aussi changé considérablement l'aspect de grandes aires de ce climax. Dans le bassin de l'Outaouais, ce climax suit une ligne le long de la latitude $47^{\circ}35'$ et s'étend bien au delà de la latitude 48° en Abitibi où il dépasse la latitude 49° , mais ceci se trouvant en dehors de la région étudiée, n'a pas été déterminé avec précision. On peut faire une distinction entre la présence d'une variante de cette association où l'on trouve du pin blanc. Cette variante, comme elle est indiquée sur les cartes de distribution, ne dépasse pas le $47^{\circ}45'$. Plus au nord, le pin blanc disparaît complètement et on retrouve l'association telle qu'elle se rencontre généralement dans le reste de la province de Québec. Il s'agit d'une association généralement feuillus-résineux où le bouleau à papier est l'essence dominante, mais qui est susceptible de châblis, lesquels se régénèrent en peuplements extrêmement denses de sapin baumier. D'une façon générale, lorsque le peuplement est ouvert, par suite de la mort en cime, il peut s'établir une régénération qui transforme cette association mélangée en sapinière de qualité II, généralement à *Hyloconium* et *Oxalis*. Il en va de même pour les châblis.

Dans la province de Québec, elle est l'association la plus nordique où les plantes herbacées dominent sur les mousses formant un tapis dense et continu qui caractérise les forêts du nord, sauf dans les sapinières de transition. Les arbustes sont très abondants dans cette association et, généralement, l'érable à épis, est un des éléments dominants. La végétation de ces associations correspond à celle décrite, d'une façon générale, sous le nom de type *Cornus-Oxalis* par Heimberger en (1934) mais il y a de nombreuses variantes.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES CLIMAX

D'une façon générale, ces différentes associations climaciques se développent en suivant les isothermes et correspondent à une précipitation annuelle de 35 à 40 pouces par année. La précipitation est distribuée à peu près également durant tous les mois de l'année et l'on constate qu'il y a une coïncidence entre la diminution de la valeur des isothermes et le nombre de jours sans gelée.

Il en va de même pour les types de profils de sols qui caractérisent ces associations. On trouve principalement des sols gris-bruns ou bruns forestiers dans l'érablière laurentienne tandis que les sols brunisoliques caractérisent l'érablière à bouleau jaune. D'autre part, dans la bétulaie à bouleau jaune, sapin baumier, épinette rouge ou blanche, on trouve soit des sols brunisoliques ou encore des podzols orthiques. Quant à la bétulaie à bouleau à papier, sapin, pouces d'épaisseur sur un podzol orthique. Il est à noter que l'érablière à bouleau jaune, lorsqu'elle se développe dans un climat plus froid que celui caractérisant son aire climacique se trouve sur la partie la plus sèche des ha-

bitats. Au contraire, les climax qui correspondent à des aires plus septentrionales, qu'il s'agisse de la bétulaie à bouleau à papier ou de la bétulaie à bouleau jaune, se rencontrent plus au sud dans les parties les plus fraîches, c'est-à-dire dans les habitats, où par suite de l'accumulation de l'humidité du drainage ralenti, on trouve un micro-climat plus froid. Il serait souhaitable qu'une étude plus précise des phyto-climats, selon la distribution géographique des associations et leur position dans les sères, vienne préciser davantage ces observations. Il est également à noter que, dans le bassin de la Rivière Outaouais, la plus grande partie de ces aires potentiellement climaciques ont été modifiées par les coupes, les feux, les épidémies d'insectes et, parfois, les défrichés et l'agriculture.

Sères physiographiques correspondant aux aires climaciques

Nous présentons aux figures 6 à 10, un schéma des sères physiographiques correspondant au développement de la végétation normale et naturelle dans le bassin de l'Outaouais pour chacune des principales associations climaciques telles qu'elles viennent d'être décrites précédemment. Notons qu'il existe beaucoup d'autres sères qui correspondent à des conditions particulières de physiographie et de sols et aussi à des modifications de l'habitat et à une évolution des populations végétales dans le temps, surtout lorsqu'il s'agit des populations pionnières ou de transition. Nous avons reconnu actuellement 24 sères principales, mais leur description déborde largement les cadres du présent travail.

SÈRE DE L'AIRE CLIMACIQUE DE L'ÉRABLIÈRE LAURENTIENNE (DEPUIS LES RIVES DE LA RIVIÈRE OUTAOUAIS JUSQU' AUX FORMATIONS PRÉCAMBRIENNES) (FIGURE 6)

Elle comprend, au début, une végétation riparienne et différente des autres étapes qui sont toutes forestières.

Saussaie à saule noir. Cette association est dominée par le saule noir et on y trouve aussi de l'érable argenté, un peu d'orme roux, de l'orme de Thomas ou encore, de l'orme d'Amérique. Elle forme la limite entre les formations ripariennes et celles des associations forestières. On la trouve sur des sols hydromorphes mais ayant tout de même un caractère nettement forestier avec un début d'hydromull en surface.

Ces peuplements constituent une bande étroite le long de la Rivière Outaouais et il ne semble pas qu'on la rencontre vers le nord, même le long des affluents de cette rivière. La saussaie à saule noir, lorsqu'elle est coupée ou dégradée, est susceptible de donner lieu soit à un envahissement de la végétation riparienne, de se régénérer directement en saules noirs ou encore de permettre le développement de saules arbustifs qui servent de transition pour, apparemment, la reconstituer. Notons que dans la partie sud-est de l'Outaouais, cette association a été défrichée et ne se reconstituera pas en suivant les étapes telles qu'elles ont été indiquées précédemment.

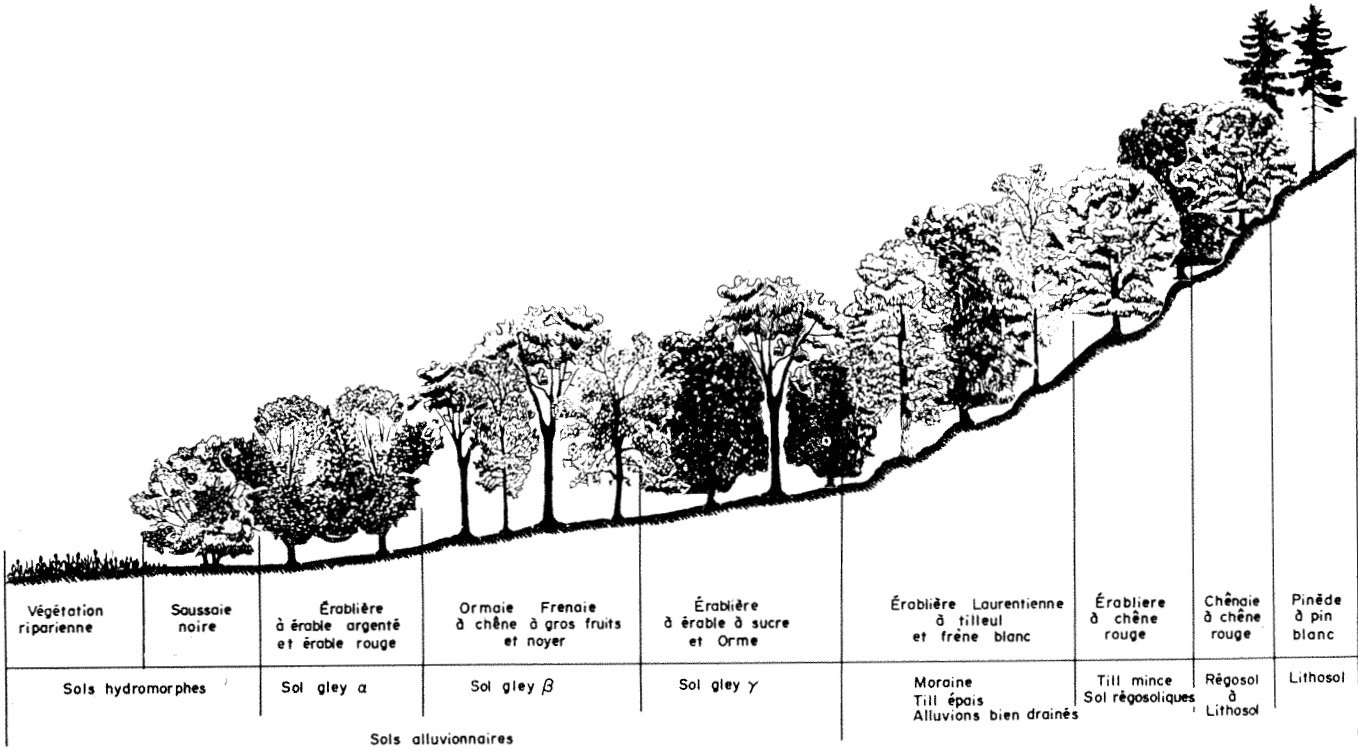


FIGURE 6 Sère normale de l'aire climacique de l'érabièrre laurentienne dans le bassin de la Rivière Outaouais.

Érabièrre à érable argenté. Cette association se développe par suite d'une légère élévation du sol de l'ordre de 6 pouces à 1 pied et sur laquelle des peu-

peuplements, constitués par de l'érable argenté, des hybrides d'érable rouge, un peu d'orme et parfois quelques chênes à gros fruits aussi bien que des saules, s'établissent. C'est une association forestière qui peut s'étendre sur un espace assez considérable, sur des dépôts argileux, très plats, provenant d'alluvions maintenant au-dessus du lit de la rivière ou de son ancienne grève. Ces peuplements peuvent se développer très rapidement lorsqu'ils sont défrichés et il ne reste parfois que des fougères *Onoclea* ou encore le *Cephalanthus occidentalis*. Après le défriché, elles semblent se régénérer immédiatement dans les mêmes essences que celles qui les constituaient au début. Ceci semble confirmer que la plupart des associations observées sont d'anciens taillis par suite de nombreux rejets de souche que l'érable argenté produit à la suite d'une ouverture intensive.

Cette association se développe sur des sols gleyifiés, mais avec un hydromull bien caractérisé malgré que ces peuplements puissent être inondés pendant 4 à 5 semaines au début du printemps, après la fonte des neiges et l'eau séjourne en permanence à une profondeur de 8 à 24 pouces selon la période de l'été et la précipitation saisonnière.

Ormeraie à frêne. L'ormeraie à frêne forme la troisième étape de cette série et elle constitue des peuplements beaucoup plus hétérogènes dans lesquels l'orme d'Amérique est l'espèce dominante accompagné du frêne noir, du chêne à gros fruits, du noyer, et du caryer si les sols sont calcaires.

Ces peuplements ont une structure beaucoup plus complexe, dans laquelle on trouve de nombreuses herbacées et une régénération des essences forestières très dense. Sans aucun doute, peut-on trouver aussi dans cette association les deux autres espèces d'ormes du Québec, à savoir l'orme roux et l'orme de Thomas.

Les sols sont généralement argileux, mais mieux drainés que précédemment de sorte qu'ils ne sont vraiment inondés que pendant de très courtes périodes de temps et la gleyification se développe surtout dans l'horizon B.

Érablière à sucre avec orme d'Amérique. La quatrième étape est constituée par la présence de l'érablière à sucre avec l'orme d'Amérique dans laquelle s'observe la dominance de l'érable à sucre bien que l'orme demeure encore, au point de vue abondance, une espèce très importante. On y rencontre presque constamment le chêne à gros fruits et le noyer cendré. Parmi les espèces secondaires, le tilleul est très fréquent. L'érablière à orme se développe surtout sur des sols alluvionnaires, la plupart du temps gleyifiés dans l'horizon C. Ces sols ne sont que très rarement inondés et pendant de très courtes périodes de temps et, en général, ils sont suffisamment élevés pour que les racines des arbres rencontrent l'humidité résultant de la couche imperméable présente dans le profil. Les érablières à orme sont souvent dégradées par les coupes et la maladie hollandaise de l'orme. On voit alors pénétrer dans la station l'aulne, le thuya ou le mélèze.

L'érablière laurentienne. L'érablière laurentienne, qui occupe toutes les pentes mésiques dans cette région, se caractérise par la dominance de l'érable à sucre accompagné, en grande abondance, par le tilleul, le frêne blanc et, quelquefois, le cerisier tardif. Sur les calcaires, on peut parfois trouver un peu d'érable noir. Cette association se développe sur des sols bruns forestiers ou des sols bruns et sur des dépôts morainiques, des tills épais ou des alluvions bien drainées. On peut la rencontrer à différentes étapes de régression, selon les avatars qu'elle a du subir, généralement la coupe ou les pâturages.

La régénération du tilleul est particulièrement abondante dans cette région, en particulier lorsque l'érablière est coupée de façon brutale. Le hêtre peut aussi devenir dominant, mais plus rarement. Lorsque l'érablière laurentienne est complètement défrichée, elle se recolonise en *Prunus pennsylvanica* sous lequel, déjà, l'érable à sucre s'établit. Après feu, on rencontre très fréquemment, dans ces conditions, des peuplements de peuplier à grandes dents avec un sous-étage d'érable à sucre et une très grande abondance de tilleul et de frêne blanc.

L'érablière à sucre à chêne rouge. L'érablière à sucre avec chêne rouge se rencontre dans la partie la plus élevée de la pente, sur les sols bien drainés où l'écoulement des eaux est rapide et peut-être excessive, de sorte qu'il se développe des conditions xériques bien caractérisées. L'érable rouge joue un rôle très important dans cette association que l'on rencontre sur des tills minces ou des régosols. L'érablière à sucre à chêne rouge, lorsqu'elle est défrichée ou encore incendiée, a tendance à former la chênaie à chêne boréal ou chêne rouge.

Chênaie à chêne boréal. Plus haut, sur la pente, vers le sommet, lorsque les sols meubles sont très minces, on rencontre la chênaie à chêne boréal ou chêne rouge qui semble, cependant, résulter de la dégradation par suite des incendies. Il semble difficile de déterminer, dans l'état actuel de nos connaissances, s'il existe véritablement, dans ces conditions, une chênaie à chêne rouge stable et sous-climacique. De toute façon, on observe cette chênaie sur le sommet des pentes ou sur les sommets de montagnes, lorsque les sols sont très minces. Sur des sols extrêmement secs ou parfois sur le roc vif avec peu d'humus, on peut trouver une pinède à pin blanc assez ouverte qui occupe ces conditions sur des sommets de montagnes. Les pinèdes, lorsqu'elles sont dégradées, voient l'introduction du hêtre, d'un peu d'érable rabougri ou de tremble et aussi du chêne rouge qui devient rapidement une des espèces dominantes.

SÈRE DE L'AIRE CLIMACIQUE DE L'ÉRABLIÈRE A BOULEAU JAUNE (FIGURE 7)

*Tourbière à *Ledum Chamædaphne*.* Les tourbières à *Ledum Chamædaphne* ne couvrent pas de grandes étendues dans cette région, mais on les trouve un peu partout formant des bandes assez étroites au bas de la pente, surtout quand le drainage est ralenti au point que l'eau qui s'y accumule ne s'y oxygène pas suffisamment. Il se développe alors des tourbières à sphaigne avec présence

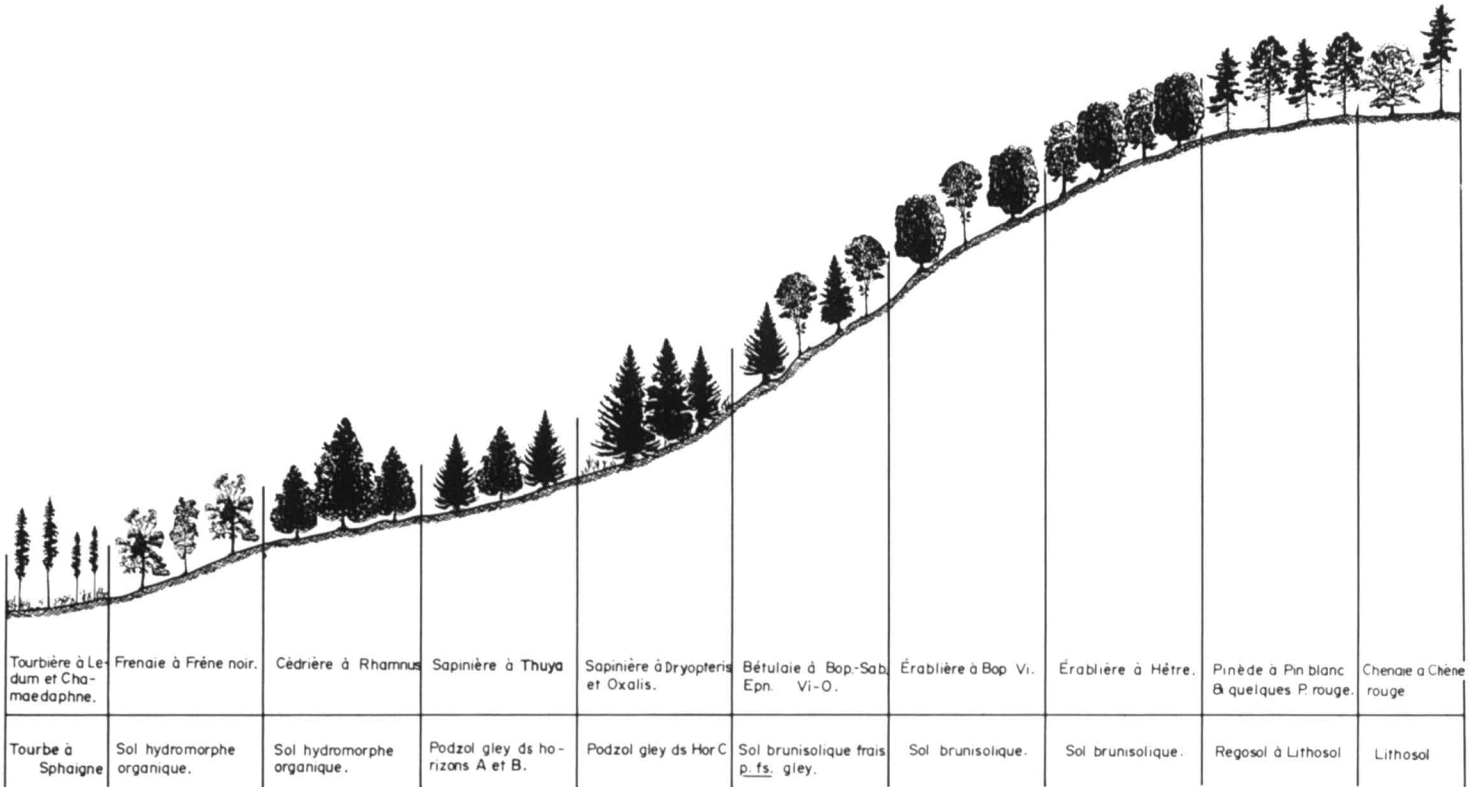


FIGURE 7 Sère normale climale de l'érablière à Bouleau jaune dans le bassin de la Rivière Outaouais.

de *Ledum grœnlandicum* et *Chamœdaphne calyculata* où on observe quelques épinettes noires rabougries.

Frênaie à frêne noir. La frênaie à frêne noir occupe des endroits qui, topographiquement, peuvent être situés exactement de la même façon que la tourbière, mais cependant l'eau circule suffisamment pour maintenir un niveau d'oxydo-réduction élevé et empêcher l'accumulation de la tourbe. On distingue donc l'établissement de petits peuplements de frêne noir accompagnés d'essences comme l'orme, le mélèze s'ils sont dégradés ou encore avec un sous-étage d'aulne très dense. Très souvent, ces peuplements sont entièrement dépouillés de leurs feuilles par suite d'une maladie qui n'a pu être identifiée. Ces associations se développent, par conséquent, sur des sols hydromorphes, organiques, à pH passablement plus élevé que ceux de la tourbière. Ils peuvent, dans un ordre séquentiel, suivre la tourbière quoi que la chose soit assez rare et que l'on trouve plutôt soit la tourbière, soit la frênaie noire.

Cédrière à Rhamnus. La cédrière à *Rhamnus*, qui est la cédrière la plus représentative du Québec (Blanchet et Lafond, 1966) exprime un équilibre subclimacique caractéristique du bas des pentes, sur des sols mal drainés, mais à pH d'au moins 5.0. La cédrière à *Rhamnus* est aussi l'expression de conditions de drainage fort ralenties, mais où l'eau circule suffisamment pour que se développe un sol hydromorphe, organique, beaucoup plus mince que dans le cas précédent et cependant avec une décomposition de la matière organique beaucoup plus active. Souvent la cédrière est passablement ouverte et on y rencontre de l'épinette noire et, assez fréquemment, du frêne noir. Les cédrières, bien que jamais très étendues dans cette région, sont très fréquentes.

La sapinière à thuya. La sapinière à thuya exprime un milieu qui, tout en restant humide, est suffisamment bien drainé pour permettre l'établissement d'un podzol gley dans les horizons A ou B. Il traduit l'humidité abondante du milieu et permet l'établissement du sapin baumier tout en conservant le thuya. Il s'agit de peuplements à croissance très élevée où les mousses, sur le sol, jouent un rôle très important.

La sapinière à Dryopteris et Oxalis. Cette sapinière, qui se trouve dans toute la partie inférieure de la pente, exprime des conditions d'humidité marquées tout en étant suffisamment bien drainée pour éliminer à peu près complètement le thuya. Il se développe, en conséquence, un peuplement à peu près pur de sapin dans lequel on retrouve, bien que dispersés, certains feuillus comme le bouleau à papier, le bouleau jaune et un peu de frêne noir. Ces peuplements s'établissent sur des podzols gleyifiés dans l'horizon C. L'accroissement y est extrêmement rapide, du moins pour le sapin; il constitue des bandes de forêts qui, sans être très larges, sont néanmoins constantes aux bas des pentes et se retrouvent partout dans cette aire climacique.

La bétulaie à bouleau jaune, sapin, épinette rouge du type Viburnum-Oxalis. Cette association, qui plus au nord devient climacique, forme généralement une bande relativement étroite au début de la pente proprement dite

et elle traduit encore des influences d'humidité qui, cependant, ne sont pas suffisantes pour amener le développement d'un horizon gley. D'une façon générale, le sol est brunisolique et le milieu permet l'établissement d'un peuplement mélangé, à très forte productivité, composé principalement par le bouleau jaune, de grandes épinettes blanches ou rouges, du sapin baumier et un peu d'érable à sucre. On y trouve parfois du tilleul et d'autres espèces à écologie similaire. Il s'agit ici d'une transposition écologique, d'un climax qui se développe normalement dans un climat plus frais et qui, dans des conditions géographiques plus méridionales, recherche des habitats où l'humidité est plus considérable.

Cette association n'occupe, du point de vue superficie, qu'une étendue relativement faible, mais elle est toujours présente sous forme de bandes étroites de peuplements mélangés.

Érablière à bouleau jaune du type Viburnum. L'érablière à bouleau jaune est climacique et occupe toute la pente mésique, c'est-à-dire qu'en définitive, dans ce pays de collines, elle occupe l'espace le plus considérable, depuis le moment où la pente devient suffisamment bien drainée jusqu'à celui où elle devient très sèche, sur des sols minces. Sur les sommets, cependant, si les sols demeurent assez profonds, il se peut que la colline soit entièrement couverte par cette association feuillue. Il est très remarquable, qu'à ce moment, dans ces stations, les résineux disparaissent à peu près complètement sauf quelques pins que l'on trouve très dispersés. Les sols sont brunisoliques avec des moders mais quelquefois aussi des mors.

Érablière à hêtre. Ce peuplement feuillu, constitué principalement par de l'érable à sucre avec du hêtre, se retrouve en assez grande abondance dans toute cette région climacique à l'ouest de la Rivière Schyan. Il traduit une condition xérique de l'habitat, cependant il constitue un peuplement très dense où l'érable à sucre, bien qu'un peu rabougri, se développe très bien avec du hêtre. Cette essence peut devenir dominante dans les parties les plus sèches de l'habitat. Notons que, plus à l'est, ce sont surtout des chênaies boréales qui colonisent ces habitats. Le sol est brunisolique et l'humus est plus mince que dans le cas précédent.

Pinède à pin blanc avec du pin rouge. Sur les crêtes et sur les flancs rocheux, on trouve très fréquemment des pinèdes à pin blanc avec quelques pins rouges qui traduisent un habitat extrêmement sec sur des sols minces, régosoliques ou sur des lithosols à proprement parler. Ces habitats se rencontrent de façon constante dans toute la région, mais ne forment que des îlots traduisant des conditions physiographiques tout à fait particulières.

Chênaie à chêne rouge. Cette association ne se rencontre que très sporadiquement sur les sommets des collines situés tout à fait au sud de la région, le long de la Rivière Outaouais. Elle est caractéristique des lithosols où le chêne est passablement rabougri et ne forme jamais un peuplement très dense. Il semble, pour des raisons difficiles à déterminer, que la chênaie à chêne rouge

ne se rencontre plus vers l'ouest de l'Outaouais, de même en est-il de l'éra-
blière à chêne rouge qui, normalement, en est l'aboutissement. Cependant,
ici où là, au moins jusqu'à la Rivière Maganasipi, on trouve quelques peu-
plements de chêne, mais ceux-ci sont très dispersés.

Cette seconde sère est représentative de l'ensemble des peuplements que
l'on trouve dans toute l'aire climacique qui se développe dans la partie méri-
dionale de la région de l'Outaouais, en dehors de la plaine, aux dépôts
Champlain.

SÈRE DE L'AIRE CLIMACIQUE DE LA BÉTULAIE A BOULEAU JAUNE, SAPIN ET ÉPINETTE ROUGE (FIGURE 8)

Cette sère traduit le développement de la végétation dans l'espace lorsque
les peuplements sont parvenus à maturité et en équilibre, depuis la latitude
46°40' jusqu'au 47°40' plus au nord. Elle se développe dans toute l'aire clima-
cique de la bétulaie à bouleau jaune bien qu'en de nombreux endroits, des
feux de grande importance l'ait détruite et qu'elle soit remplacée par des sères
de transition où dominant en particulier le bouleau à papier et le tremble.

D'autre part, ces forêts de bouleau jaune de très grande valeur commer-
ciale, lorsqu'elles atteignent leur maturité, se retrouvent particulièrement
bien développées, à la tête des principaux affluents de l'Outaouais qui se
drainent vers le sud. Remarquons que, dans cette région, par suite de conditions
physiographiques favorables, on trouve aussi de très grandes étendues recou-
vertes par les pessières à épinette noire et que les peuplements résineux, soit
d'épinette, soit de sapin ou encore d'épinette-sapin, peuvent couvrir jusqu'à
25 ou 30% de l'aire de certaines régions, particulièrement à la tête de la Rivière
Coulonge, de celle de la Rivière Noire et de la Rivière Dumoine.

Pessière à épinette noire avec Ledum (qualité II-III). Ces pessières s'é-
tendent sur un territoire assez considérable qui se trouve dans toute l'aire
climacique, principalement à la tête des rivières où les vallées s'étant élargies,
les flancs deviennent moins prononcés. Le drainage est alors ralenti par suite
de la présence de dépôts de sable fin et aussi parce que les vallées ont une pente
beaucoup moins forte. Il se développe des peuplements d'épinette noire qui
résultent vraisemblablement d'un micro-climat plus froid et d'un sol plus
humide. Ces peuplements sont généralement de qualité inférieure avec un
rendement de 12 c/a à 90 ans (qualité II-III).

*Pessière à épinette noire avec un peu de sapin et les mousses hyp-
nacées (qualité II).* Il s'agit de peuplements à peu près purs d'épinette noire
sur des sols mieux drainés, podzoliques, parfois gleyifiés dans l'horizon C où
l'on trouve le développement d'un peuplement beaucoup plus dense. Le sapin
y est toujours présent. Il peut arriver que dans la partie la mieux drainée de
la station, on trouve des peuplements où le mélange épinette noire, sapin est
favorisé à un tel point que le sapin puisse dominer, mais généralement ces
bandes de végétation sont difficiles à distinguer sur la photographie aérienne

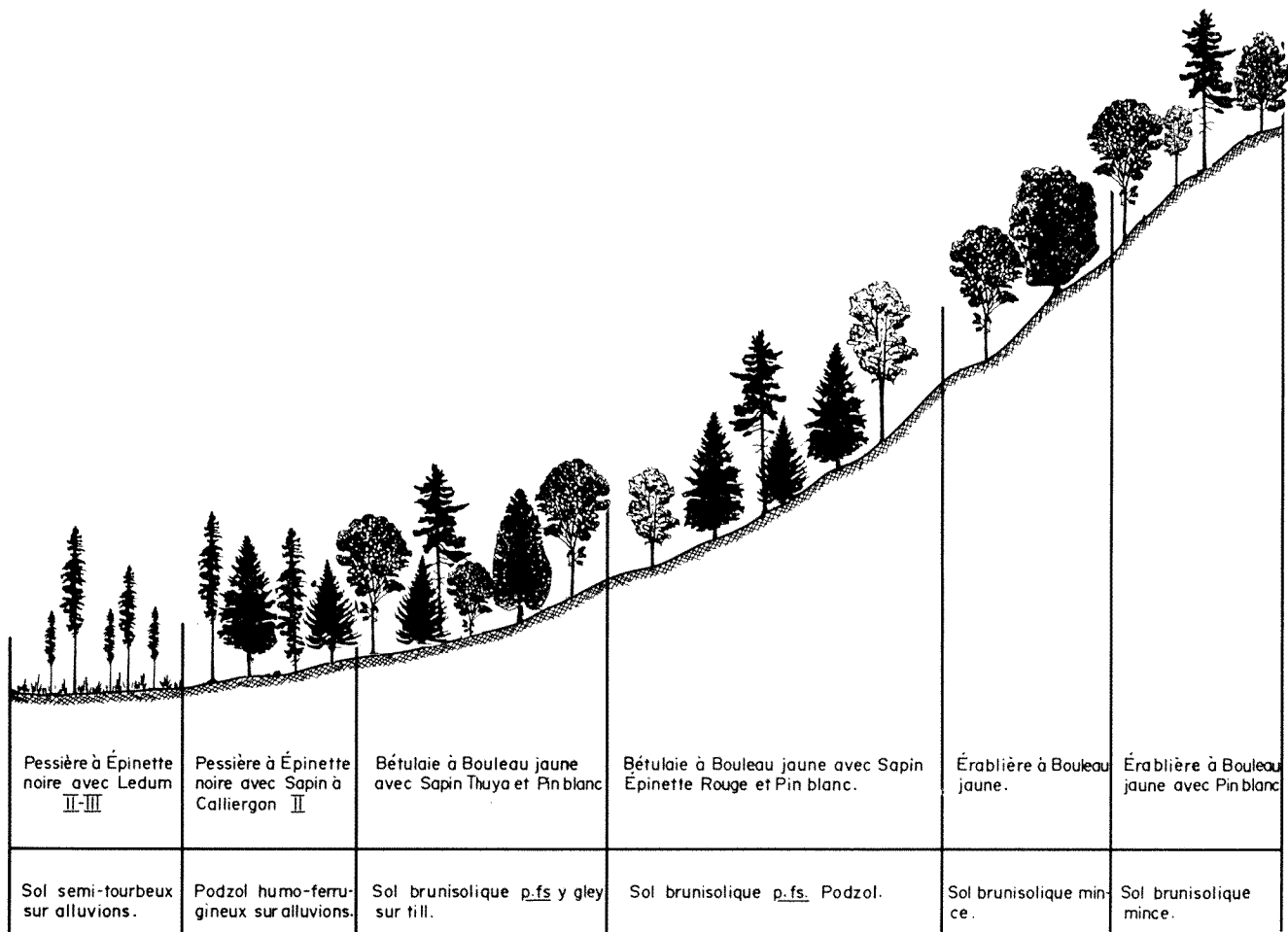


FIGURE 8. Sère normale de l'aire climacique de la Bétulaie à Bouleau jaune, Sapin et Épinette rouge dans le bassin de la Rivière Outaouais.

parce qu'elles sont très étroites. On trouve encore ici l'expression d'un milieu qui constitue vraiment une niche écologique où une association, qui est climatique beaucoup plus au nord, dans un climat plus froid et plus humide, peut

s'établir hors de son aire normale par suite de conditions physiographiques particulières de drainage ou de texture des sols.

Bétulaie à bouleau jaune avec sapin, thuya, pin blanc. Il s'agit d'un peuplement qui se rencontre sur les pentes fraîches, mais où le sol, souvent gleyifié, peut être au moins dans la partie inférieure de la pente, colonisé par cette association. C'est un peuplement très voisin du climax, à cette différence qu'on y rencontre très fréquemment le thuya en quantité suffisante pour que, du haut des airs, ces peuplements puissent apparaître comme bien distincts. Le thuya atteint, dans ces conditions, des dimensions extrêmement considérables et il peut même concurrencer avec les gros sapins ou les épinettes tels qu'on peut les observer sur les photos prises le long de la Rivière Coulonge et au Lac Bruce, dans le bassin de cette rivière.

On trouve aussi, nonobstant la présence du thuya, du pin blanc dispersé un peu partout dans le peuplement et parfois dominant même le thuya. Cet équilibre écologique reste à étudier et constitue une des caractéristiques les plus intéressantes des peuplements de cette région. Il est à noter que ces bétulaies à bouleau jaune avec sapin et thuya peuvent remonter assez haut dans les pentes et peut-être alors expriment-elles la présence de certains affleurements calcaires. La plupart du temps, dans ces conditions, l'épinette rouge n'est pas très abondante.

Bétulaie à bouleau jaune avec sapin, épinette rouge et pin blanc. Il s'agit ici de l'association qui se développe sur les pentes mésiques et qui couvre la plus grande partie de ces pentes. C'est véritablement un climax qui traduit l'équilibre de la végétation avec les conditions générales du climat et de la région. Les pins blancs qui sont dispersés de façon à peu près constante dans le peuplement sont en général très vieux et dominant de beaucoup la ligne de faite des autres arbres. On peut se demander s'ils ne sont pas les témoins de très anciens feux ou peut-être d'une période xéro-thermique alors que cette espèce était beaucoup plus abondante. Il est à noter que l'on trouve le pin un peu partout dans l'ensemble de cette aire climacique, même dans la région de Québec. Cependant, lorsqu'il est coupé, il ne se régénère à peu près pas.

Érablière à bouleau jaune. L'érablière à bouleau jaune occupe les sols les plus secs, au sommet de la pente, lorsque ces derniers sont beaucoup moins épais. C'est un peuplement feuillu qui succède, dans la série topographique, à la bétulaie à bouleau jaune, sapin, épinette et il est très commun dans toute l'aire climacique et colonise les hauts versants et les sommets.

Érablière à bouleau jaune avec pin blanc. Il s'agit d'une variante de l'érablière à bouleau jaune telle que décrite précédemment et dans laquelle on trouve le pin blanc très dispersé. Elle se rencontre particulièrement sur les sommets où les sols sont plus secs que sur le haut versant. Cette association est extrêmement fréquente dans toute la région lorsqu'il n'y a pas eu de feux récents. On la rencontre jusqu'à la limite de la bétulaie à bouleau jaune avec sapin, c'est-à-dire à la latitude 47°40'.

SÈRE DE L'AIRE CLIMACIQUE DE LA BÉTULAIE A BOULEAU A PAPIER AVEC SAPIN ET ÉPINETTE BLANCHE (FIGURE 9)

Cette série se développe normalement dans la partie nord du bassin de la Rivière Outaouais, aux environs de la latitude 47°35'. C'est une association vraiment boréale, la dernière des grandes forêts mélangées climaciques où on ne rencontre pas normalement le bouleau jaune et l'érable à sucre sauf parfois à la limite sud de son aire. Cette association de bouleau à papier, sapin et épinette blanche traverse entièrement la province de Québec, depuis la frontière de l'Ontario jusqu'à la Côte Nord, dans les environs de Shelter Bay. Elle forme une bande qui s'étend depuis le 48° de latitude avec des fluctuations au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'est qui ont tendance à la faire remonter vers le nord pour atteindre le 49° de latitude par suite de l'influence du fleuve St-Laurent.

Cette association a été très souvent endommagée par la mort en cime du bouleau par suite de châblis, surtout dans les endroits accidentés, et elle était alors transformée en peuplements purs de sapin baumier. Ces peuplements, à leur tour, étaient souvent endommagés par des épidémies, d'ailleurs cycliques, de tordeuse du bourgeon d'épinette qui ont détruit, il y a une quinzaine d'années, des quantités considérables de sapins. Toutes ces transitions forment des sapinières extrêmement denses qui, en général, se développent très bien et constituent des forêts à pâte d'excellente qualité.

Tourbière à Ledum-Chamædaphne. Il s'agit ici d'une véritable tourbière où l'on ne trouve que quelques arbres rabougris et qui, dans cette région, peut couvrir des étendues très considérables. Le relief est, à bien des endroits, peu accentués et la roche-mère est très peu perméable parce que constituée par des argiles ou des limons déposés à la période post-glaciaire dans les Lacs Ojibway et Barlow.

Un certain nombre de lacs de cette région se sont entourbés et forment d'immenses étendues recouvertes presque exclusivement par le *Ledum grænlandicum* et le *Chamædaphne calyculata* avec, évidemment, un cortège de plantes de tourbières dans lesquelles s'établissent quelques petits mélèzes, quelques épinettes noires dépassant rarement 4 à 5 pieds de hauteur. Elles représentent la phase la plus humide des stations mal drainées dans cette série.

Pessière à épinette noire à Sphagnum et Carex. Il s'agit ici encore de sols tourbeux recouverts de sphaigne mais dans lesquels les arbres commencent à s'établir sinon en grande quantité, du moins de façon assez constante pour qu'on puisse parler de pessière à épinette noire bien que ces arbres soient tout à fait rabougris et ne se développent que très lentement. Les bois n'ont d'ailleurs aucune valeur commerciale. On trouve tout au plus, et dans la partie la plus élevée de ces tourbières, de 3 à 4 c/a en 120 ans. (Qualité IV).

Pessière à épinette noire avec Ledum. Ces peuplements sont de qualité II-III (12 c/a en 90 ans) et les éricacées y constituent une synusie très dense

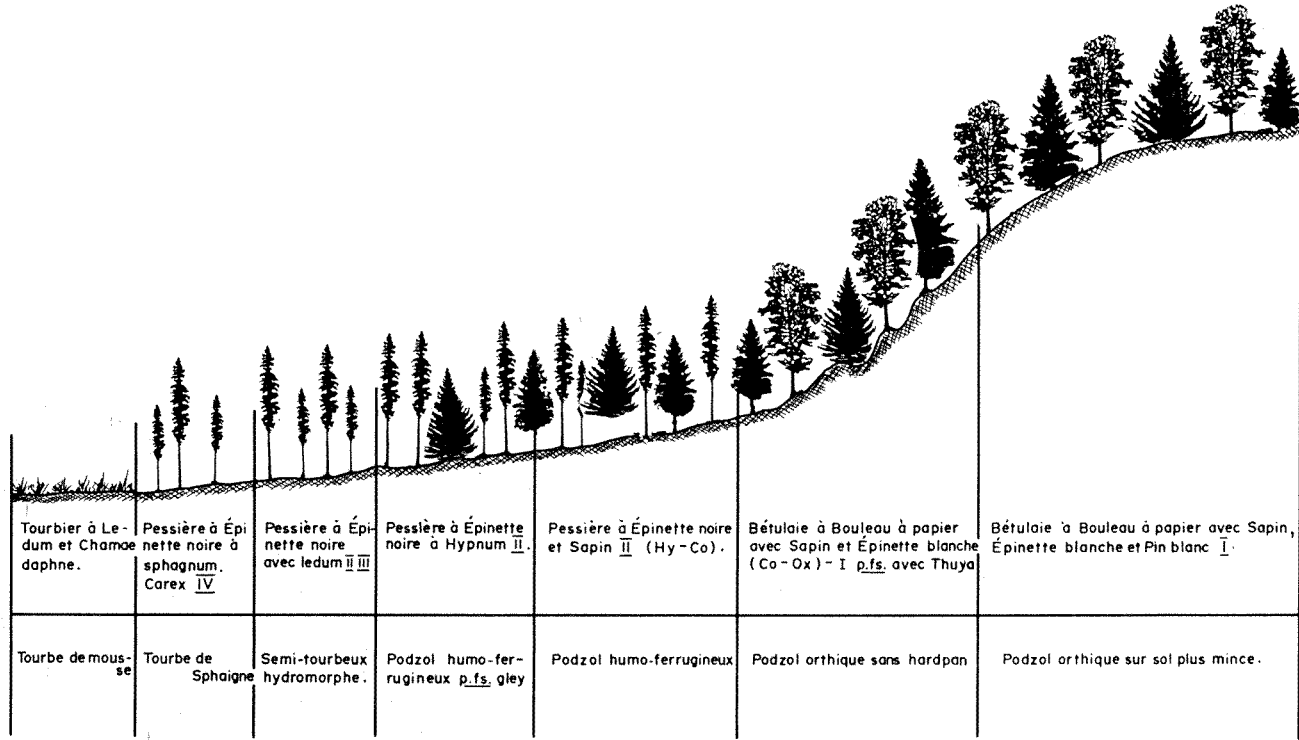


FIGURE 9. Sère normale de l'aire climacique de la Bétulaie à Bouleau à papier avec Sapin et Épinette blanche dans le bassin de la Rivière Outaouais.

et très importante qui se développe sur des sols semi-tourbeux. Ces peuplements sont très fréquents dans des stations ayant peu de pente, mais où l'eau circule tout de même suffisamment pour permettre un certain drainage et le développement un peu plus considérable des arbres.

Pessière à épinette noire et Hypnum. Il s'agit de pessières très denses, constituées principalement par de l'épinette noire avec un peu de sapin (4 ou 5%) et un tapis de mousses très dense de *Pleurozium Schreberi*. C'est le type *Calliargon* (20-25 c/a en 80 ans) si caractéristique des grandes forêts d'épinette noire du nord de la Province de Québec que l'on rencontre aux bas des pentes, dans les endroits mouilleux, sur des sols frais et mal drainés. Ces peuplements sont de plus en plus fréquents et peuvent se développer davantage dans la pente à cette latitude, mais on ne les trouve vraiment que sur des sols frais.

Pessière à épinette noire et sapin (type Hylocomium-Cornus). Sur une pente qui demeure encore fraîche, mais où le drainage est plus accentué, on retrouve des mélanges de sapin et d'épinette noire. Le sapin peut constituer jusqu'à 50% ou même 75% du volume du peuplement. Il s'agit d'associations forestières qui évolueront éventuellement vers des pessières à épinette noire, pures, du type *Calliargon* mais où, semble-t-il, l'enracinement un peu moins profond et peut-être une exposition plus marquée amènent des châblis partiels dans les ouvertures desquels se régénère le sapin. Ces peuplements peuvent se développer jusqu'au milieu de la pente, surtout lorsque l'on est plus au nord, au-delà du 48° de latitude. Ils deviennent de plus en plus importants au fur et à mesure que l'on se dirige vers le nord pour constituer, dans les endroits bien drainés, un équilibre très voisin de celui du climax de l'épinette noire à mousses hypnacées.

Bétulaie à bouleau à papier avec sapin, épinette blanche. Cette association constitue l'équilibre climacique de la région puisqu'elle couvre toutes les pentes mésiques lorsque le bouleau n'a pas été détruit, ce qui est très fréquent par suite de la mort en cime. On peut voir d'immenses territoires, particulièrement dans la partie nord-est de la carte du Grand Lac Victoria où ces peuplements se sont développés même s'ils ont été endommagés par l'exploitation et par la mort en cime. Ils sont normalement dominés par le bouleau à papier avec de grandes épinettes blanches et du sapin comme co-dominants et un sous-étage passablement dense où l'on rencontre le sapin baumier et des arbustes comme l'*Acer spicatum*.

A certains endroits, dans cette région, on trouve sans que l'on ait pu expliquer cette présence, la même association mais avec un sous-étage de thuya très dense. Ces peuplements peuvent s'identifier très bien au printemps en survolant la région, mais durant l'été le couvert des feuilles est suffisamment dense pour dissimuler le thuya et ce n'est que sur le terrain qu'on peut les reconnaître.

Nous n'avons trouvé aucune raison bien évidente pour expliquer la présence du thuya. Seules les analyses de sols nous fourniraient sans doute des explications de cette présence.

Bétulaie à bouleau à papier avec sapin, épinette blanche et pin blanc. Il s'agit d'une variante de l'association climacique précédente que l'on retrouve dans des habitats un peu plus secs comme sur les hauts versants des pentes,

CARTE DE DISTRIBUTION DE L'ÉRABLIÈRE LAURENTIENNE ET DE L'ÉRABLIÈRE A ORME (FIGURE 10)

Cette carte résume la distribution de l'érablière laurentienne tout au long de la Rivière Outaouais avec un prolongement, dans les vallées de la Gatineau et de la Lièvre. Ce type d'érablière se rencontre très fréquemment, mais de nombreuses stations ont été complètement dégradées par les exploitations et les pâturages. L'érablière laurentienne, dans toute cette région, est le peuplement des conditions mésiques, tandis que l'érablière à orme représente un peuplement établi dans des conditions de drainage ralenti, principalement sur des argiles à pH élevé.

Dans les conditions qui nous concernent, l'érablière à orme est très fréquemment associée avec le chêne à gros fruits et l'aire de ces espèces coïncide parfaitement avec celle des associations. L'érablière à orme couvre évidemment un territoire plus restreint et plus spécifique que l'érablière laurentienne.

CARTE DE DISTRIBUTION DE L'ORMERAIE ET DE L'ORMERAIE A FRENE (FIGURE 11)

Cette aire de distribution est encore plus restreinte que celle de l'érablière à sucre en ce que ces peuplements sont essentiellement conditionnés par la présence des sols argilo-limoneux ou argileux, à pH élevé. Ils dépendent aussi

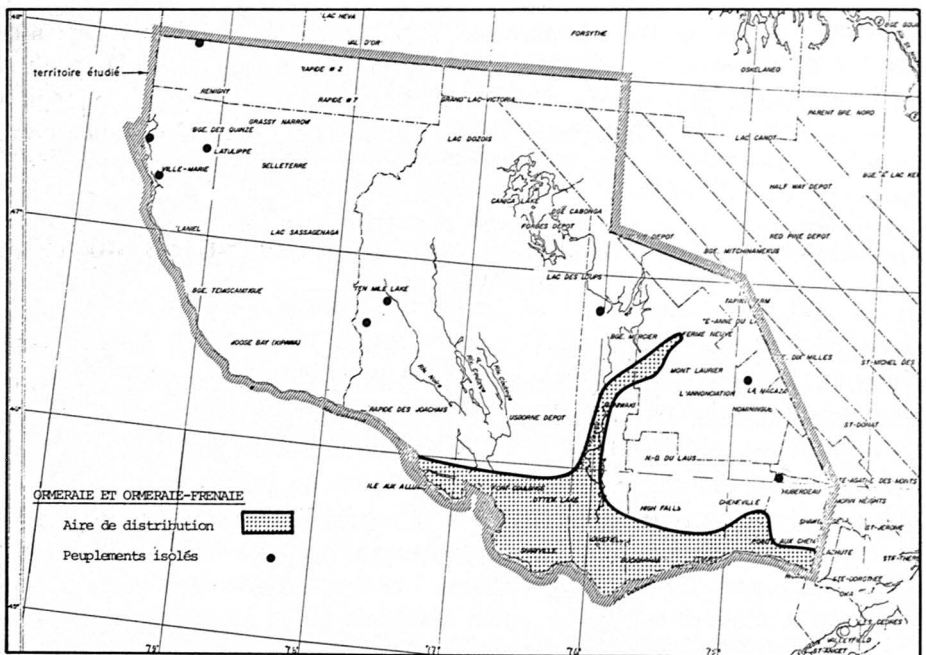


FIGURE 11 Aire de distribution de l'ormeraie à frêne dans le bassin de l'Outaouais.

strictement de ces facteurs et n'ont pas la capacité de s'adapter à d'autres habitats. Il est à remarquer cependant que l'on observe un prolongement vers le nord de cette association qui coïncide avec celles de l'érablière laurentienne et de l'érablière à orme, mais elle est beaucoup plus restreinte étant donné qu'elle se limite aux vallées des rivières.

L'orme s'est rencontré dans notre territoire jusqu'à l'extrémité nord du Témiscamingue, en direction de l'Abitibi. On le trouve dans la plaine du Témiscamingue, aujourd'hui sous forme de bosquets isolés, mais il n'y a pas de doute que les ormeries à frêne ont dû couvrir des territoires assez étendus au moins sur les alluvions les plus humides. Nous avons noté la présence de l'orme le long de la Rivière Dumoine, presque à la tête de cette rivière, près du Lac Dix Mille de même que nous l'avons observé à la Rivière Gens-de-Terre, au nord du Baskatong, dans les mêmes circonstances. Il ne s'agissait alors que de petits bouquets très isolés et tous situés au sud du 47° de latitude. Notons que l'on trouve de l'orme isolés le long de la Rivière Kinojevis, à l'est de Rouyn-Noranda.

CARTE DE DISTRIBUTION DE L'ÉRABLIÈRE À CHÊNE ET DE LA CHÊNAIE BORÉALE (FIGURE 12)

La distribution de cette association se confine à la partie méridionale du territoire étudié et atteint son maximum de développement le long de la Rivière Gatineau. Elle pousse alors une pointe vers le nord, dans la région de la Cou-

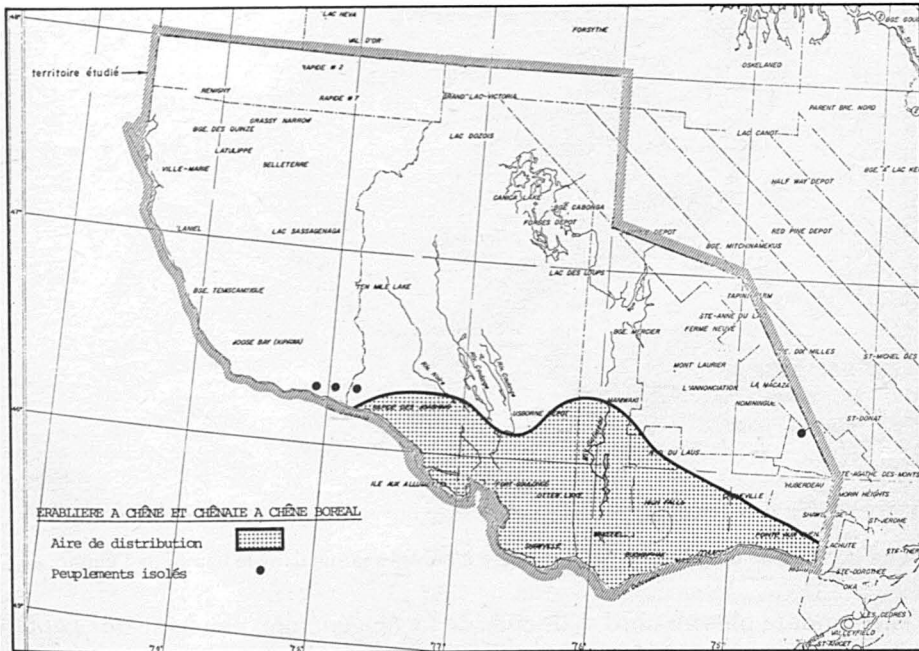


FIGURE 12 Aire de distribution de l'érablière à chêne et de la chénaie boréale dans le bassin de l'Outaouais.

longe où elle remonte jusqu'au nord d'Otter Lake, pour se prolonger plus à l'ouest jusqu'à la hauteur des terres de la Rivière Dumoine, le long de l'Outaouais.

On peut dire que dans toute cette région, les endroits secs, brûlés, sont le plus souvent couverts soit par la chênaie à chêne rouge où ils sont en équilibre subclimacique et alors on trouve l'érablière à chêne. Un peu plus à l'ouest, on rencontre quelques îlots constitués par des peuplements de cette nature tout au long de la Rivière Outaouais, mais il s'agit alors de peuplements isolés. Le chêne rouge se rencontre comme individu, au nord de cette région, sur certains sommets, par exemple le long de la route qui mène au Lac Bruce. Il existe aussi une station isolée de cette association, au Parc du Mont-Tremblant, dans la région de St-Jovite.

CARTE DE DISTRIBUTION DE L'ÉRABLIÈRE A BOULEAU JAUNE (FIGURE 13)

Cette carte montre l'ensemble de la distribution de l'érablière à bouleau jaune dans le bassin de l'Outaouais. Celle-ci s'étend de façon massive, depuis le 46° de latitude au sud, sauf dans les vallées de la Gatineau et de la Lièvre

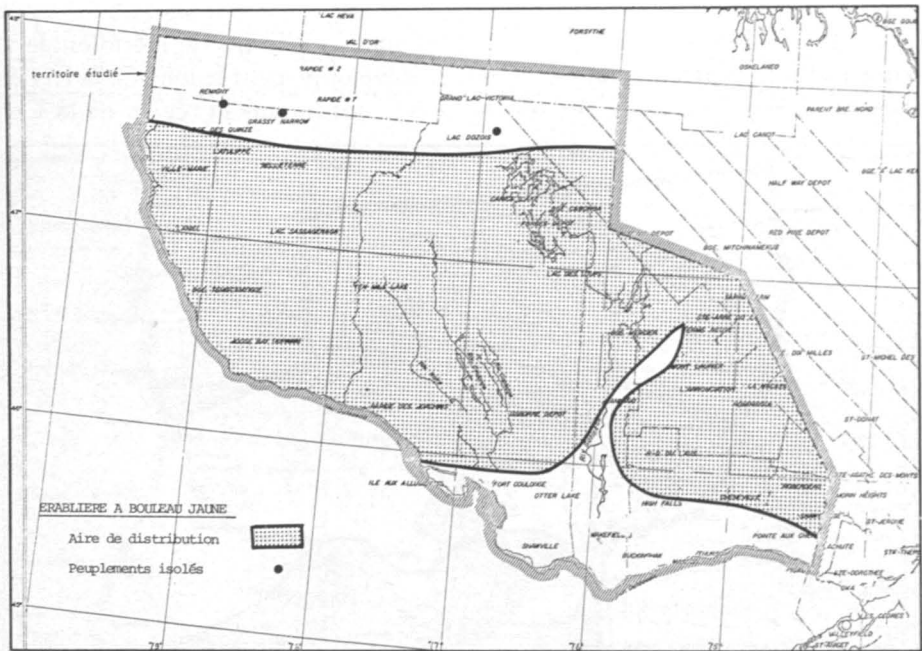


FIGURE 13 Aire de distribution de l'Érablière à bouleau jaune dans le bassin de l'Outaouais.

où elle remonte plus au nord. Elle suit, de façon générale, une ligne qui s'appuie sur le bouclier précambrien, un peu à l'intérieur de celui-ci. Au nord, elle est limitée par la latitude du 47°30' et ce, dans toute l'aire étudiée. L'érablière à

bouleau-jaune occupe les pentes mésiques et peut être considérée comme climatique jusqu'à la latitude $46^{\circ}30'$ tandis que, plus au nord, jusqu'à sa limite, c'est un sous-climax xérique que l'on trouve seulement sur les sommets.

CARTE DE DISTRIBUTION DE L'ÉRABLIÈRE À HÊTRE ET DE LA HÊTRAIE (FIGURE 14)

La distribution de ces associations est discontinue et semble, jusqu'à un certain point être reliée à la topographie. L'érablière à hêtre se rencontre entre la latitude 46° , à l'ouest de la Gatineau jusqu'à la latitude $46^{\circ}30'$ sur tous les sommets où elle remplace l'érablière à chêne qui se trouve plus à l'est. Dans ces circonstances, l'érablière à hêtre est une association xérique.

On peut trouver, dans ce même milieu, à l'occasion, le développement de petites hêtraies. Il est à remarquer que l'érablière à hêtre forme une sorte d'île, à l'ouest de la Rivière Lièvre, dans la région de Notre-Dame-du-Laus où elle se rencontre sur les sommets de montagnes de cette région, à une altitude supérieure à 1,000 ou 1,100 pieds. Ailleurs, elle est tout à fait sporadique ou disparaît presque entièrement. Il faut distinguer cette association de l'érablière à hêtre provenant de dégradations ou de régressions que l'on rencontre dans la vallée du St-Laurent.

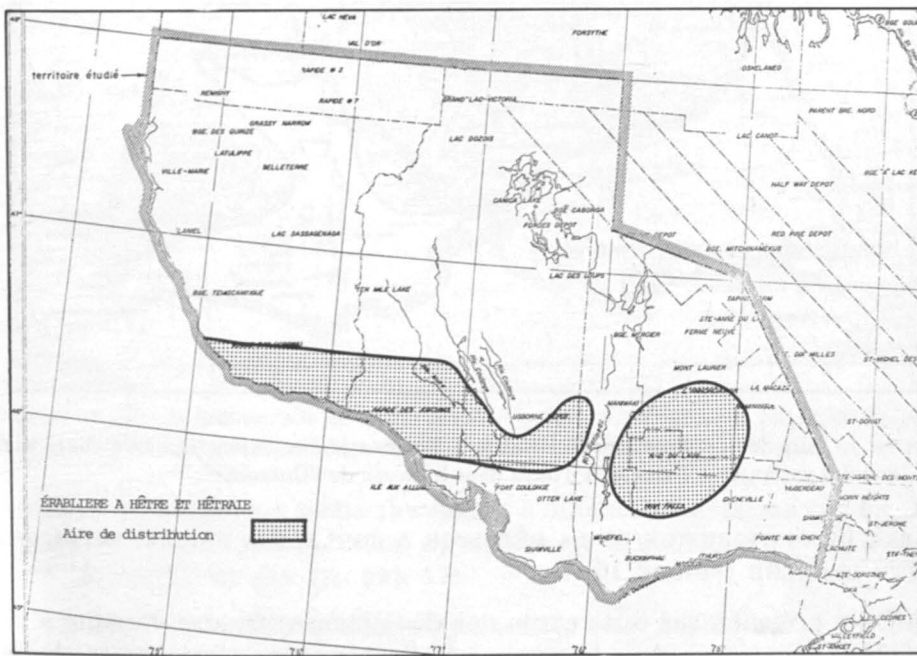


FIGURE 14 Aire de distribution de l'érablière à hêtre et de la hêtraie dans le bassin de la Rivière Outaouais.

CARTE DE DISTRIBUTION DE LA BÉTULAIE A BOULEAU JAUNE, SAPIN, ÉPINETTE BLANCHE Y COMPRIS CELLE A THUYA ET A PRUCHE (FIGURE 15)

Il s'agit ici d'une carte montrant l'ensemble de la distribution de cette importante association de bouleau jaune où l'on rencontre normalement, avec le sapin et l'épinette rouge ou l'épinette blanche, le pin et, dans les parties sud, à l'ouest de la région étudiée, très fréquemment du thuya ou de la pruche. Cette association est l'association qui occupe normalement les pentes mésiques. à partir de la latitude $46^{\circ}30'$ jusqu'à sa limite nord, au $47^{\circ}40'$ de latitude. Au sud, elle se rencontre plutôt dans la partie fraîche des pentes ou les habitats tout à fait humides, alors qu'elle est un sous-climax en équilibre avec des conditions particulières d'humidité où ce milieu frais compense pour un climat plus chaud et plus sec.

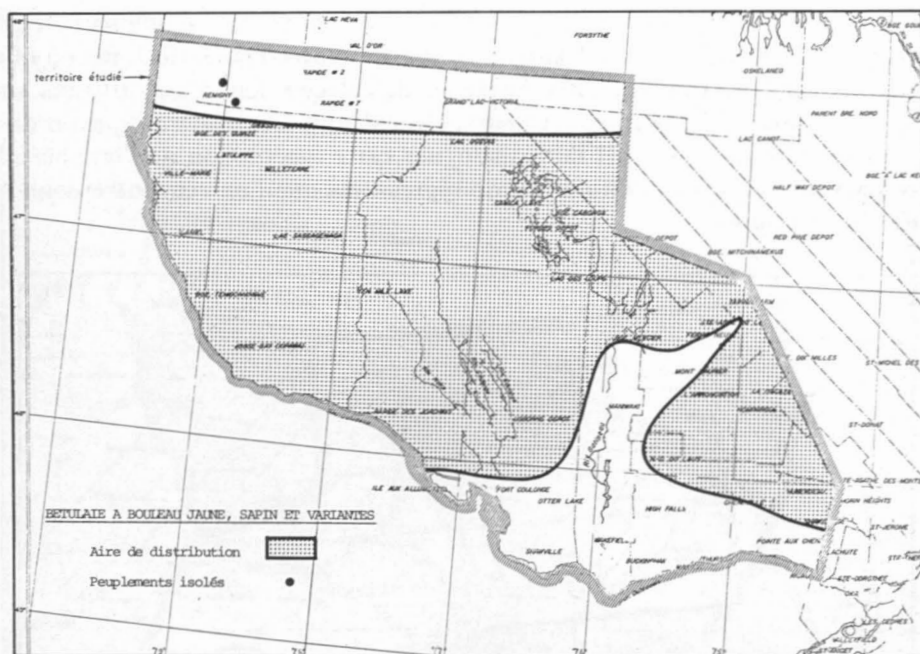


FIGURE 15 Aire de distribution de la Bétulaie à Bouleau jaune, Sapin, Épinette rouge ainsi que des variantes à Tsuga et à Thuya dans le bassin de l'Outaouais.

CARTE DE DISTRIBUTION DE LA BÉTULAIE A BOULEAU A PAPIER, SAPIN, ÉPINETTE BLANCHE (FIGURE 16)

On a présenté, sur cette carte, une distinction entre une variante à pin blanc qui se retrouve dans la partie méridionale où se développe ce climax, c'est-à-dire jusqu'au $47^{\circ}45'$, tandis qu'au nord de cette latitude, le pin blanc disparaît à peu près complètement et alors on retrouve la bétulaie à bouleau à papier, sapin, épinette blanche dont l'aire traverse d'ailleurs l'ensemble de

la province de Québec. Il s'agit ici des peuplements qui occupent les habitats mésiques, climaciques et qu'il faut distinguer de certains peuplements tout à fait semblables, mais provenant de feux qui doivent être considérés plutôt comme des transitions en équilibre avec des conditions temporaires, particulières plutôt qu'un équilibre climacique. Dans presque tous les cas, les peuplements appartenant à ce climax ont subi des dommages très prononcés résultant de la mort en cime du bouleau ou de la tordeuse du bourgeon de l'épinette ou encore d'une exploitation très intensive pour des résineux, de sorte que l'on rencontre principalement, dans cette région, des peuplements de transition. Cependant, si l'on survole ce territoire, on peut voir l'ensemble autrefois dominé par les peuplements mélangés qui ressortent parfaitement pour toute cette région.

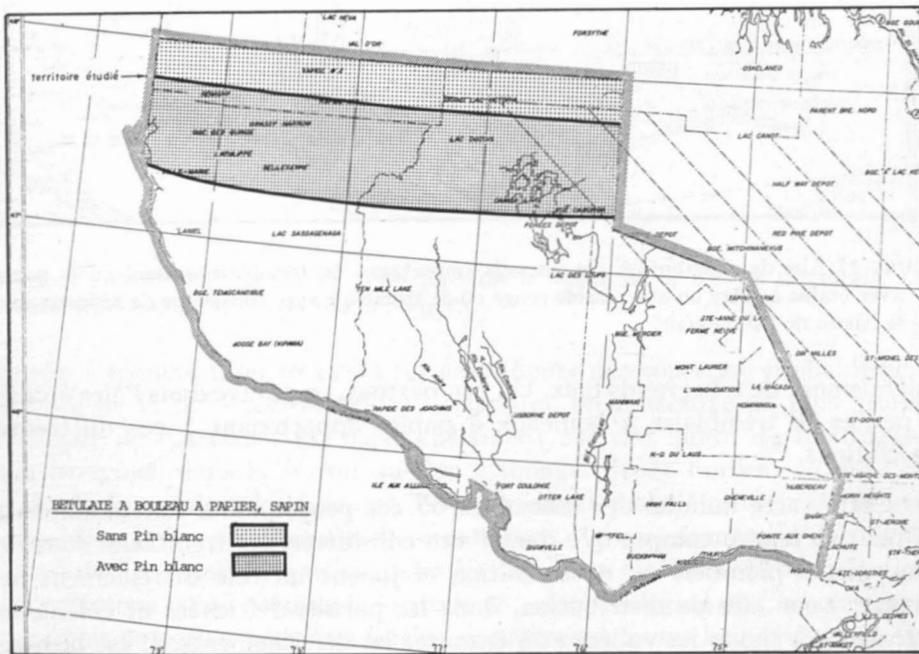


FIGURE 16 Aire de distribution de la Bétulaie à Bouleau à papier avec Sapin et Épinette blanche dans le bassin de l'Outaouais ainsi que de la variante à Pin blanc.

CARTE DE DISTRIBUTION DE LA TREMBLAIE A BOULEAU A PAPIER AVEC ÉRABLE A SUCRE OU AVEC ÉRABLE ROUGE ET TREMBLAIE A BOULEAU A PAPIER AVEC SAPIN, ÉPINETTE ET PIN (FIGURE 17)

La distribution de ces associations semble assez capricieuse et les tremblaies à érable à sucre et à érable rouge se rencontrent davantage dans la partie sud de la région, tandis que les tremblaies à sapin, épinette et à pin, surtout dans la partie nord, quoi que les deux groupes peuvent se rencontrer l'un à côté de l'autre. Il s'agit, comme on l'a vu, des massifs importants résultant

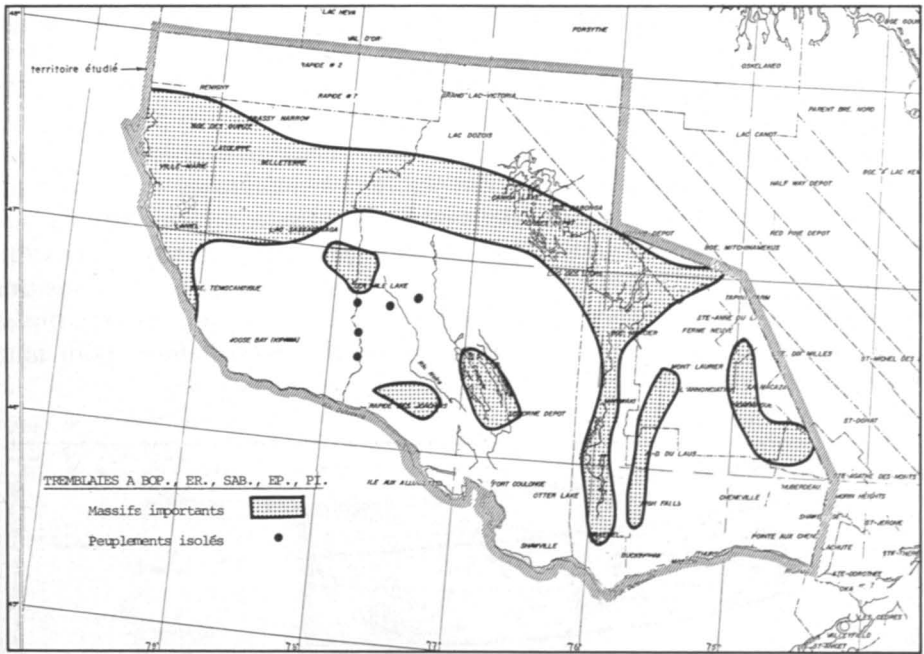


FIGURE 17 Aire de distribution des massifs importants de tremblaie à bouleau à papier avec érable à sucre ou avec érable rouge ou de tremblaie avec sous-étage de résineux dans le bassin de l'Outaouais.

généralement de très grands feux. Un peu partout, on trouve dans l'aire étudiée de petites de tremblaies à bouleaux à papier appartenant à ces différentes associations.

Cette carte indique des ensembles où ces peuplements sont dominants. On peut se rendre compte que dans l'aire considérée, les tremblaies sont des peuplements pionniers ou de transition et jouent un rôle extrêmement important. Leur aire de distribution, dans les parties défrichées et colonisées, a tendance à suivre les vallées et à entourer les défrichements. Il est bien entendu que cette aire peut varier considérablement puisque toute la région concernée est bien à l'intérieur de l'aire globale de ces associations dont nous n'avons atteint aucune des limites dans le bassin de l'Outaouais. Quant à la possibilité de se reconstituer avec un sous-étage d'érable à sucre ou de bouleau jaune, ces tremblaies se trouvent limitées par l'aire indiquée aux cartes de distribution de la bétulaie jaune et de l'érablière à bouleau jaune (voir figures 13 et 15).

CARTE DE DISTRIBUTION DES CÉDRIÈRES (FIGURE 18)

Les cédrières se rencontrent comme peuplements isolés dans pratiquement toute la surface étudiée et leur limite nord est un peu inférieure au 48° de

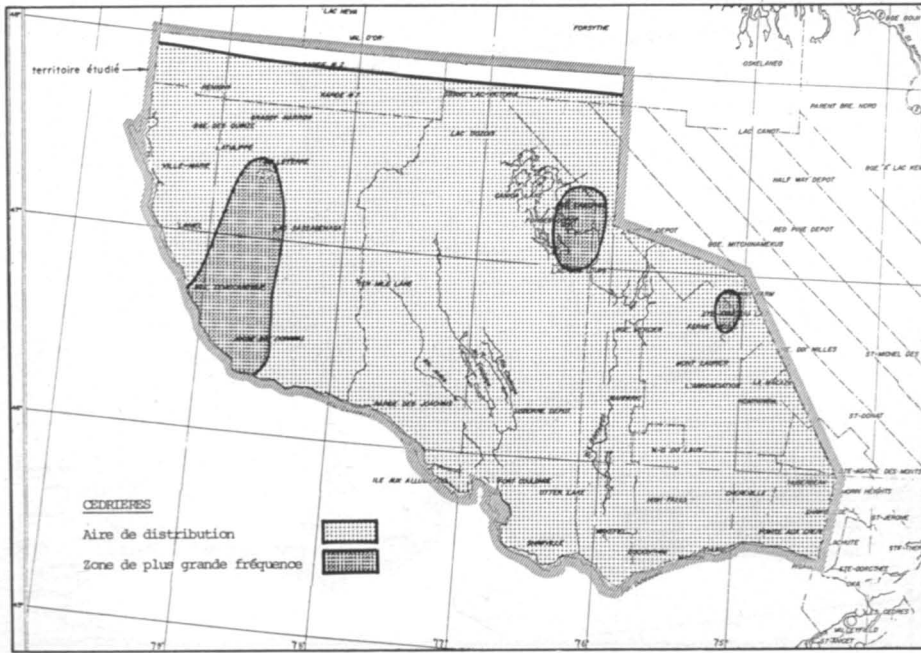


FIGURE 18 Aire de distribution des Cédrières dans le bassin de la Rivière Outaouais. Les surcharges indiquent des massifs importants.

latitude. Cependant, on trouvera sur cette figure des zones, où probablement par suite de la présence du calcaire cristallin, on rencontre en plus grande abondance de ces cédrières, particulièrement sur des flancs de montagnes. Nous trouvons, dans la région du Lac Cabonga, dépôt Forbes, au nord du Lac des Loups et dans la région du Témiscamingue jusqu'à celle de Belleterre, de nombreux petits peuplements de cette nature. Il en est de même d'une région au nord de Ste-Anne du Lac, entre les bassins de la Gatineau et de la Rivière Lièvre. Notons qu'au nord de la latitude 48° , dans la région de Chibougamau, on aperçoit de petites cédrières isolées, apparemment sans lien avec cette aire de distribution et dont la présence reste encore à expliquer.

CARTE DE DISTRIBUTION DE LA PINÈDE A PIN BLANC ET PIN ROUGE (FIGURE 19)

Le pin blanc et le pin rouge se rencontrent pratiquement dans toute l'aire du territoire étudié quoi que la limite nord de ces dernières espèces se retrouve au sud du 48° de latitude, c'est-à-dire plus exactement vers le $47^{\circ}40'$ ou $47^{\circ}45'$. Cette aire suit approximativement le parallèle de latitude et dépend des isothermes. Il y a cependant quatre zones de plus haute concentration des pinèdes, ce sont:

- 1° Au nord du Reservoir Dozois, dans la région du Grand Lac Victoria.
- 2° La région au nord-ouest du Réservoir Kipawa.

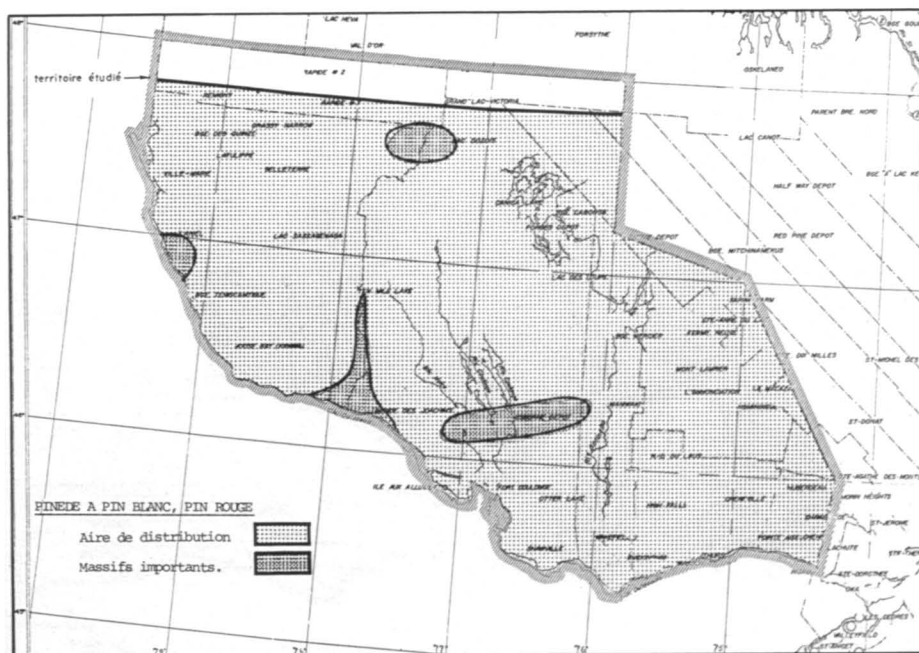


FIGURE 19 Aire de distribution des pinèdes à pin blanc et à pin rouge dans le bassin de la Rivière Outaouais. Les surcharges indiquent la présence de massifs importants.

3° La région du bassin de la Rivière Dumoine.

4° Aussi une aire dans le bassin de la Rivière Schyan et de la Rivière Coulonge où il y a un très grand développement de pinèdes.

Le pin se rencontre un peu partout dans toute cette aire, soit comme espèce dispersée ou formant de petits peuplements sur les crêtes, les plateaux sablonneux; mais dans les régions qui sont entourées d'une bordure et hachurées différemment, on rencontre des concentrations de peuplements beaucoup plus élevées que dans le reste du territoire. Peut-être que cette espèce couvrait des étendues beaucoup plus considérables autrefois, avant les exploitations, mais elle se régénère à de nombreux endroits et il semble bien qu'il n'y ait pas eu, du moins dans un passé historique, des étendues beaucoup plus considérables où l'on a rencontré le pin de façon plus massive qu'actuellement.

CARTE DE DISTRIBUTION DES PINÈDES A PIN GRIS (FIGURE 20)

Il y a plusieurs associations de pinèdes à pin gris dans l'aire étudiée et on rencontre un peu partout cette espèce sous forme de petits peuplements beaucoup plus rares évidemment au sud qu'ils ne le sont au nord. Les aires hachurées montrent des groupes massifs de peuplements. Il s'agit ici de peuplements pionniers résultant de feux qui sont conditionnés par la présence

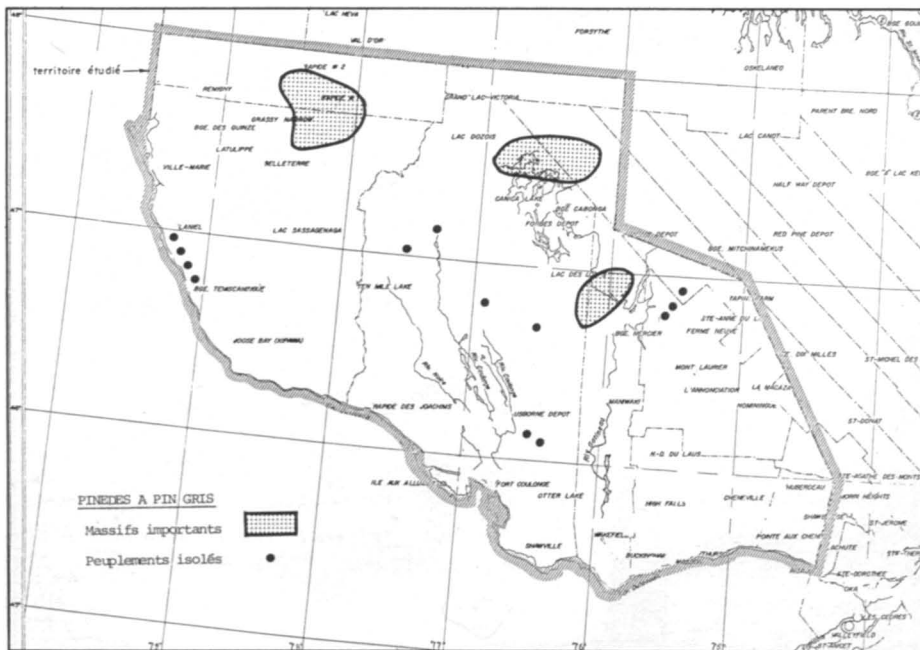


FIGURE 20 Aire de distribution des Pinèdes à pin gris montrant les principaux massifs dans le bassin de la Rivière Outaouais.

de grands dépôts sablonneux, grossiers où le plan d'eau est profond. De nombreuses stations, où des peuplements assez importants ont été rencontrés, sont représentées comme telles sur la carte, ce qui ne veut pas dire qu'on ne puisse trouver ici où là de petits peuplements isolés sans cependant qu'ils aient une très grande importance

CARTE DE DISTRIBUTION DES PESSIÈRES A ÉPINETTE NOIRE (FIGURE 21)

Les pessières à épinette noire se rencontrent dans toute l'aire de distribution étudiée ici, depuis la vallée de l'Outaouais, mais les associations, classées selon leur productivité, varient considérablement en abondance selon que l'on est au sud ou au nord ainsi qu'on l'a indiqué par une surcharge différente.

Les peuplements de qualité III ou IV, principalement les tourbières, se rencontrent de façon plutôt isolées, dans toute la partie méridionale jusqu'à peu près à la latitude $46^{\circ}45'$. Entre le $46^{\circ}45'$ et le $47^{\circ}30'$ de latitude, on rencontre des pessières en plus grande abondance et cette fois de meilleure qualité, principalement des peuplements de qualité II-III à rendement de 12 c/a à 90 ans, mais aussi on trouve des tourbières de qualité IV.

Quant à la partie au nord du $47^{\circ}30'$ de latitude, jusqu'au 48° et ailleurs aussi, la pessière devient beaucoup plus fréquente et on rencontre différents types de pessières avec un grand nombre de peuplements appartenant à des



FIGURE 21 Aire de distribution des pessières à Épinette noire selon la dominance des peuplements de qualités de station différentes dans le bassin de l'Outaouais.

stations de qualité II, 20 à 25 c/a à 80 ans, de qualité II-III et aussi de qualité III, 7 à 8 c/a à 120 ans et de qualité IV, 3 c/a à 120 ans dans les tourbières. Celles-ci sont aussi, à cette latitude, très étendues. En général, il s'agit tout simplement, dans la vallée de l'Outaouais, d'une partie de l'aire des pessières puisque la pessière à épinette noire se développe de façon massive au nord du 49°.

Conclusions

Le bassin de l'Outaouais contient une flore forestière des plus diversifiées comparativement à l'ensemble des autres régions de la province de Québec. L'ensemble de ces associations appartient à des peuplements feuillus ou mélangés. C'est la région de la province de Québec où l'on rencontre en plus grande abondance les peuplements à dominance de bouleau jaune avec aussi de nombreux peuplements où l'érable à sucre est présent. C'est aussi la partie de notre province où l'on rencontre le développement le plus extensif des pinèdes à pin blanc et à pin rouge. Ces deux dernières espèces se rencontrent très souvent comme individus dispersés dans les peuplements, dans presque toute la vallée de l'Outaouais.

De très grandes superficies de la forêt primitive ont été brûlées particulièrement dans la portion nord et nord-ouest de la région. On trouve des feux

de moins grande étendue un peu partout dans cette immense région forestière. D'une façon générale, la régénération se fait très bien et on trouve les espèces pionnières habituelles pour repeupler les habitats brûlés tels que le tremble, le bouleau à papier, un peu de peuplier à grandes dents et aussi le pin gris. Les meilleurs habitats qui semblent refavoriser la régénération du pin sont des tremblaies se développant sur des plateaux sablonneux.

Dans la partie septentrionale de la région, d'immenses peuplements, autrefois à dominance de bouleau à papier, ont été décimés par la mort en cime qui ravage cette espèce et sont remplacés de façon massive par des sapinières très denses, à croissance ralentie. De même en est-il de la tordeuse du bourgeon de l'épinette qui a détruit des volumes de sapin extrêmement considérables dans toute cette région.

La colonisation marginale un peu partout dans cette région, se trouve à l'extrémité sud-est, le long des vallées qui s'étendent au nord depuis l'Outaouais, principalement dans les vallées de la Rivière Rouge, de la Rivière Lièvre et de la Rivière Gatineau. Ailleurs, les environs du Lac Témiscamingue ont été défrichés de façon extensive.

La plupart de ces peuplements ont été exploités, sauf dans le centre de la région, autour de l'axe de la latitude 47° où on trouve encore de la forêt vierge. Au nord, l'exploitation s'est faite pour les résineux et de façon très intensive pour les bois à pâte. Quant au sud, on a aussi fait de nombreuses coupes pour les bois à pâte, mais ça été depuis un siècle un endroit d'exploitation pour les sciages auxquels la qualité des stations se prête admirablement, sciage de pin et, plus récemment, sciage pour les bois durs, principalement le bouleau jaune, le bouleau à papier le tremble, l'érable à sucre et les autres espèces de valeur commerciale.

D'une façon générale, il s'agit d'un territoire ayant une très haute capacité de production de fibres. Une grande partie de ces forêts pourrait être aisément aménagée pour la production de bois de sciage de haute qualité. C'est dans cette région que se posent peut-être deux des plus importants problèmes de la sylviculture québécoise: la régénération et l'aménagement des peuplements de pin et ceux de bouleau jaune.

Liste des principales associations forestières du bassin de l'Outaouais

- | | |
|---|---|
| <p>I — PEUPELEMENTS FEUILLUS</p> <p>1. <i>Érablières</i></p> <p>1.1 — Érablière à bouleau jaune</p> | <p>1.1.1 — Érablière à bouleau jaune parfois avec peuplier faux-tremble</p> <p>1.2 — Érablière à bouleau jaune et pin blanc</p> |
|---|---|

Note: Bon nombre de ces associations n'ont pas été étudiées avec les méthodes de la phytosociologie, mais représentent des massifs importants qui peuvent se reconnaître sur la photo aérienne.

- 1.3 — Érablière à hêtre et à bouleau jaune
- 1.4 — Érablière à hêtre
- 1.5 — Érablière laurentienne
- 1.6 — Érablière à érable argenté
- 1.7 — Érablière à bouleau jaune et à bouleau à papier
- 1.8 — Érablière à orme
- 1.9 — Érablière à tsuga
- 1.9.1 — Érablière à chêne
- 1.9.2 — Érablière à noyer
- 1.9.3 — Érablière à érable noir
- 1.9.4 — Érablière à érable rouge
- 1.9.5 — Érablière à tilleul

2. Ormeraies-frênaies

- 2.1 — Ormeraie-à-frêne
- 2.1.1 — Ormeraie-à frêne et à Chêne à gros fruits
- 2.2 — Frênaie à frêne noir

3. Chenaie

- 3.1 — Chênaie à chêne rouge

4. Bétulaies à bouleau à papier

- 4.1 — Bétulaie à bouleau à papier, tremble et bouleau jaune
- 4.2 — Bétulaie à bouleau à papier et tremble avec sous-étage d'érable à sucre.
- 4.3 — Bétulaie à bouleau à papier provenant de feux
- 4.4 — Bétulaie à bouleau à papier, bouleau jaune et érable à sucre
- 4.5 — Bétulaie à bouleau à papier, érable rouge et tremble avec sous-étage de sapin et d'épinette blanche

5. Tremblaies

- 5.1 — Tremblaie à érable à sucre
- 5.2 — Tremblaie à peuplier baumier
- 5.2.1 — Tremblaie à peuplier baumier avec sous-étage de thuya
- 5.3 — Tremblaie à bouleau à papier
- 5.4 — Tremblaie à érable à sucre, érable rouge et bouleau jaune
- 5.5 — Tremblaie à bouleau à papier et avec un sous-étage de pin blanc ou rouge

6. Peupleraie

- 6.1 — Peupleraie à peuplier baumier et frêne noir

7. Aulnaie

- 7.1 — Aulnaie à aulne grisâtre

8. Bûchés

- 8.1 — Bûché à *Acer spicatum*
- 8.2 — Bûché à *Prunus pennsylvanica*

II — PEUPLEMENTS MÉLANGÉS

9.1 Bétulaies à bouleau jaune

- 9.1.1 — Bétulaie à bouleau jaune, sapin, épinette rouge et pin blanc
- 9.1.2 — Bétulaie à bouleau jaune, sapin, thuya et épinette rouge
- 9.1.3 — Bétulaie à bouleau jaune, sapin et pruche

9.2 Bétulaies à bouleau à papier

- 9.2.1 — Bétulaie à bouleau à papier, sapin, épinette blanche et pin blanc
- 9.2.2 — Bétulaie à bouleau à papier, sapin, thuya et épinette blanche
- 9.2.3 — Bétulaie à bouleau à papier, tremble, sapin, épinette et pin blanc
- 9.2.4 — Bétulaie à bouleau à papier, tremble et pin gris, sapin et épinette
- 9.2.5 — Bétulaie à bouleau à papier et pin gris
- 9.2.6 — Bétulaie à bouleau à papier et épinette noire
- 9.2.8 — Bétulaie à bouleau à papier et thuya

10. Tremblaies à résineux

- 10.1 — Tremblaie à bouleau à papier, sapin et épinette
- 10.2 — Tremblaie à bouleau à papier, sapin, pin blanc, pin et épinette
- 10.3 — Tremblaie à pin blanc avec sous-étage de sapin, épinette
- 10.4 — Tremblaie à pin rouge avec sous-étage de sapin ou épinette
- 10.5 — Tremblaie à pin blanc, pin rouge et pin gris

III — PEUPLEMENTS RÉSINEUX

11. Pinèdes

- 11.1 — Pinède à pin blanc sur les crêtes et sommets
- 11.2 — Pinède à pin blanc sur sables avec épinette et sapin
- 11.2.1 — Pinède à pin blanc avec sapin
- 11.3 — Pinède à pin rouge sur sommets
- 11.4 — Pinède à pin blanc et pin rouge
- 11.5 — Pinède à pin blanc, pin rouge et pin gris
- 11.6 — Pinède à pin rouge et pin gris
- 11.6.1 — Pinède à pin rouge et pin gris avec sous-étage d'érable à sucre

- 11.7 — Pinède à pin gris avec *Cladonia* et *Gaultheria*
- 11.8 — Pinède à pin gris avec *Comptonia*
- 11.9 — Pinède à pin gris et épinette noire
- 11.9.1 — Pinède à pin gris sur lithosols
- 11.9.2 — Pinède à pin gris à *Ledum* et *Kalmia* sur limons
12. *Pessières*
- 12.1 — Pessière à épinette noire avec mousses hypnacées
- 12.2 — Pessière à épinette noire avec *Ledum* et *Sphagnum*
- 12.3 — Pessière à épinette noire et pin blanc avec *Vaccinium*
- 12.4 — Pessière à épinette noire avec *Kalmia* et *Ledum*
- 12.5 — Pessière à épinette noire avec *Sphagnum* et *Rubus*
- 12.6 — Pessière à épinette noire avec *Sphagnum* et *Carex*
- 12.7 — Pessière à épinette noire et sapin.
- 12.8 — Pessière à épinette rouge.
13. *Sapinières*
- 13.1 — Sapinière à *Dryopteris* et *Oxalis*
- 13.2 — Sapinière à *Hylocomium*
- 13.3 — Sapinière à bouleau à papier
- 13.4 — Sapinière à thuya
14. *Cédrières*
- 14.1 — Cédrière à *Sphagnum* et *Rhamnus*
- 14.2 — Cédrière en flanc et sur calcaires
- 14.3 — Cédrière à épinette noire
15. *Prucheraie*
- 15.1 — Prucheraie à pruche de l'est
16. *Mélèzaies*
- 16.1 — Mélèzaie à mélèze laticin
- 16.2 — Mélèzaie à mélèze laricin et épinette noire
17. *Tourbières*
- 17.1 — Tourbière à *Sphagnum* et *Ledum Chamædaphne*
- 17.2 — Tourbière à *Sphagnum* et *Carex*

Références

- BLANCHET, B. et LAFOND, A., 1966. Les cédrières des Comtés de Kamouraska et l'Islet. Contrib. No 11. Fonds de Recherches Forestières de l'Université Laval.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1951. Pflanzesociologie. Springer — Verlag, Wien.
- DANSEREAU, P., 1946. L'érablière laurentienne. II. Les successions et leurs indicateurs. *Contr. Inst. Bot. Univ. Montréal*, No 60.
- DANSEREAU, P., 1957. Biogeography. An ecological perspective. The Ronald Press Company, New York.
- DANSEREAU, P., 1959. Phytogeographia laurentiana. II — The principal plant associations of the St-Lawrence Valley. *Cont. Inst. Bot. Univ. Montréal*, No 75.
- DRESSER, I. A. et DENIS, I. C., 1946. La géologie du Québec. Ministère des Mines, Québec. *Rapport Géol.* No 20.
- GRANDTNER, M. M., 1962. La végétation forestière du Québec méridional. Thèse de doctorat. Univ. de Louvain, Louvain.
- HEIMBERGER, G. G., 1934. Forest type studies in the Adirondack Region. *Cornell University Exp. Sta. Memoir* 165. Ithaca.
- LAFOND, A. et LADOUCEUR, G., 1966. Les forêts et les sères physiographiques de l'Outaouais méridional, Province de Québec. Rapport au Ministère des Terres et Forêts, Québec. (Non publié).

- LAFOND, A. et LADOUCEUR, G., 1967. Les forêts et les sères physiographiques de l'Outaouais supérieur et du Témiscamingue, Province de Québec. Rapport au Ministère des Terres et Forêts, Québec. (Non publié).
- LEMIEUX, G. J., 1963. Ecology and Productivity of the Northern Hardwood forests of Quebec. Doctorate thesis. University of Michigan, Ann Arbor.
- ROWE, J. S., 1959. Forest regions of Canada. *Can. Dept. of North Aff. and Nat. Res. Bulletin 123*.

LA VÉGÉTATION DES PÂTURAGES NATURELS DE SAINT-FERRÉOL ET DE SAINT-TITE-DES-CAPS, COMTÉ DE MONTMORENCY¹

DOMINIQUE DOYON

Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec

Résumé

L'auteur présente d'abord un exposé général du milieu physique de la région pour ensuite décrire quatre types de pâturages étudiés sous les trois aspects suivants: la composition floristique, les conditions édaphiques et l'influence humaine.

D'après les données recueillies on peut conclure que le pâturage à *Agrostis tenuis* est celui qui répond le mieux à l'humidité du climat et aux conditions moyennes des sols de la région; ce serait un bioclimax au sens de Dore (1949). Le pâturage à *Festuca rubra*, plus fréquent, se différencie du premier par la constance de plusieurs espèces nitrophiles; il indique des herbages jeunes où la fertilité artificielle est relativement élevée. Le pâturage à *Danthonia spicata*, peu fréquent, représente assez bien les vieux herbages établis sur les sables poreux et secs d'origine fluvio-glaciaire; toutefois, sur le till, il n'est pas confiné à ce type de texture non plus qu'à un drainage excessif. Dans l'ensemble, le pâturage à *Danthonia spicata* ne colonise pas des sols plus pauvres que ceux du pâturage à *Agrostis tenuis* et, sur les tills en particulier, sa présence semble fortement dépendre du mode antérieur d'exploitation. Le pâturage à *Carex nigra* se rencontre dans les bas-fonds humides caractérisés par une hydromorphie permanente et par un entourage plus ou moins superficiel.

Abstract

In this paper are summarized the results of an ecological investigation carried on in the localities of St. Ferréol and St. Tite des Caps, Montmorency County.

A general assessment of physical features characterizing the region is followed by the description of the floristic composition of each of the four plant communities determined by the use of the method of Braun-Blanquet (1932). Ecological conditions related to each vegetational type are also discussed.

Facts reported justify the conclusion that the *Agrostis tenuis* pasture is biotic-climax or a bioclimax sensu Dore (1949), in the area studied. The *Festuca rubra* pasture, although floristically well individualized, appears to be more or less an improvement type established early after pastures or hayfield renovation. More frequently occurring on dry and sandy soils of glacio-fluvial origin, the *Danthonia spicata* dominated community covers a wide variety of soil texture and drainage classes on morainic deposits where its occurrence seems to be influenced more by anthropogenic than by edaphic factors; on the whole, low soil fertility is not more correlated to the *Danthonia spicata* pasture than to the *Agrostis tenuis* one. Finally, one must mention, for the region concerned, the *Carex nigra* pasture distributed here and there in low-lying places where the soil is much affected by a high water-table.

1. Contribution no. 84, Service de la Recherche, Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec, Canada.

Introduction

Les recherches sur la végétation des pâturages de l'est du Québec furent effectuées, jusqu'à ce jour, principalement sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent (Boulet et Dore, 1943; Boulet, 1946; Dore, 1949). Ce travail fournit des données sur les pâturages de Saint-Ferréol et de Saint-Tite-des-Caps, situées à environ vingt-cinq milles en aval de la ville de Québec, sur la rive nord.

Le cadre biophysique

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Les paroisses de Saint-Ferréol et de Saint-Tite-des-Caps sont toutes deux situées dans le sud-est du comté de Montmorency, plus exactement, dans le bassin inférieur de la rivière Sainte-Anne. Le territoire étudié s'insère entre les 47°05' et 47°15' de latitude nord et les 70°40' et 70°55' de longitude ouest.

La région est localisée sur le rebord du plateau laurentien qui atteint, dans cette région, son point culminant au Mont-Sainte-Anne avec 2,650 pieds d'altitude. Les terres cultivées de Saint-Ferréol se trouvent à des altitudes variant entre 500 et 1,400 pieds, celles de Saint-Tite-des-Caps, entre 900 et 1,500 pieds.

L'ensemble des terres cultivées des deux paroisses forme un rectangle limité par deux chaînes parallèles de collines orientées dans le sens sud-ouest nord-est.

LA GÉOMORPHOLOGIE

Selon Fæssler (1929) les formations les plus importantes de la région appartiennent au Précambrien. Elles comprennent surtout des roches granitiques renfermant, ici et là, des îlots de paragneiss et de calcaire cristallin de la série Grenville. Quant aux dépôts paléozoïques que l'on observe le long de la Côte de Beaupré en dessous de 500 pieds d'altitude, ils touchent à peine notre territoire.

Les formations géologiques mentionnées sont presque toujours recouvertes de dépôts glaciaires ou, localement, organiques. De ces dépôts, à Saint-Ferréol, plus de 80% seraient des moraines, 15% des dépôts fluvio-glaciaires et une infime proportion des terres noires (Carrier, 1964). La même proportion de tills glaciaires par rapport aux dépôts fluvio-glaciaires se retrouve aussi à Saint-Tite-des-Caps.

LES SOLS

Les sols dérivés de moraines sont en grande majorité des loams sablo-caillouteux excepté à Saint-Ferréol, dans les parties au-dessous de 1,000 pieds d'altitude, où le loam peut contenir parfois jusqu'à 30% d'argile (Carrier,

1963; Carrier, 1964). La texture est beaucoup plus variable dans le groupe de sols dérivés des dépôts fluvio-glaciaires où l'on trouve les loams fins sableux, les sables limono-graveleux, les sables et les loams fins sableux.

Quant aux types génétiques de sols, Carrier (1964) y a reconnu des podzols orthiques, des podzols minimaux ainsi que des podzols à gley et cela aussi bien sur les tills que sur les dépôts fluvio-glaciaires. Ces derniers comptent en plus des podzols à ortstein.

Au point de vue des propriétés chimiques, Carrier (1964) signale qu'il existe assez peu de différences entre les sols développés sur tills et ceux dérivés des dépôts fluvio-glaciaires. Il ajoute que les sols de notre territoire, particulièrement ceux de Saint-Ferréol, se sont développés sur une roche-mère pauvre en calcium, en magnésium et en potassium mais, souvent, riche en phosphore.

LE CLIMAT

Le « Sommaire climatique de la région de Québec » (1961) rapporte des données météorologiques de Saint-Ferréol depuis 1915.

A partir de ces données on peut conclure que le climat de la région étudiée est plus frais et plus humide que celui de la plaine du Saint-Laurent située à peu de distance. En effet, Saint-Ferréol, avec 49 pouces de précipitation annuelle reçoit au moins 8 pouces d'eau de plus que Saint-Joachim, localité située dans la plaine. La précipitation moyenne pour les mois de mai à septembre inclusivement se chiffre à 23 pouces, soit près de la moitié de la précipitation annuelle. Des rosées et des bruines fréquentes ajoutées à la précipitation font finalement que le territoire ne souffre de sécheresse en aucun temps de la saison de végétation. Donc une humidité aussi constante ne peut qu'être favorable à la croissance des herbages.

La survie des plantes fourragères aux rigueurs de l'hiver est assurée par la présence d'une épaisse couche de neige. Celle-ci totalise 10 à 12 pieds par année couvrant le sol, d'après Blanchard (1960), durant plus de 20 semaines. La durée d'enneigement est surtout importante pour la survie d'espèces semées peu rustiques telles que le trèfle blanc Ladino (*Trifolium repens* var. *giganteum*) fréquemment employé dans les mélanges à pâturage.

Les températures enregistrées à Saint-Ferréol sont inférieures à celles des stations avoisinantes dans la plaine. Cette différence est d'environ 3°F pour la température moyenne annuelle et pour celle de juillet. A Saint-Ferréol ces moyennes s'élèvent respectivement à 36.3° F et 62.7° F.

La période moyenne sans gelée est de 135 jours avec des extrêmes de 124 et de 142. La dernière gelée du printemps se produit tard en mai tandis que la première gelée meurtrière d'automne arrive à la fin de septembre (Bull. Météor. Supp., 1962, 1963). La saison de végétation aurait donc une durée possible d'environ quatre mois ou, un peu moins, si l'on adopte 42° F comme base de température efficiente.

LA VÉGÉTATION NATURELLE

L'érablière à bouleau jaune constituait semble-t-il le groupement naturel le plus répandu en bas de 1,500 pieds d'altitude. Cet avancé se justifie par l'examen de nombreuses parcelles existantes de feuillus. Dans les érablières rencontrées sur sols marainiques, l'érable à sucre (*Acer saccharum*) est accompagné du bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*), de l'érable rouge (*Acer rubrum*) et du hêtre (*Fagus grandifolia*). Les arbustes comprennent l'érable de Pennsylvanie (*Acer pensylvanicum*), la viorne à feuilles d'aulne (*Viburnum alnifolium*), le noisetier (*Corylus cornuta*), le chevreuille du Canada (*Lonicera canadensis*) et l'if du Canada (*Taxus canadensis*), ce dernier étant localement assez abondant. A la strate herbacée, on ne trouve pas d'espèces appartenant aux érablières riches de l'*Acerion sacchari* Grandtner 1966 mais plutôt quelques plantes communes à plusieurs types d'érablières: *Actæa pachypoda*, *Polygonatum pubescens*, *Prenanthes altissima*, *Medeola virginiana*, *Epifagus virginiana*, et, enfin, en assez grande abondance, des espèces ayant des affinités boréales comme *Dryopteris spinulosa*, *Clintonia borealis*, *Oxalis montana* et des lycopes.

Sur des dépôts fluvio-glaciaires, souvent plus sableux, on peut rencontrer l'érablière à bouleau jaune et à hêtre et, très souvent, comme sur les berges de la rivière Sainte-Anne, la hêtraie qui contient peu d'érables à sucre et de bouleaux jaunes mais, dans la strate arbustive, quantités de jeunes sapins (*Abies balsamea*) avec ici et là, quelques épinettes rouges (*Picea rubens*) et érables de Pennsylvanie. Dans la strate herbacée, excessivement clairsemée, apparaissent quelques plants de *Lycopodium obscurum*, d'*Epifagus virginiana* et de *Monotropa uniflora*.

Le sol des érablières à bouleau jaune est un loam sablo-caillouteux, à pH inférieur à 5.0 dans tous les horizons du profil, à matière organique du type moder et à horizon Ae à peine visible (Carrier, 1964). Le sol de la hêtraie par contre, est un loam sablo-graveleux fortement podzolisé (Ae de 4 pouces) surmonté d'un humus du type mor.

Au-dessous de 500 pieds d'altitude, à la faveur des formations schisteuses et calcareuses du Paléozoïque, existent quelques lambeaux d'érablière laurentienne au sens de Grandtner (1966). De plus, comme cela se produit dans les Laurentides, à la limite entre l'érablière laurentienne et l'érablière à bouleau jaune, on rencontre encore quelques tilleuls (*Tilia americana*) ainsi que l'ostryer (*Ostrya virginiana*) et quelques herbacées de l'*Acerion sacchari*. Parmi ces dernières, on remarque en particulier le polystic (*Polystichum acrostichoides*) localement assez abondant pour faire penser à la sous-association *polystichetosum* du *Fago-Aceretum* de Lemieux (1965).

Actuellement, le paysage végétal est beaucoup plus complexe que ne le laissent supposer ces quelques notes. Au lieu du groupement climax dominé par l'érable à sucre et le bouleau jaune, on rencontre le plus souvent, des peu-

plements de transition qui se sont établis à la suite de diverses interventions humaines. Les tremblais, les bétulaies blanches et les sapinières secondaires forment, avec les érablières, une mosaïque complexe où les conifères jouent un rôle important.

La dominance de ces derniers s'accroît au-dessus de 1,500 pieds d'altitude où la sapinière climacique remplace l'érablière à bouleau jaune. Ce dernier domaine ne fut toutefois pas touché par notre étude.

L'INFLUENCE HUMAINE.

Les pâturages étudiés ont pour la plupart évolués à la suite de deux modes d'établissement d'herbages: 1° d'un semis de plantes fourragères des prés de fauche (*Phleum pratense*, *Trifolium pratense* et *T. hybridum*); 2° d'un semis mieux adapté à la paissance comprenant du mil (*Phleum pratense*) et du trèfle Ladino (*Trifolium repens* var. *giganteum*).

Dans le premier cas, l'herbage a servi d'abord deux ou trois ans comme foin pour être ensuite livré à la paissance; dans le deuxième cas, il fut toujours exploité comme pâturage. Quant à la fertilisation (engrais chimique, fumier), et aux amendements calcaires ils sont effectués dans la plupart des cas exclusivement l'année du semis. Plus rarement, répète-t-on l'application d'engrais chimiques durant les années subséquentes.

Enfin, pour différentes raisons, la régie de la paissance est nettement insuffisante ou complètement inexistante; ceci favorise la formation d'herbages d'abord fortement dominés par les graminées et, par la suite, l'établissement des prairies où l'abondance de certaines composées comme les *Solidago* spp. déprécie grandement la valeur agronomique de la flore.

Les méthodes

ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION

L'emploi d'une carte de sols non publiée, levée par Carrier (1963), a permis au départ de faire une première stratification des habitats. Dans chacune des unités cartographiques un certain nombre de champs furent choisis au hasard et dans chacun d'entre eux plusieurs relevés floristiques furent établis.

L'étude floristique a été réalisée grâce à l'établissement de 190 de ces relevés effectués selon la méthode de Braun-Blanquet (1932) en utilisant ses coefficients d'abondance-dominance et parfois de sociabilité. La dimension des places-échantillons a varié entre 80 et 120 pieds carrés.

La nomenclature des plantes supérieures suit ordinairement le Gray's Manual of Botany (Fernald, 1950); celle des mousses, la publication de Grout (1947).

ÉTUDE DES SOLS

L'étude des sols fut orientée vers la détermination des caractéristiques physiques et chimiques du profil. A cette fin, des échantillons prélevés dans les 6 premiers pouces furent analysés au Laboratoire des Sols du Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, à Sainte-Anne de la Pocatière. Sur le terrain, quelques profils furent étudiés avec le concours de monsieur D. Carrier, pédologue, qui en plus, a mis à notre disposition les résultats de toutes les analyses physiques et chimiques des profils qu'il avait étudiés dans la paroisse de Saint-Ferréol.

La végétation des pâturages

L'étude a été menée de façon détaillée à Saint-Ferréol d'abord, d'où proviennent 137 des 190 relevés. Les conditions écologiques étant similaires, elle fut ensuite étendue à Saint-Tite-des-Caps (51 relevés). Enfin, 2 relevés proviennent d'une localité voisine: Saint-Placide-de-Charlevoix.

Du nombre total de relevés, 83 représentent des champs récemment ensemencés et encore dominés par des espèces semées comme le mil (*Phleum pratense*), le trèfle Ladino (*Trifolium repens* var. *giganteum*), les trèfles rouge et Alsike (*Trifolium pratense* et *T. hybridum*), accompagnés quelquefois de luzerne (*Medicago sativa*), de lotier (*Lotus corniculatus*) ou de brome (*Bromus inermis*). Ces jeunes pâturages cultivés, particulièrement ceux du type mil — trèfle Ladino, sont ordinairement très productifs durant les 2 ou 3 premières années. Dans le cas de parcelles fertilisées annuellement et où la paissance est bien régie (parcelles subdivisées et temps de séjour du bétail le plus court possible), on rencontre des pâturages de mil et de trèfle Ladino très productifs même cinq ans après l'ensemencement.

Les 107 relevés restants se rapportent aux pâturages contenant surtout des herbes naturelles et naturalisées; c'est de ces types de pâturages dont il sera principalement question dans cette partie du travail. Les tableaux I, II, III et IV révèlent l'existence de quatre groupements physionomiquement et floristiquement individualisés. Ce sont:

A. — Pâturages naturels sur sols bien drainés à imparfaitement drainés:

1. Pâturage à *Festuca rubra*
2. Pâturage à *Agrostis tenuis*
3. Pâturage à *Danthonia spicata*

B. — Pâturages naturels sur sols mal drainés:

4. Pâturage à *Carex nigra*

A. — Pâturages naturels sur sols bien drainés à imparfaitement drainés

1. PÂTURAGE A *FESTUCA RUBRA* (TABLEAU I)

(AGROSTIO-FESTUCETUM RUBRAE)

Composition floristique

La végétation de ce pâturage se caractérise par la dominance de *Festuca rubra* qui ne dépasse cependant jamais 75% de recouvrement. On y rencontre aussi des quantités appréciables d'*Agrostis tenuis*, de même que de certaines espèces semées: *Phleum pratense*, *Trifolium repens* var. *giganteum*, *T. pratense* et *T. hybridum*. *Polytrichum commune*, par contre, a ici peu d'importance en comparaison des pâturages à *Agrostis tenuis* et à *Danthonia spicata*.

Un autre trait distinctif du pâturage à *Festuca rubra* réside dans la présence et la persistance d'un groupe d'espèces à tendance nitrophiles dans notre région: *Taraxacum officinale*, *Poa pratensis*, *Plantago major*, *Cerastium vulgatum* et *Veronica serpyllifolia*.

D'autres mésophiles que l'on rencontre dans la plupart des prairies de fauche et des pâturages de l'est du Canada atteignent ici un haut degré de présence: *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Vicia Cracca*, *Achillea Millefolium*, *Potentilla norvegica* et *Oxalis europæa*.

Les verges d'or, (*Solidago graminifolia*, *S. canadensis* et *S. rugosa*) indiquant une évolution vers les prairies latifoliées, sont constantes sans être cependant abondantes; leur présence est attribuable, dans un bon nombre de cas, au manque de travaux cultureux suffisamment énergiques pour détruire leurs racines à l'époque de semis de l'herbage; le problème de ces espèces nuisibles et envahissantes s'aggrave dans toutes les parcelles où la paissance est insuffisante ou mal répartie.

Le pâturage à *Festuca rubra* sur dépôts morainiques constitués de loam sablo-caillouteux (relevés 1 à 29) possède: *Veronica serpyllifolia*, *Prunella vulgaris*, *Erigeron strigosus*, *Cirsium arvense*, *C. vulgare*, *Lycopus uniflorus* et *Hydrocotyle americana*, absents des relevés situés sur les dépôts sableux d'origine fluvio-glaciaire (relevés 30 à 37).

Caractères édaphiques

Le pâturage à *Festuca rubra* colonise surtout des sols dérivés de tills et aussi ceux provenant des dépôts fluvio-glaciaires. Dans le premier cas, on le rencontre sur des pentes de divers degrés d'inclinaison et sur les sommets arrondis des collines; dans le second cas, en plaine de délavage au sud-ouest de Saint-Ferréol et sur les kames dispersés à travers la région. En fait, il n'y a que les dépressions très humides qui empêchent l'installation du groupement.

Ranunculus acris.....	+	1	1	+	+	+	1	+	+	+	1	1	2	1	2	2	.	+	.	.	+	.	+	+	+	+	1	+	+	1	.	.	.	.	+	.	3	1				
Juncus tenuis.....	.	.	.	.	1	+	+	+	2	+	+	+	+	+	+	+	.	1	2	+	+	+	+	+	+	1	+	+	1	.	2	+	.	+	+	1	1	+				
Ranunculus repens.....	.	.	+	.	1	+	.	.	.	2	.	+	+	1	2	.	1	.	.	+	2	1	+	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
Carex Crawfordii.....	.	.	.	+	+	1	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	1	+	+	1	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	+	.	.				
Lycopus uniflorus.....	.	.	.	.	+	.	1	.	.	+	+	1	+	+	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola pallens.....	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hydrocotyle americana.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium palustre.....	+	+			
Agrostis palustris.....			
Equisetum arvense.....	+			
Poa palustris.....	1	+	3	2	
Scirpus atrocinctus.....	+	2	
Potentilla Anserina.....	+	
Hypericum boreale.....	+	+	+	+	+		
Epilobium glandulosum.....	+	
Hypericum ellipticum.....	+	
Glyceria striata.....	+	
Solidago graminifolia.....	.	.	1	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	1	+	+	+	+	+	1	
Solidago canadensis.....	+	+	.	.	+	.	.	+	1	+
Solidago rugosa.....	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	
Rubus Idaeus.....	+	.	.	+	
Gnaphalium sylvaticum.....	+	+	
Salix discolor.....	.	.	+	1	+	+	
Salix Bebbiana.....	.	.	+	+	+	
Salix humilis.....	.	.	+	+	
Mousse (Polytrichum commune en grande partie)	1	2	.	1	1	1	3	+	

Autres espèces: station 2: Ambrosia artemisiifolia +, Lobelia inflata +, Pteridium latiusculum +, Brachytecium oxycladon +; station 3: Abies balsamea +; station 4: Aster sp. +; station 6: Medicago sativa +; station 7: Silene inflata +, Calliergon Schreberi 2.3; station 13: Antennaria canadensis +, Rumex Acetosa +, Hypnum Lindbergii +, Lepto, brym pyriforme +, station 15: Plantago lanceolata +; station 17: Ambrosia artemisiifolia +; station 18: X Viola septentrionalis 1.3, Juncus brevicaudatus +, Encalypta sp. +, Ceratodon purpureus +; station 19: Poa annua +; station 21: Picea glauca +; station 24: Oenothera perennis +; station 25: Erigeron philadelphicus +, Oenothera perennis +; station 27: X Viola septentrionalis +, Stellaria graminea +; station 29: Silene inflata +; station 31: Lotus corniculatus +; station 32: Hieracium Lachenalii +.1, Onoclea sensibilis +, Polygonum hydropiper +; station 34: Silene inflata +, Apocynum androsæmifolium +; station 36: Rubus pubescens +, Carex tribuloides 1.1, Calamagrostis canadensis, Juncus filiformis et Betula papyrifera +.

LÉGENDE:

Dépôts de surface:

T = till
Fg = fluvio-glaciaire

Texture du sol:

Lsc = loam sablo-caillouteux
Lsa = loam sablo-argileux
Slg = sable limono-graveleux
Lfs = loam fin sableux
Slh = sable limono-graveleux humifère

Sur les tills, le type textural du sol le plus répandu est le loam sablo-cailleux composé normalement d'environ 60% de sable, de 30% de limon et de 10% d'argile. Les dépôts fluvio-glaciaires, par contre, appartiennent aux sables graveleux, et aux sables limono-graveleux dans lesquels le pourcentage d'argile dépasse à peine 3%.

Le drainage du sol varie de bon à imparfait. Ce sont donc des sols bien pourvus en eau, même dans le cas des dépôts fluvio-glaciaires les plus poreux où une couche indurée au niveau de l'horizon B ralentit la percolation de l'eau de précipitation, sans jamais être trop humides. Il semble, en effet, qu'une nappe phréatique trop élevée constitue un obstacle sérieux au développement du groupement.

L'analyse de 10 profils de sol révèle que ce dernier contient dans les six premiers pouces et cela indépendamment de la nature du substrat, environ 6% de matière organique, mais que cette dernière est mieux décomposée dans les tills (C/N voisin de 17) que dans le cas d'un échantillon provenant de dépôts fluvio-glaciaires (C/N 22). Il en est de même du pH qui, dans le premier cas, est généralement supérieur à 6.0 alors que dans l'unique échantillon provenant de dépôts fluvio-glaciaires, il est de 4.7.

Dans les échantillons prélevés sur tills, la capacité d'échange varie entre 15 et 24 m.e./100 gr de sol, contre 8 m.e. pour l'échantillon du fluvio-glaciaire. Le taux de saturation y est aussi plus élevé, généralement supérieur à 45% avec plusieurs valeurs aussi élevées que 70 et 80%, contre 24% dans le cas de l'échantillon prélevé sur dépôts fluvio-glaciaires.

Parmi les éléments échangeables sur tous les types de sol, le calcium est le plus abondant: généralement plus de 1,600 p.p.m. comparé à 45 p.p.m. pour le potassium et 35 p.p.m. pour le magnésium. Le phosphore assimilable se rencontre presque partout dans la proportion de 18 p.p.m.

Dans l'ensemble, il s'agit donc de sols bien saturés, bien que le taux élevé de saturation soit dû principalement à l'application des engrais, surtout du calcium, ce qui semble expliquer la présence et l'abondance de certaines plantes nitrophiles telles que *Poa pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Plantago major* et *Cerastium vulgatum* qui différencient le pâturage à *Festuca rubra* des autres groupements.

2. PÂTURAGE A AGROSTIS TENUIS (TABLEAU II) (POLYTRICHO-AGROSTIETUM TENUIS)

Composition floristique

Ce type de pâturage est fortement dominé par *Agrostis tenuis* à la strate herbacée et par *Polytrichum commune* à la strate muscinale; *Rumex Acetosella* atteint ici son optimum écologique, *Festuca rubra* s'y trouve encore fré-

quemment mais ne dépasse presque jamais 25% de recouvrement et peut même être absent dans certains herbages de plus de dix ans (relevés 1, 2, 31 et 32).

Les espèces peu exigeantes du groupe de la danthonie, *Danthonia spicata*, *Hieracium Pilosella* et *H. aurantiacum* tout particulièrement, montrent ici un degré de présence beaucoup plus élevé que dans le pâturage à fétuque rouge.

Par rapport au pâturage à fétuque, l'ensemble des mésophytes diminue considérablement. Par exemple, les plantes fourragères semées et les espèces nitrophiles spontanées (*Taraxacum officinale*, *Poa pratensis* et autres) n'apparaissent ici que dans les stades juvéniles. Parmi les espèces mésophiles poussant spontanément dans les prairies et les pâturages, il n'y a que *Chrysanthemum Leucanthemum* et *Vicia Cracca* qui s'y retrouvent encore assez fréquemment; on remarquera cependant que lorsque ces espèces apparaissent dans les vieux pâturages, c'est presque exclusivement dans ceux qui ont un sol à texture argileuse (relevés 2 et 3) ou alors dans ceux qui ont été fertilisés récemment (relevés 7 et 8).

Parmi les hygrophiles, *Carex nigra*, *Viola pallens*, *Lycopus uniflorus* et *Carex Crawfordii* apparaissent occasionnellement mais c'est *Ranunculus acris* qui y montre le degré de présence le plus élevé, bien que son coefficient d'abondance-dominance reste assez faible.

On remarquera, en outre, dans les jeunes pâturages (relevés 16 à 27), la présence de *Panicum lanuginosum*, d'*Agrostis scabra*, d'*Agropyron repens* et d'*Agrostis alba*. A cause de leur mode de propagation, toutes ces espèces peuvent difficilement s'introduire dans un gazon serré; ce n'est que dans les jeunes pâturages et sur les sables fluvio-glaciaires qui donnent toujours un herbage moins dense, qu'elles réussissent à s'implanter.

Caractères édaphiques

Comme dans le cas du groupement précédent, le pâturage à *Agrostis tenuis* se rencontre surtout sur les tills mais aussi sur les dépôts fluvio-glaciaires. Il occupe pratiquement les mêmes positions physiographiques que le pâturage à *Festuca rubra* avec cette différence qu'il peut s'avancer davantage vers le centre des dépressions humides.

Le type textural qui domine chez les sols dérivés de till est encore le loam sablo-caillouteux mais la proportion de sable peut dépasser 60% et la teneur en argile être inférieure à 8%¹. Les sols issus des dépôts fluvio-glaciaires sont surtout des sables limono-graveleux, des sables et exceptionnellement des loams sableux. Leur texture est donc semblable à celle des sols du groupement à *Festuca rubra* ce qui n'a rien de surprenant puisque ce dernier évoluerait vers le pâturage à *Agrostis tenuis* sur les mêmes dépôts de surface.

1. Dans un cas, cependant, la teneur en argile dépassait 30% (relevé 19).

Le drainage du sol varie de bon à imparfait. Les sols sont donc assez pourvus d'humidité excepté vers le haut et les sommets de certaines collines coiffées de till grossier ou de sable graveleux.

Quatorze échantillons prélevés sur les deux types de dépôts donnent à l'analyse environ 6% de matière organique, soit l'équivalent de ce que l'on a trouvé dans les sols du pâturage à *Festuca rubra*. Le rapport C/N est aussi semblable, voisin de 17, il est sensiblement le même sur les deux types de dépôts. Il en est de même du pH qui varie entre 4.4 et 5.2 sur les deux types de dépôts.

Dans la majorité des échantillons provenant de tills, la capacité d'échange dans les six premiers pouces de sol s'établit entre 12 et 15 m.e./100 gr de sol avec un taux de saturation en bases variant entre 6 et 10%. Un cas exceptionnel est cependant à noter: la capacité d'échange n'est que de 5.0 m.e. bien que la quantité d'argile s'établit à 31% soit la plus forte teneur rencontrée. En fait, il s'agit probablement d'argile minéralogique voisine de la kaolinite connue pour sa faible capacité d'échange. Sur les sols dérivés de dépôts fluvio-glaciaires, la capacité d'échange varie de 8 à 15 m.e. avec un taux de saturation allant de 3.0 à 10%.

La somme des bases échangeables est par contre ici plus faible que dans les sols du pâturage à *Festuca rubra*. C'est le calcium qui subit la baisse la plus considérable (188 p.p.m. contre 1,600 p.p.m.), tandis que les quantités de potassium et de magnésium sont respectivement de 45 p.p.m. et de 30 p.p.m. en moyenne. Quant au phosphore assimilable, il est présent en quantités plus variables que dans les sols du pâturage à *Festuca rubra* (9 à 20 p.p.m. et exceptionnellement 37 p.p.m.).

Bien que la capacité d'échange soit souvent égale à celle observée dans le groupement à *Festuca rubra*, le pourcentage de saturation en bases est nettement plus faible: 13% en moyenne dans les sols du pâturage à *Agrostis tenuis* contre plus de 45% dans ceux du pâturage à *Festuca rubra*. Ceci semble expliquer que certaines espèces à tendance nitrophile telles que *Poa pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Plantago major* n'apparaissent ici que dans les jeunes herbages. *Cerastium vulgatum* qui appartient à ce groupe de nitrophiles n'apparaît dans les vieux herbages que là où le sol contient une forte quantité d'argile (relevés 2 et 3). *Trifolium repens* forme un faciès intéressant au point de vue agronomique dans les vieux pâturages; ceci se produit particulièrement aux relevés 7, 11 et 12 où l'on a fait des applications de fumier de poules riche en phosphore, élément favorisant la pousse du trèfle blanc sauvage.

3. PÂTURAGE A DANTHONIA SPICATA (TABLEAU III) (POLYTRICHO-DANTHONIETUM SPICATAE)

Composition floristique

Rencontré plutôt rarement dans le territoire étudié, ce pâturage est complètement dominé par *Danthonia spicata* constamment accompagné d'*IIie-*

TABLEAU III
Pâturage à *Danthonia spicata* (L.) Beauv.

No du relevé.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Altitude (100 p.).....	9.0	9.0	10	9.5	12	12.5	10	10	11.5	5.0	11.0	11.0
Surface du relevé en p.c.....	75	100	70	—	80	75	75	75	25	100	80	80
Dépôt superficiel.....	T	T	T	T	Fg	Fg	Fg	Fg	Fg	Fg	Fg	Fg
Texture du sol.....	Llc	Lsc	Lsc	Lsc	Sg	Slg	Sg	Slg	Slg	Slg	Slg	Slg
pH du sol de surface.....	4.8	—	4.9	5.0	4.6	—	4.6	—	4.7	—	—	—
Age de l'herbage.....	15	15+	15+	15	15+	15+	15+	15+	10+	8	5	4
<i>Danthonia spicata</i>	4.5	5.5	4.4	5.5	3.5	3.3	4.4	3.4	4.5	3.3	4.4	3.3
<i>Hieracium pilosella</i>	2.3	2.3	4.4	2.2	3.3	3.4	3.4	1.4	2.2	.	.	+1
<i>Hieracium aurantiacum</i>	1.2	.	.	.	.	+2	+1	.	.	2.4	+2	+1
<i>Panicum lanuginosum</i>	+2	2.4	.	.	+2	1.2	.	+3	.	1.4	+2	.
<i>Cladonia sp.</i>.....	.	.	.	.	.	+2	2.4	.	.	1.4	.	.
<i>Agrostis tenuis</i>	1.2	+2	2.4	.	.	1.2	.	2.3	2.2	.	2.3	2.3
<i>Polytrichum commune</i>	2.3	.	.	.	3.3	1.3	1.4	2.2	3.3	3.3	+2	.
<i>Rumex acetosella</i>	2.3	.	1.3	.	+2	.	.	.	.	1.1	2.2	+1
<i>Festuca rubra</i>	1.2	+1	.	.	.	1.2	.	.	.	.	1.3	+3
<i>Agrostis alba</i>	+2	+1	.	.	.	.	.	.	+2	.	2.3	2.2
<i>Vicia cracca</i>	1.2	2.3	.	1.2	.	1.1	.	.	.	.	+1	.
<i>Oxalis europæa</i>	+2	+2	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1
<i>Achillea millefolium</i>	+1	.	.	.	.	.	+1	.	+2	.	.	+1
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>.....	.	.	+1	+2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sisyrinchium montanum</i>.....	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
<i>Fragaria virginiana</i>.....	.	.	.	.	.	+1	.	.	+2	.	.	.
<i>Phleum pratense</i>.....	.	.	+1	+1	+1	.	.	.	.	.	+1	2.2
<i>Trifolium pratense</i>	+3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+2
<i>Trifolium hybridum</i>.....	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	+1
<i>Trifolium repens</i>.....	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	1.1
<i>Ranunculus acris</i>.....	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	+1	.
<i>Carex crawfordii</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1
<i>Carex nigra</i>.....	.	.	.	.	1.2	+2	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago graminifolia</i>	2.2	1.2	.	.	1.1	.	.	.	.	+1	2.4	+1
<i>Solidago rugosa</i>	1.3	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
<i>Rubus idaeus</i>.....	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	+2	+3	.
<i>Populus tremuloides</i>.....	.	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.
<i>Betula papyrifera</i>.....	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.
Mousses non-id.....	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.4

Autres espèces: relevé 1: *Hieracium lichenalii* +1; relevé 2: *Erigeron ramosus* +2, *Equisetum arvense* +1, *Vaccinium pensylvanicum* +1, *Cratægus sp.* +1, *Alnus rugosa* +1, *Luzula multiflora* +2, *Prunella vulgaris* +1, *Picea glauca* +1; relevé 3: *Cornus stolonifera* +1, *Anaphalis margaritacea* +1; relevé 4: *Antennaria canadensis* 1.3; relevé 7: *Spiræa latifolia* +3; relevé 8: *Agropyron repens* +2, *Carex debilis* +3, *Carex houghtonii* +1; relevé 9: *Vaccinium myrtilloides* +2; relevé 10: *Solidago nemoralis* 1.1; relevé 11: *Potentilla norvegica* +3, *Agrostis scabra* +2; relevé 12: *Ranunculus repens* +3, *Juncus tenuis* 2.2, *Solidago canadensis* +1, *Taraxacum officinale* +2, *Poa pratensis* +2.

LÉGENDE:

Dépôts:

T = Till

Fg = fluvio-glaciaire

Texture:

Llc = loam limoneux caillouteux

Lsc = loam sablo-caillouteux

Sg = sable-graveleux

Lsg = loam sablo-graveleux

racium Pilosella, d'*Agrostis tenuis* et de *Polytrichum commune*. *Rumex Acetosella*, *Panicum lanuginosum*, *Hieracium aurantiacum* et *Solidago graminifolia*, bien que peu abondants, s'y rencontrent aussi assez fréquemment.

Dans le pâturage à danthonie, les hygrophiles sont peu représentées: les herbes hautes des prairies humides y sont complètement absentes tandis que les espèces du groupe *Carex nigra* et du groupe de *Ranunculus acris* sont rares.

Les relevés 10, 11 et 12 représentent des stades juvéniles du groupement qui devient mieux individualisé dans les vieux herbages (relevés 1 à 9). Sur les sables fluvio-glaciaires, on remarquera, de plus, la présence des *Cladonia* spp. (relevés 6, 7, 10), absents partout ailleurs.

Caractères édaphiques

Le groupement à *Danthonia spicata* est plus fréquent sur les dépôts fluvio-glaciaires que sur les tills. Dans le premier cas, il colonise les parties planes de la plaine de délavage de l'est de Saint-Féréol, les flancs et les sommets des kames; dans le second, il peut se rencontrer dans diverses positions physiographiques du bas au sommet de petites collines.

Les sols issus de dépôts fluvio-glaciaires sont de texture particulièrement grossière, en surface du moins, comme le démontrent les données du tableau III où le sable graveleux et le sable limono-graveleux sont les types les plus fréquents. Les analyses granulométriques de quatre échantillons provenant de ces dépôts révèlent, en effet, que les éléments fins des six premiers pouces sont composés d'environ 80 à 95% de sable, de 5 à 17% de limon et de 0 à 3% d'argile. Sur les tills, par contre, les loams sableux contiennent moins de sable (de 52 à 66%), plus de limon (29 à 42%) et plus d'argile (4 à 13%).

Le drainage sur sols dérivés des dépôts fluvio-glaciaires varie de bon à excessif. Sur les tills, par contre, il peut devenir imparfait lorsque les sols contiennent de fortes quantités de limon (42%) et de matière organique (20%) qui assurent une meilleure rétention d'eau.

Cependant, la teneur en matière organique est le plus souvent inférieure à 7% comme dans les deux types de pâturages précédents et le rapport C/N s'établit entre 15 et 20. Exceptionnellement rencontre-t-on ici, comme dans les deux pâturages déjà décrits, des échantillons où le C/N descend aussi bas que 12.

Quant à l'acidité, elle est généralement plus forte pour les sols fluvio-glaciaires (4.1 à 4.7) que pour ceux provenant de tills (4.8 à 5.0), alors que la capacité d'échange est plus faible: de 5 à 10 m.e. pour les dépôts fluvio-glaciaires, contre 7 à 22 m.e. pour les tills.

Dans l'ensemble, le taux de saturation en bases se situe entre 12 et 19% avec une exception où le pourcentage élevé de 51 s'explique en grande partie

par la présence de 1,064 p.p.m. de calcium échangeable, quantité bien supérieure à la moyenne qui s'établit aux environs de 180 p.p.m. Le magnésium existe en quantités variables: de 26 à 114 p.p.m. sur tills contre 18 à 44 p.p.m. sur dépôts fluvio-glaciaires alors que le potassium se maintient presque partout autour de 40 p.p.m. Enfin, le phosphore assimilable atteint souvent, et cela sur les deux types de dépôts, des valeurs supérieures, voisines de 45 p.p.m.

B. — Pâturages naturels sur sols mal drainés

4. PÂTURAGE A *CAREX NIGRA* (TABLEAU IV)

(CARICETUM NIGRAE)

A l'intérieur de surfaces dominées par les scirpes, les joncs et les osmondes, on trouve souvent des taches de végétation plus basse, broutée par les bovins. Ces inclusions à physionomie particulière sont dominées par *Carex nigra* auquel s'associent *Viola pallens*, *Carex angustior*, *Hydrocotyle americana* et *Galium palustre*. A ces hygrophiles de petite taille, se mêlent souvent certaines herbes hautes plus caractéristiques des prairies humides telles que: *Epilobium glandulosum*, *E. leptophyllum*, *Scirpus atrocinctus*, *Juncus filiformis* et *Glyceria canadensis*.

Des espèces plus mésophiles comme *Agrostis tenuis* et *Festuca rubra* restent assez constantes et *Taraxacum officinale* et *Trifolium repens* se rencontrent principalement dans les stades juvéniles ou intermédiaires de l'association, sur sites déjà labourés et semés, où les travaux culturaux ont légèrement amélioré le drainage du sol.

Les relevés 1 à 4 représentent des pâturages libérés de l'action anthropogène, du moins de l'effet des pratiques culturales et des semis. Dans ce groupe de relevés, et notamment dans les relevés 1 et 2, les sphaignes sont particulièrement abondants.

Les relevés 3 et 4, par contre, bien que contenant des sphaignes possèdent en plus: *Trifolium repens*, *Ranunculus acris* et *Hydrocotyle americana*, trois espèces trouvant leur optimum dans les sols assez fertiles. Une documentation plus importante permettrait probablement de différencier ici deux unités de végétation distinctes.

Caractères édaphiques

Le groupement à *Carex nigra* se rencontre au bas des pentes, sur moraines de fond caillouteuses ainsi que dans certains secteurs déprimés de la plaine de délavage située près de la rivière Sainte-Anne.

Sur les tills et dans les conditions les moins perturbées par les pratiques culturales, le profil est composé d'une terre noire mince reposant sur un loam limono-caillouteux. Ces conditions prévalent, en particulier, dans le cas du

TABLEAU IV

Pâturage à *Carex nigra* (L.) Reichard

No. du relevé.....	1	2	3	4	5	6	7	8
Surface du relevé (p.c.).....	80	90	80	25	80	80	80	90
Altitude (100 p.).....	12.6	10	11.5	11.5	10	10	11.5	7.5
Dépôt superficiel.....	T	Fg	T	T	Fg	T	T	T
Texture du sol.....	Tnm Lc	Tnm Sf	Lc	Lc	Sfh	Lc	Lc	Lc
pH du sol en surface.....	5.0	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carex nigra</i>	4.5	3.4	4.4	2.3	2.2	2.2	4.4	3.3
<i>Viola pallens</i>	1.1	2.2	2.2	3.3	2.3	+1	.	.
<i>Carex angustior</i>.....	.	.	+2	+2	+3	.	.	+3
<i>Hydrocotyle americana</i>.....	.	.	1.3	1.3	.	2.3	.	.
<i>Equisetum arvense</i>.....	.	.	.	+1	.	+2	.	+1
<i>Agrostis palustris</i>.....	.	.	1.2	.	.	.	.	+2
<i>Lycopus americanus</i>.....	.	.	+1	+1	.	.	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	2.3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum</i> sp.....	4.4	3.4	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i>.....	.	.	.	3.4	1.3	2.2	2.4	2.3
<i>Lycopus uniflorus</i>	1.2	+1	+1	+1	.	.	+1	.
<i>Carex Crawfordii</i>.....	.	.	+1	.	1.3	+1	+1	+3
<i>Juncus tenuis</i>.....	.	.	.	.	+3	+1	+2	+1
<i>Ranunculus repens</i>.....	.	.	.	.	+2	2.4	.	+1
<i>Scirpus atrocinctus</i>.....	.	1.3	.	.	2.3	.	+3	.
<i>Juncus filiformis</i>.....	.	.	+2	+2	.	.	.	.
<i>Glyceria canadensis</i>.....	.	.	.	+1	+3	.	.	.
<i>Epilobium glandulosum</i>.....	.	.	.	.	+1	.	+1	.
<i>Epilobium leptophyllum</i>.....	.	.	.	+1	+1	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>.....	.	.	+1	.	+1	2.2	2.2	.
<i>Agrostis scabra</i>.....	.	+1	.	.	+2	.	+2	.
<i>Oxalis europæa</i>.....	.	.	.	.	.	+1	+1	+1
<i>Fragaria virginiana</i>	+1	.	.	+1	.	.	+1	.
<i>Vicia Cracca</i>.....	.	.	.	+1	.	.	.	1.2
<i>Prunella vulgaris</i>.....	.	.	.	.	.	.	+2	+1
<i>Trifolium repens</i>.....	.	.	1.3	1.3	2.4	3.4	2.3	.
<i>Taraxacum officinale</i>.....	.	.	.	+1	+1	+1	+2	.
<i>Cerastium vulgatum</i>.....	.	.	.	.	+1	.	+1	.
<i>Trifolium hybridum</i>.....	.	.	.	.	+1	+1	+3	1.1
<i>Trifolium pratense</i>.....	.	.	.	.	+2	1.2	+1	+1
<i>Phleum pratense</i>.....	.	.	.	.	.	+2	+1	+1
<i>Agrostis tenuis</i>	1.2	+3	1.1	1.3	+3	2.2	2.2	2.3
<i>Polytrichum commune</i>.....	.	.	.	.	2.3	.	.	.
<i>Hieracium aurantiacum</i>.....	.	.	.	.	+1	.	+1	+1
<i>Hieracium Pilosella</i>.....	.	+1	.	.	+1	.	.	.
Mousses non-id. ....	.	.	2.3	2.2	+1	+2	.	3.3

En outre: dans le relevé 3: *Carex leptalea* +.3, *Carex canescens* +.1; relevé 4: *Achillea Millefolium* +.1, *Cornus stolonifera* +.1; relevé 5: *Potentilla norvegica* +.1, *Juncus effusus* 2.2, *Salix discolor* +.1; relevé 7: *Viola septentrionalis* 1.1, *Geum rivale* +.1; relevé 8: *Chrysanthemum Leucanthemum* +.2, *Sisyrinchium montanum* +.1, *Rhinanthus Crista-galli* 1.2, *Solidago graminifolia* +.1, *Carex pallescens* var. *neogæa* +.3, *Carex granularis* +.3, *Carex stipata* 1.3, *Gentiana linearis* +.3; relevé 6: *Poa pratensis* +.2.

LÉGENDE:

Dépôts:

T = till
Fg = fluvio-glaciaire

Texture:

Tnm = terre noire mince
Lc = loam caillouteux
Sf = sable fin
Sfh = sable fin humifère

relevé 1, du tableau IV, où l'analyse mécanique des éléments fins révèle 46% de sable, 42% de limon et 12% d'argile. Dans la plaine de délavage, le sol comprend une terre noire bien décomposée reposant sur du sable fin (Carrier, 1963): c'est le cas du relevé 2 du tableau 4. L'action de l'homme et, plus spécialement, l'effet des travaux culturaux semblent provoquer une disparition plus ou moins complète de la terre noire qui devait jadis recouvrir le loam limoneux et le sable fin (relevés 5 à 8).

Les sols du pâturage à *Carex nigra* sont généralement mal drainés; une nappe phréatique élevée en permanence favorise le processus de gleyification. Le drainage est meilleur sur certains sites cultivés (relevés 5 à 8) où persistent des espèces mésophiles semées comme *Phleum pratense*, *Trifolium hybridum* et *T. pratense*.

Moins acide que dans plusieurs échantillons provenant des pâturages à *Agrostis tenuis* et à *Danthonia spicata*, le sol du groupement à *Carex nigra* a cependant un pH nettement plus bas que celui noté dans la plupart des pâturages à *Festuca rubra* (5.0 contre 6.0 et plus).

Quant à la capacité d'échange (20 m.e./100 gr de sol), elle est comparable aux valeurs les plus élevées du pâturage à *Festuca rubra*. Le taux de saturation voisin de 14 est, par contre, assez faible mais tout de même supérieur à celui des sols du pâturage à *Agrostis tenuis*. Le calcium est encore ici l'élément échangeable le plus important avec 464 p.p.m. suivi du magnésium avec 64 p.p.m. et du potassium avec 42 p.p.m. La quantité de phosphore assimilable se chiffre à 21 p.p.m.

Synthèse écologique

Les types de pâturages décrits sont marqués d'une grande pauvreté floristique que l'on peut facilement constater à l'examen des tableaux I, II, III et IV. Dans la majorité des places-échantillons, le nombre d'espèces par relevé n'excède pas trente; on en compte ordinairement vingt-deux en moyenne dans le pâturage à *Festuca rubra* et quinze dans le pâturage à *Agrostis tenuis*; on compte souvent moins de 10 espèces par relevé dans le pâturage à *Danthonia spicata* et dans celui à *Carex nigra*, toutefois, ce nombre peut même doubler sur les sites où les pratiques culturales et les semis ont perturbé l'habitat.

Le tableau V résume les données floristiques des quatre associations décrites. Il contient les espèces les plus importantes regroupées par classe de présence (chiffre romain) et le coefficient d'abondance-dominance moyen (chiffre arabe). Ce même tableau comprend, en outre, certaines caractéristiques se rapportant à l'origine, à la durée, aux formes biologiques et au mode de propagation des espèces soumises à une paissance intense. Ces dernières données sont empruntées en grande partie à Dore (1936), excepté pour les formes biologiques qui proviennent plutôt de Dansereau et Gille (1948).

TABLEAU V

Composition floristique des pâturages naturels de Saint-Ferréol et de Saint-Tite des Caps

ORIGINE	DURÉE	PROPAGATION	FORME BIOLOGIQUE	ESPÈCES	PÂTURAGE A DANTHONIA	PÂTURAGE A AGROSTIS TENUIS	PÂTURAGE A FESTUCA RUBRA	PÂTURAGE A CAREX NIGRA
N	V	Rh	Hc-G	Agrostis tenuis	IV ¹	V ⁴	V ²	V ¹
N	V	Gr-Rh	Hr	Rumex Acetosella	III ¹	IV ¹	III ⁺	—
I	V	Sp	Ch	Polytrichum commune	IV ²	III ²	II ¹	I ²
I	V	Gr	Hc	Danthonia spicata	V ⁴	III ¹	I ⁺	—
N	V	St	Hr	Hieracium Pilosella	V ²	III ¹	II ¹	II ⁺
N	V	St	Hr	Hieracium aurantiacum	III ¹	III ⁺	II ⁺	II ⁺
I	V	Gr	Hc	Panicum lanuginosum	III ¹	I ⁺	I ⁺	—
I	V	Sp	Ch	Cladonia sp.	II ¹	I ⁺	—	—
I	V	Rh	Hc-G	Festuca rubra	III ¹	IV ¹	V ³	III ¹
N	V	Gr	Hr-Hs	Chrysanthemum Leucanthemum	III ¹	III ¹	IV ³	I ⁺
N	V	Gr	Hg	Vicia Cracca	III ¹	III ¹	IV ³	II ¹
N	V	Rh	Hc	Agrostis alba	III ¹	II ¹	III ¹	—
I	V	St	Hr	Fragaria virginiana	I ⁺	I ⁺	III ⁺	II ⁺
N	V	Gr-St	Hr	Oxalis europaea	II ⁺	I ⁺	III ⁺	II ⁺
N	V	Gr	Hs-Th	Potentilla norvegica	I ⁺	II ⁺	III ⁺	I ⁺
N	V	St	Hr-Hs	Achillea Millefolium	II ⁺	I ⁺	III ⁺	I ⁺
N	V	St	Hs-Hr	Prunella vulgaris	I ⁺	I ⁺	II ⁺	II ⁺
I	V	Rh	G	Agropyron repens	I ⁺	I ⁺	II ⁺	—
I	V	Gr-St	Hc	Agrostis scabra	I ⁺	II ⁺	II ⁺	II ⁺
N	V	St	Hr	Trifolium repens	I ¹	III ¹	IV ²	IV ²
N	V	Rh	G	Poa pratensis	I ⁺	I ⁺	IV ¹	I ⁺
N	V	Gr	Hr	Taraxacum officinale	I ⁺	I ⁺	III ¹	III ⁺
N	V	Gr-St	Hr	Cerastium vulgatum	—	II ⁺	III ⁺	II ⁺
N	V	Gr	Hr	Plantago major	—	I ⁺	III ⁺	—
S	V	Gr	Hs	Phleum pratense	III ¹	III ¹	V ²	II ⁺
S	V ^B	Gr	Hs	Trifolium pratense	II ⁺	II ⁺	III ⁺	II ⁺
S	V	Gr	Hs	Trifolium hybridum	I ⁺	I ⁺	II ⁺	III ⁺
S	V	Gr-St	Hr	Trifolium repens var. giganteum	—	—	II ²	—
N	V	Gr	Hr	Ranunculus acris	I ⁺	IV ⁺	IV ¹	IV ²
I	V	Rh-Gr	Hc	Juncus tenuis	I ²	III ⁺	IV ¹	III ⁺
I	V	St-Gr	Hr	Ranunculus repens	I ⁺	I ⁺	III ¹	II ¹
I	V	Rh	Hc	Carex Crawfordii	I ⁺	II ⁺	III ⁺	IV ⁺
I	V	Rh	Hs	Lycopus uniflorus	I ⁺	II ⁺	II ⁺	IV ¹
I	V	Rh	Hc	Carex nigra	I ¹	II ⁺	—	V ¹
I	V	Gr-St	Hr	Viola pallens	—	II ⁺	II ⁺	IV ²
I	V	Rh	Hc	Carex angustior	—	—	—	III ⁺
I	V	Sp	Ch	Sphagnum sp.	—	—	—	II ⁴
I	V	St	Hr	Hydrocotyle americana	—	I ⁺	I ⁺	II ¹
I	V	St	Hg	Galium palustre	—	—	I ⁺	II ⁺
I	V	Rh	Hs	Lycopus americanus	—	—	—	II ⁺
N	V	St	Hc	Agrostis palustris	—	—	I ⁺	II ¹
I	V	Rh	G	Equisetum arvense	I ⁺	—	I ⁺	II ¹
I	V	Rh	Hc	Scirpus atrocincus	—	—	I ¹	II ¹
I	V	Rh	Hc	Juncus filiformis	—	—	I ⁺	II ⁺
I	V	St	Hs-Hr	Epilobium glandulosum	—	—	I ⁺	II ⁺
I	V	Gr	Hs	Epilobium leptophyllum	—	—	—	II ⁺
I	V	Rh	Hs	Glyceria canadensis	—	—	—	II ⁺
I	V	Rh-Gr	Hs-Hr	Solidago graminifolia	III ¹	III ¹	III ⁺	I ⁺
I	V	Rh-Gr	Hs-Hr	Solidago rugosa	II ¹	II ⁺	II ⁺	—
I	V	Rh-Gr	Hs-Hr	Solidago canadensis	I ⁺	II ⁺	III ¹	—
I	V	Rh	Hs	Rubus Idæus	II ⁺	I ⁺	I ⁺	—

LÉGENDE:

Origine:

- I = espèce indigène
- N = espèce naturalisée
- S = espèce semée

Durée:

- B = espèce bisannuelle
- V = espèce vivace

Propagation:

- Gr = graines
- Rh = rhizomes
- Sp = spores
- St = stolons

Formes biologiques:

- Ch = chaméphyte
- G = géophyte
- Hc = hémicryptophyte cespiteux
- Hg = hémicryptophyte grimpant
- Hr = hémicryptophyte à rosette
- Hs = hémicryptophyte scapiforme
- Th = thérophyte

Concernant l'origine des principales espèces inscrites au tableau V, on constate que la moitié de ces plantes sont introduites d'Europe et maintenant naturalisées. Le pâturage à *Carex nigra* est le seul groupement où la flore est en majorité indigène. Dans le territoire étudié, *Agrostis tenuis* de même que *Festuca rubra* et *Danthonia spicata* furent probablement introduites bien que, avec Fernald (1950), l'on puisse considérer les deux dernières comme indigènes en Amérique du Nord.

A partir des données du tableau V, on peut encore conclure que la plupart des espèces d'importance sont ici des plantes vivaces qui, sous des conditions de paissance intense, se propagent au moyen de stolons et de rhizomes. Les espèces à stolons sont principalement: *Trifolium repens*, *Fragaria virginiana*, *Hieracium Pilosella*, *H. aurantiacum*, *Ranunculus repens*, *Galium pallustre*, *Cerastium vulgatum* et *Hydrocotyle americana*. Par contre, les espèces à rhizomes, bien que moins nombreuses dans l'ensemble, sont souvent dominantes. Telles sont: *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* et *Carex nigra*. Les deux premières espèces ont des rhizomes très courts, comme l'indique Dore (1949), et ceci leur donne une force de compétition plus grande vis à vis des espèces à longs rhizomes comme *Agrostis alba* et *Agropyron repens*, ces dernières devant se contenter d'apparaître dans les herbages fraîchement rénovés ou dans les vieux gazons clairs qui caractérisent souvent les dépôts fluvio-glaciaires grossiers et poreux. Quant à *Danthonia spicata*, il se propage par graines comme le font aussi: *Vicia Cracca*, *Rumex acetosella*, *Taraxacum officinale*, *Cerastium vulgatum* et *Plantago major*.

On remarquera finalement que la grande majorité des espèces qui forment la liste du tableau V sont des hémicryptophytes soit à rosette (Hr), soit cespiteux (Hc) avec une certaine représentation d'hémicryptophytes scapiformes (Hs). Les géophytes sont rares mais il se peut que cette forme biologique doive être aussi acceptée, dans les pâturages, pour *Agrostis tenuis* et *Festuca rubra* qui sont classées plus généralement comme hémicryptophytes (Scoggan, 1950; McDonald, 1937).

Mais le tableau V fait surtout ressortir les principales différences et affinités floristiques qui existent entre les quatre groupements décrits. La présence commune de *Danthonia spicata*, d'*Hieracium Pilosella*, de *H. aurantiacum* et de *Polytrichum commune* rapproche davantage le pâturage à *Agrostis tenuis* de celui à *Danthonia* que des deux autres; la parenté entre ces deux groupements est accentuée par le fait que ni dans l'un ni dans l'autre n'apparaissent des hygrophytes des prairies humides.

Les pâturages à *Agrostis tenuis* et à *Festuca rubra* sont apparentés par un degré de présence élevé de *Ranunculus acris*, de *Juncus tenuis*, de *Chrysanthemum Leucanthemum* et de *Vicia Cracca* dans les deux groupements. Les deux mêmes pâturages sont reliés au pâturage à *Danthonia spicata* par la présence d'espèces des sols allant de bien drainés à secs: *Hieracium Pilosella*, *H. aurantiacum*, *Solidago graminifolia* et quelques autres de ce même groupe.

Le haut degré de présence des espèces subhygrophiles-nitrophiles du groupe de *Ranunculus acris*, de même que l'apparition de certaines grandes hygrophytes appartenant aux prairies humides ou au bas-marais, font que le pâturage à *Festuca rubra* montre, en même temps, des tendances hygrophiles qui le rapprochent du pâturage à *Carex nigra*.

Quant aux sols, nous avons vu dans la partie descriptive, que sur les tills et en partie sur les dépôts fluvio-glaciaires, les deux principaux types de pâturages, le pâturage à *Festuca rubra* et le pâturage à *Agrostis tenuis*, se rencontrent dans des positions physiographiques variées mais sur des sols à texture semblable.

Le pâturage à *Festuca rubra* est un herbage ne dépassant pas huit ans d'âge, il est ordinairement installé sur un sol relativement fertile, cette fertilité étant due aux applications récentes d'engrais. L'analyse chimique des échantillons de sol de ce pâturage révèle une forte saturation en bases (particulièrement en calcium) et un pH souvent plus élevé que 6.0. C'est donc à son régime nutritif bien équilibré combiné à une faible acidité que l'on peut attribuer la haute présence des espèces nitrophiles spontanées comme *Taraxacum officinale*, *Poa pratensis*, *Cerastium vulgatum*, dans ce type de pâturage. Ces espèces sont très rares dans le pâturage à *Agrostis tenuis* dont le sol est moins riche et plus acide.

Le pâturage à *Festuca rubra* apparaît pratiquement comme un stade de transition évoluant vers le pâturage à *Agrostis tenuis* qui, lui, est assez stable et peut constituer un bioclimax au sens de Dore (1949), à condition que l'on empêche la végétation des prairies latifoliées (surtout à *Solidago*), les arbustes et certains arbres de l'envahir. Si l'on abandonne le pâturage à *Agrostis tenuis*, il évolue vers une forêt secondaire à *Picea glauca* et à *Abies balsamea* en passant par un stade pré-forestier à *Salix* (*Salix discolor*, *S. Bebbiana* et *S. humilis*) ou, à un *Polytricho-Betuletum populifoliae* Frehner 1956. Cette dernière alternative s'observe sur les dépôts fluvio-glaciaires et aussi sur des tills qui sont en contact avec les premiers.

Quant au groupement à *Danthonia spicata*, il s'installe plus fréquemment sur les sols sableux et secs, issus des dépôts fluvio-glaciaires où le pH et le taux de saturation sont comparables à ceux du groupement à *Agrostis tenuis*. Sur les tills, le pâturage à *Danthonia spicata* a été retrouvé sur une seule ferme, dans diverses positions physiographiques impliquant des variations assez grandes dans la texture et le drainage du sol. Comme le pâturage à danthonie sur tills s'arrête brusquement avec les limites de la ferme en question, sa présence pourrait être due bien plus à certaines conditions d'exploitation pratiquée par le cultivateur qu'à des facteurs d'ordre édaphique. Comme l'a noté Dore (1936, 1949), le pâturage à *Danthonia* est très faiblement brouté par les animaux et, de ce fait, peut évoluer, rapidement vers les mêmes groupements forestiers que le pâturage à *Agrostis tenuis*.

Enfin, le pâturage à *Carex nigra* occupe le bas des pentes sur till et le centre de certaines cuvettes tourbeuses sur les dépôts fluvio-glaciaires. La nappe phréatique élevée semble être une des caractéristiques édaphiques particulières de ce type de pâturage. Le groupement côtoie des marais à *Scirpus* et des aulnaies semblables à ceux que Grandtner (1960) a décrit ailleurs, ainsi que des sapinières humides que l'on peut rapprocher de certaines sous-associations du *Dicrano-Abietum* de Jurdant et Roberge (1965). En l'absence de paissance suffisante, le pâturage à *Carex nigra* pourrait semble-t-il évoluer vers ces groupements.

Conclusions

Les groupements étudiés sont tous, à divers degrés, influencés par l'action humaine qui s'est d'abord manifestée par le déboisement, ensuite par l'introduction d'espèces exotiques, aujourd'hui pour la plupart naturalisées, et par une intervention constante visant à favoriser les plantes herbacées utiles à l'agriculture et à enrayer l'envahissement par des espèces ligneuses.

Dans la majeure partie du territoire, le groupement à *Festuca rubra* remplace très tôt les herbages constitués d'espèces semées alors que la fertilité résultant des apports d'engrais et d'amendements est encore relativement élevée. Si le pâturage n'est pas rénové, la végétation semble évoluer vers le pâturage à *Agrostis tenuis* qui, huit ou dix années après le semis, est très bien individualisé du point de vue floristique. La fertilité du sol sous l'agrostide fine est faible, en comparaison de sols sous le pâturage à *Festuca rubra*, mais ce niveau de fertilité est assez comparable à la fertilité naturelle des sols de la région. Il semble bien que le pâturage à *Agrostis tenuis* soit celui qui s'accommode le mieux au climat relativement humide et aux conditions édaphiques moyennes de la région étudiée. Ce serait un bioclimax assez semblable à celui que Dore (1949) avait identifié dans la partie québécoise des Appalaches qui comprend le sud de plusieurs comtés du Québec oriental.

Dans l'éventualité d'une utilisation du groupement à *Agrostis tenuis* comme pâturage permanent, il est bon de rappeler que de simples applications de fumier de poules, engrais particulièrement riche en phosphore, ont favorisé l'expansion du trèfle blanc (*Trifolium repens*) dans le cas de plusieurs pâturages étudiés au cours de la prospection.

Une documentation beaucoup plus détaillée serait nécessaire pour décrire adéquatement les pâturages à *Danthonia spicata* et à *Carex nigra*. Au point de vue utilitaire, on sait que le dernier groupement est fortement brouté par les bovins contrairement au pâturage à *Danthonia spicata* qui a cependant une certaine valeur dans la protection des sols contre l'érosion.

Remerciements

Je tiens à remercier tout spécialement le professeur M. M. Grandtner D.Sc., de la faculté de Foresterie et de Géodésie, qui a bien voulu m'assister

dans toutes les phases de la préparation de cet article et Mlle Madeleine Caron du Laboratoire de Botanique au Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, à Québec, qui a collaboré à la correction du manuscrit. Un merci tout spécial à M. Pierre Masson, botaniste, qui a aimablement accepté d'identifier les mousses récoltées au cours de la prospection.

Références

- BLANCHARD, R., 1960. Le Canada français, province de Québec. Étude géographique. Fayard, Paris.
- BOULET, L. J. et W. G. DORE, 1943. Nos types de pacages semi-naturels dans le comté de Bellechasse. *Annals ACFAS*, **9**, 106.
- BOULET, L. J., 1946. L'importance des pâturages naturels dans le Québec. *Scient. Agric.*, **26**, 212-215.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1932. Plant Sociology. McGraw-Hill, New York, 439 p.
- CARRIER, D., 1964. Rapport de la saison 1963 à la réunion annuelle du Comité de Pédologie (rapport non publié).
- CARRIER, J. L., 1963. Étude pédologique de la paroisse de Saint-Ferréol, comté de Montmorency (rapport non publié).
- DANSEREAU, P. et A. GILLE, 1948. Écologie des principaux types de pâturages de la région de Granby. II. *Agriculture*, **5** (3), 269-306.
- DORE, W. G., 1936. Pasture studies. X. Succession and variation in the botanical composition of permanent pastures. *Scient. Agric.*, **16**, 569-590.
- DORE, W. G., 1949. Pasture associations of Eastern Canada. *Abstr. doct. Diss. Ohio St. Univ.*, **56**, 225-229.
- FAESSLER, C., 1929. Notes on the geological reconnaissance traverses between Beaupré and the Saguenay river, in the counties of Montmorency and Saguenay. Report on Mining Operations in the Province of Quebec during the year 1928, 14-23.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8th ed., American Book Co., New York, LXIV + 1632 p.
- FREHNER, H. K., 1956. Étude de quelques associations de *Betula populifolia* de la région de Québec. Thèse M.Sc., Université Laval non publiée).
- GRANDTNER, M. M., 1960. La forêt de Beauséjour, comté de Lévis. Étude phytosociologique. *Fonds Rech. Forest. Univ. Laval Contribution* **7**, 62 p.
- GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Les Presses de l'Université Laval, 216 pages.
- GROUT, A. J., 1947. Mosses with a hand-lens. 4th ed., Intelligencer Printing Co., Lancaster, Penn., XIV + 344 p.
- JURDANT, M. et M. R. ROBERGE, 1965. Étude écologique de la forêt de Watopeka. Ministère canadien des Forêts, Publ. **1051 F**, 95 p.
- LEMIEUX, G. J., 1965. Soil-vegetation relationships in the Northern Hardwoods of Quebec. *In: Forest-soil relationship in North Americana*. Oregon State University Press, Corvallis, 163-176.

- MCDONALD, E. S., 1937. The life-forms of the flowering plants of Indiana. *Amer. Midl. Nat.*, **18** (5), 687-773.
- MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, 1961. Sommaire climatique de la région de Québec. Gouvernement de la province de Québec, Québec, XVI + 320 p.
- MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES, 1963. Bulletin supplémentaire pour 1962. *Bull. Météor.*; **10** (13).
- SCOGGAN, H. J., 1950. The Flora of Bic and the Gaspé Peninsula, Quebec. *Nat. Museum of Canada, Bull.* **115**, 399 p.

THE BOTANICAL COMPOSITION OF TWO BARRENS IN NOVA SCOTIA¹

IVAN V. HALL AND LEWIS E. AALDERS

Research Station, Canada Department of Agriculture
Kentville, Nova Scotia

Résumé

Le présent travail consiste en une étude de la végétation de deux forêts clariérées en Nouvelle-Écosse. Les deux espèces dominantes sont *Kalmia angustifolia* et *Vaccinium angustifolium*; l'on a noté également la présence d'un certain nombre d'espèces ayant une valeur de propagation végétative appréciable. Deux méthodes d'inventaire furent employées: la première, utilisant le quadrat à pointes, a surestimé la présence des espèces de la strate dominante, la seconde, utilisant le quadrat ordinaire, requiert plus de soin pour une représentation adéquate de la végétation.

Abstract

The flora of two barrens in Nova Scotia was surveyed. *Kalmia angustifolia* and *Vaccinium angustifolium* were the two codominants, but many other species with vegetative means of propagation were present. Two methods were used to survey the flora. The point method overestimated the taller species whereas the quadrat method required greater effort to adequately sample the vegetation.

Introduction

A survey of the vegetation of two barrens in Nova Scotia was made in connection with an investigation of the ecology of *Vaccinium* in Eastern Canada. Barren is a term for forest land that has been cut over and burned several times either accidentally or purposely. This type of land is common in parts of Nova Scotia and at present has little economic value.

These data on the plant composition of these regions are presented with the hope that they will lead to a better use of these resources.

Materials and methods

The two study areas are located at Glenmore, Halifax County, and at West Brook, Cumberland County. Both areas have been subjected to fire every three or four years for at least thirty years.

1. Contribution No. 1289 from the Research Station, Canada Department of Agriculture, Kentville, Nova Scotia.

TABLE I

Plants present and frequency of distribution on two barrens in Nova Scotia.

	Number of times in point determinations		Per cent of plots in which species occurred		Number of plants per occurrence in plot	
	Glenmore	West Brook	Glenmore	West Brook	Glenmore	West Brook
Bare ground	1,076	640	100	100	53.8	32.0
<i>Polytrichum commune</i>	197	2	100	10	9.8	1.0
<i>Lycopodium clavatum</i>	6		15		2.0	
<i>Lycopodium obscurum</i>		44		45		4.9
<i>Lycopodium complanatum</i>		6		5		6.0
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	59		40		7.4	
<i>Picea glauca</i>		1		5		1.0
<i>Larix laricina</i>	2		5		2.0	
<i>Danthonia spicata</i>	171	365	95	100	9.0	19.2
<i>Panicum subvillosum</i>	4	10	20	25	1.0	2.0
<i>Luzula multiflora</i>	6		25		1.2	
<i>Matanthemum canadense</i>	1	7	5	15	1.0	2.3
<i>Salix bebbiana</i>	35		40		4.4	
<i>Betula populifolia</i>	7	23	30	25	1.7	4.6
<i>Rumex acetosella</i>	4		10		2.0	
<i>Spiræa latifolia</i>	60		95		3.2	
<i>Spiræa tomentosa</i>	29		75		1.9	
<i>Amelanchier lævis</i>	1		5		1.0	
<i>Fragaria virginiana</i>	7	32	25	80	1.4	2.0
<i>Potentilla tridentata</i>		46		30		7.7
<i>Potentilla simplex</i>	84		95		4.4	
<i>Rubus hispidus</i>	41		55		3.7	
<i>Cornus canadensis</i>		389		100		13.0
<i>Pyrola elliptica</i>	1	1	5	5	1.0	1.0
<i>Ledum grænländicum</i>	14		30		2.3	
<i>Rhododendron canadense</i>	75	31	75	15	5.0	10.3
<i>Kalmia angustifolia</i>	1,198	2,073	100	100	59.9	103.6
<i>Gaultheria procumbens</i>	78	270	40	100	9.8	13.5
<i>Vaccinium myrtilloides</i>	1		5		1.0	
<i>Vaccinium angustifolium</i> forma <i>angustifolium</i>	1,121	834	100	100	56.0	41.7
<i>Vaccinium angustifolium</i> forma <i>nigrum</i>	154	30	95	55	8.1	2.7
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		27		10		13.5
<i>Lonicera canadensis</i>	6		15		2.0	
<i>Solidago puberula</i>	526	122	100	100	26.3	6.1
<i>Solidago rugosa</i>	6		20		1.5	
<i>Solidago graminifolia</i>	15		45		1.7	
<i>Antennaria canadensis</i>	12	30	45	65	1.3	2.3
<i>Achillea millefolium</i>		2		10		1.0
<i>Prenanthes trifoliolata</i>		5		25		1.0
<i>Hieracium aurantiacum</i>		8		25		1.6
<i>Hieracium pratense</i>	3	2	15	5	1.0	2.0
Total point determinations	5,000	5,000				

The vegetation was analysed by the point method using vertical pins (Brown, 1954). The sampling apparatus was randomly placed 10 times within 20 predetermined areas. The species recorded as present was the uppermost one making contact with one of the pins of the sampling apparatus. If no vege-

tation was present, bare ground was recorded as a unit. Plant nomenclature follows that of Fernald (1950) with the exception of certain *Vaccinium* taxa where we follow our own recent work (Aalders and Hall, 1963).

For a measure of plant vigor a 1/8 meter square frame was placed 4 times on each of the 40 predetermined locations and every shoot of *Kalmia angustifolia* and *Vaccinium angustifolium* was measured in centimeters.

Results

The two most frequently occurring species, *K. angustifolia* and *V. angustifolium*, also had the largest number of stems. Several other woodland species with a vegetative means of propagation (Hall and Mack, 1959) were prominent (Table I). Some of the more prevalent species were *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, *Spiræa latifolia*, *Spiræa tomentosa*, *Cornus canadensis*, *Rhododendron canadense*, *Gaultheria procumbens*, and *Solidago pubens*.

Since *K. angustifolia* and *V. angustifolium* were by far the co-dominants, records were taken of the number and length of stems and these data show that the former is the more vigorous of the two species in these environments (Table II). It is of interest to note that a significant correlation ($r = .3082$) existed between stem length and stem number in *V. angustifolium* but not in *K. angustifolia*.

Discussion

A discrepancy was noted between the results of the frame method and the point method for sampling vegetation. For example, the frame method gives a higher number of *V. angustifolium* whereas the point method gives a higher comparative reading for *K. angustifolia*. Under the point system only the topmost vegetation was recorded and vegetation touching the pin at a lower story was not recorded. Therefore, species with taller stems would be

TABLE II

Density and stem length of two plant species growing on barrens
(based on 160 frames of 1/8 sq. m.).

	<i>Vaccinium angustifolium</i>		<i>Kalmia angustifolia</i>	
	Glenmore	West Brook	Glenmore	West Brook
Number of stems/m ²	362	236	245	284
Length of stems (cm)	8.55	7.16	12.65	13.42

overestimated and those with shorter stems underestimated. Whitford (1949) has shown that quadrats selected at random do not give a random distribution of species either, because of aggregation of some species. The degree of aggregation was, moreover, related to the stage of succession of the individual stand.

The repeated burning of cut-over woodland in Nova Scotia results in a stand in which lambkill, *K. angustifolia*, becomes the dominant species of the vegetation (Table I). *K. angustifolia* is ideally suited to this situation as the fire merely prunes away the above ground stems, destroying apical dominance, and allowing the rhizome system to grow beneath the ground. Due to its greater height (Table II). *K. angustifolia* offers considerable shade to shorter growing species such as the common lowbush blueberry, *V. angustifolium*.

The situation found on these barrens is a good example of "environmental degradation" as set forth by Mosquin (1967). Fortunately in these two cases the owners of the areas concerned have realized the situation and have found other uses for the land concerned. The area at Glenmore has been planted with Scotch pine for the Christmas tree trade while the area at West Brook has been plowed and rejuvenated for blueberry culture according to a method previously described (Hall, 1963).

References

- AALDERS, L. E., and HALL, I. V., 1963. The inheritance and taxonomic significance of the "nigrum" factor in the common lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **5**: 115-118.
- BROWN, D., 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks., England, p. 71.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany. 8th edition. American Book Company, New York. 1xiv, 1632 pp.
- HALL, I. V., 1963. Note on the effect of a single intensive cultivation on the composition of an old blueberry stand. *Can. J. Pl. Sci.*, **43**: 417-419.
- HALL, I. V., and MACK, G. J. A., 1959. Weeds. In Blueberry Substation Progress Report 1954-1959, Can. Dept. Agric.
- MOSQUIN, T., 1967. The new natural history. *Can. Field Nat.*, **81**: 79-80.
- WHITFORD, P. B., 1949. Distribution of woodland plants in relation to succession and clonal growth. *Ecology*, **30**: 199-208.

LA PHYTOSOCIOLOGIE ET L'AMÉNAGEMENT DES BLEUETIÈRES

VICTORIN LAVOIE

Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

La cueillette du bleuët se pratique au Québec depuis très longtemps; l'on constate cependant qu'avant 1963, elle se faisait au hasard des incendies forestiers de sorte que la production accusait des fluctuations énormes. Afin de stabiliser le marché du bleuët et de rendre sa production sédentaire, on a convenu de créer des bleuëtières à proximité des villages du Lac St-Jean et de l'Abitibi. Les endroits susceptibles d'être aménagés en bleuëtières firent l'objet d'une recherche prospective et l'on fit l'inventaire des quelques bleuëtières déjà existantes. Ces études ont permis de classer les divers milieux propices à cette culture. Le présent travail porte sur les diverses associations végétales que l'on y a décelées permettant ainsi aux aménagistes de ce secteur d'avoir un indice sur les conditions du milieu. Les pinèdes à pin gris que l'on a rencontrées sont divisées en cinq associations groupées en une alliance que l'on nomme *PINION DIVARICATÆ*. Trois associations dans les bleuëtières sont décrites; elles résultent toutes de l'action du feu contrôlé, dans les endroits occupés jadis par la pinède à pin gris.

Abstract

Wild blueberry picking is known in Quebec for a very long time. As it becomes obvious, this crop before 1963, however, was the accidental result of forests fires with great variation from year to year. For stabilizing the blueberry market and for farming the blueberry production, it has been proposed to make blueberry fields in the neighbourhood of cities and villages of Lake St. John and Abitibi. The pieces of land planned to be converted in blueberry fields were the object of a prospective research. At the same time, it was intended to take an inventory of the blueberry fields in operation. These studies have given the means to find and classify the different sites most profitable for his growing. The present work studies the different types of plant association which are found. This type of study permits those responsible for making the choice of field to have some criterias for making their decisions. The Jack pine forest where an inventory has been taken have been divided in five associations grouped in an alliance called: *PINION DIVARICATÆ*. Three plant associations are described in the blueberry fields; all three have resulted from the action of fire under control in fields previously made up of Jack pine forest.

Introduction

La cueillette du bleuet nain sauvage se pratique en Amérique depuis très longtemps. C'est la nature elle-même qui a fourni à l'homme la méthode la plus efficace de produire le bleuet. En effet, les indigènes aussi bien que les premiers colons se sont vite aperçus que, lorsque la forêt était détruite par le feu dans certains habitats, le bleuet produisait des fruits pendant quelques années. C'est ainsi que, depuis longtemps, on a constaté qu'au Québec les incendies forestiers, provoqués ou accidentels, étaient suivis de périodes intenses de cueillette de bleuets. Au Lac St-Jean, de 1940 à 1955, la production du bleuet fut très élevée; elle provenait principalement du bassin de la Lièvre et de régions ayant subi des feux de forêt. La protection forestière contre les incendies devenant par la suite de plus en plus efficace, l'accessibilité aux superficies brûlées étant remise en cause par les compagnies forestières, la production du bleuet au Québec n'a cessé de décroître pour atteindre, après bien des fluctuations, un minimum en 1961. Devant la menace de disparition de cette industrie au Québec, les autorités compétentes ainsi que la population ont convenu de lui donner un nouvel élan. La meilleure façon d'obtenir une production abondante et stable fut de créer des bleuetières à proximité des villages où l'on contrôlerait les éléments permettant de régénérer le bleuet. C'est ainsi que, sauf pour les années où les vicissitudes climatiques pourraient affecter considérablement la récolte, il sera possible de prévoir la quantité de bleuets mise sur le marché.

Les premiers travaux à entreprendre en 1961, au moment de la réorganisation des bleuetières, furent d'étudier la nature des problèmes que l'on pourrait éventuellement rencontrer dans les bleuetières organisées et élaborer, à la suite de recherches prospectives, un programme d'aménagement. Le premier travail d'exploration a donc consisté à déterminer la nature des habitats qui pourraient être utilisés pour l'établissement des bleuetières ainsi que la nature des bleuetières elles-mêmes lorsqu'elles existaient déjà. Un tel travail a permis d'ordonner, de classer, d'analyser ces milieux en vue d'établir le degré de productivité de chacun d'eux. La nécessité de cette première étude n'est pas à démontrer puisqu'en effet il faut baser toute exploitation rationnelle sur des études de base si l'on veut déterminer les méthodes à utiliser lors de la mise en exploitation, savoir prendre les précautions nécessaires pour conserver les éléments favorables et éliminer ceux qui pourront être nuisibles, enfin, connaître la potentialité de cette exploitation. Cette nécessité est encore plus évidente lorsqu'il s'agit de créer des bleuetières, genre d'exploitation très particulière, puisqu'il faut conserver la plupart des éléments naturels du milieu primitif et savoir en tirer le plus de profit possible.

La superficie des terrains que l'on pourrait utiliser pour la culture du bleuet est théoriquement immense si l'on tient compte du fait que les espèces en causes sont parmi les caractéristiques de la grande forêt boréale qui s'étend sur une proportion importante de notre pays. Leur distribution est donc géné-

rale et leur amplitude écologique étendue puisqu'elles se retrouvent aussi bien en milieux très humides comme dans les tourbières que dans les milieux relativement secs comme dans la pinède à pin gris. Pourtant, l'expérience acquise aussi bien dans notre province qu'ailleurs montre que parmi les bleuetières établies à même le stock indigène, les seules qui soient économiquement possibles, se créent sur des sites à drainage bons sur dépôts alluvionnaires ou d'origine glaciaire à texture légère. En vertu de cette possibilité de trouver un nombre presque incalculable de sites où il serait possible d'établir des bleuetières, il a fallu limiter le travail à quelques stations dont le choix nous fut souvent imposé par les circonstances. Plusieurs stations furent choisies au Lac St-Jean à même les réserves déterminées par les Syndicats de Producteurs de Bleuets. D'autres stations ont été choisies en Abitibi-Ouest sur des sites qui furent jadis des bleuetières. De même, l'on a visité, pour fins de comparaisons, certains habitats du Cap-de-la-Madeleine et du comté de Kamouraska. En ce qui a trait à la classification des bleuetières elles-mêmes, les relevés ont été faits au Lac St-Jean et en Abitibi-Ouest, en 1961, dans des bleuetières privées ou dans des portions de certaines réserves où l'on exploitait déjà le bleuets.

Description botanique du bleuets

Le terme bleuets est un canadianisme. Des travaux sur la floristique dans les bleuetières du Québec ont permis de déterminer deux espèces de bleuets nain dont les noms scientifiques sont: *Vaccinium angustifolium* Ait. et *Vaccinium myrtilloides* Michx.

Vaccinium angustifolium est la plus répandue des deux espèces notamment dans les jeunes bleuetières de type Comptonie (voir la deuxième partie de ce travail). Elle peut être aisément identifiée par ses rameaux glabres, verruqueux, ses feuilles également glabres ou glabrescentes, luisantes, avec une marge denticulée serrée, ses fruits bleus sucrés recouverts de pruine. Outre l'espèce typique, il existe dans nos bleuetières la variété *nigrum* (Wood) Dole, distinctive par son feuillage glauque, ses fruits noirs sans pruine, plus acides que ceux de l'espèce typique, plutôt ellipsoïdes que sphériques et dont les lobes du calice sont généralement recourbés vers l'intérieur plutôt que vers l'extérieur. Les cueilleurs connaissent bien le bleuets noir qui « mouille » les contenant puisque son épicarpe étant plus mince, il est plus facilement écrasé et en outre il transpire plus fortement n'étant pas protégé par un recouvrement pruineux. En plus de l'espèce typique et de la variété noire, il peut exister, au Lac St-Jean, quelques formes qui semblent plutôt écologiques que génétiques. Ainsi, on trouve, notamment aux endroits très secs et fortement ensoleillés, une forme petite (quatre à six pouces de hauteur) qui donne des fruits de couleur grise. Cette forme, comme d'autres formes qui intéressent spécialement la taille, est provoquée par l'appauvrissement du milieu, spécialement par la répétition des feux.

Vaccinium myrtilloides n'est pas favorisé par la mise en culture des bleuetières: cette espèce semble exiger plus d'humidité et d'ombre que la précédente. Or, à la suite de brûlage successifs, les bleuetières s'assèchent et ne favorisent pas l'établissement de plants de cette espèce dans un milieu aussi xérothermique. Par ailleurs, on la retrouve en abondance dans les endroits plus humides et plus ombrés comme c'est le cas dans les bleuetières à Dièreville, à Thé du Labrador, etc. *Vaccinium myrtilloides* se distingue de l'espèce précédente par ses rameaux veloutés (spécialement les jeunes), ses feuilles pubescentes sur les deux faces, légèrement involutées, avec une marge entière. A part ces deux espèces morphologiquement caractérisées, plusieurs auteurs notamment Bell (1957) et Hall and Aalders (1961) ont démontré qu'il existe des variétés résultant de croisements entre elles. Ces croisements provoquent une pubescence plus ou moins dense sur les rameaux et les tiges et une fécondité relative. Au point de vue phénologique, Marie-Victorin (1935) affirme qu'au Lac St-Jean, les deux espèces fleurissent ensemble tandis qu'au sud du Québec *Vaccinium angustifolium* fleurit plus tôt; cette affirmation est répétée par Fortin (1949). Cependant, une étude de la périodicité dans les bleuetières (Lavoie et Cayouette, 1966) indique que *Vaccinium angustifolium* fleurit et mûrit ses fruits plus tôt que *Vaccinium myrtilloides*. Le retard de ce dernier peut être d'environ une semaine et demie.

Une troisième espèce qui n'a pas encore été identifiée au Lac St-Jean et en Abitibi mais qui peut être intéressante à mentionner est *Vaccinium boreale*. Décrite par Hall et Aalders (1961), cette espèce fut récoltée par ses auteurs à Terre-neuve puis par Löve (1961) au Mont Washington. D'exigence écologique similaire aux deux autres espèces quoique plus nordique, elle peut fort bien être présente également dans les territoires qui nous intéressent. *Vaccinium boreale* est morphologiquement semblable à *Vaccinium angustifolium*. Selon Hall et Aalders (*op. cit.*), il s'en distingue cependant par les caractères suivants: longueur de la couronne 3 à 3.5 mm. v/s 5 à 7 mm.; ramifications plus nombreuses; dimensions des grains de pollen, 35 à 40 v/s 40 à 43 microns; il s'en distingue enfin au point de vue cytologique par le nombre de chromosomes. *Vaccinium angustifolium* est tétraploïde ($2N = 24$) tandis que *Vaccinium boreale* est diploïde. Le travail de Hall et Aalders fait plus qu'apporter des précisions taxonomiques sur une nouvelle espèce. Il ouvre également des perspectives quant à l'étude biosystématique du sous-genre *Cyanococcus*. Ajoutée aux travaux de Camp (1945), permettant de distinguer une aire au sud, où *Vaccinium angustifolium* est diploïde, il montre qu'il y a également une espèce diploïde au nord, alors que le centre de distribution est occupé par un tétraploïde (un allotétraploïde, d'après Camp). Cette affirmation à l'effet que *Vaccinium angustifolium* est allotétraploïde est renforcé par le travail de Bell (1957) sur le degré de germination des graines de bleuët. Cet auteur conclue que si l'association entre la stérilité et l'hybridation peut s'appliquer à ses résultats, il découle que *Vaccinium angustifolium* est un hybride.

Description des communautés végétales

MÉTHODOLOGIE

La méthode que nous avons utilisée dans ce travail repose sur les principes de la phytosociologie telle que conçue par Braun-Blanquet (1932). Pour relever quantitativement les individus d'associations, nous avons utilisé le quadrat dont la surface correspond à peu près à l'aire minimale. Ces quadrats sont établis dans des stations qui sont floristiquement et écologiquement homogènes, c'est-à-dire là où il y a régularité de la répartition des éléments physiques et biologiques du milieu. Une fois le quadrat établi, nous avons procédé à l'identification des espèces présentes et nous avons déterminé pour chacune l'abondance-dominance et la sociabilité suivant les échelles de Braun-Blanquet. Les relevés ont été placés dans des tableaux de synthèse qui nous ont permis de définir divers groupements végétaux, des associations et des sous-associations que nous avons regroupées en alliance.

CHOIX DES STATIONS

Deux types de végétation, distinctes par leur physionomie, ont été choisis au départ: il s'agit de pinèdes à pin gris et de bleuetières. Si ces deux types de végétation sont différents au point de vue physionomique, leur relation est pourtant étroite au point de vue dynamique puisque leur établissement est provoqué par un facteur commun qui est le feu. En fait, ces deux formations sont des stades naturels dans la succession allogène progressive de la végétation. C'est dire, en effet, que si le feu a été très intense au point de détruire la couche d'humus, nous verrons apparaître quelques plantes pionnières peu exigeantes comme *Carex umbellata* dont les rosettes s'étalent sur le podzol mis à nu. A la suite de ce stade d'invasion, le bleuët s'installera avec ses compagnons habituels pour former une bleuetière dont le rendement ne saurait être appréciable. Si, d'autre part, le feu n'a que peu affecté le sol organique, le stade pionnier sera télescopé et la bleuetière se formera immédiatement. En plus de stimuler et rajeunir le bleuët, le feu favorise également l'établissement du pin gris de sorte que si aucune interférence ne vient entraver le processus normal de la succession, la bleuetière n'aura pas la chance de se maintenir longtemps, elle sera vite envahie par le pin gris qui, avec d'autres espèces transgressives comme le tremble, l'aulne et le bouleau, formera bientôt une forêt.

CLASSIFICATION PHYTOSOCIOLOGIQUE

Il nous apparaît logique que, dans une classification générale de la végétation, nous rattachions les pinèdes à pin gris et les bleuetières à la grande forêt boréale dominée par les conifères. La forêt boréale fait partie d'un ensemble d'éléments nordiques que Braun-Blanquet *et al.* (1939) ont appelé la classe *VACCINIO-PICEETEA*. Cette classe se rencontre sur le continent

eurasiatique ainsi qu'en Amérique du Nord depuis Terre-Neuve jusqu'en Colombie-Britannique. De cette classe, Braun-Blanquet a distingué deux ordres: *VACCINIO-PICEETALIA* et *GAULTHERIO-PICEETALIA*. Cependant, il serait préférable, croyons-nous, de séparer les pinèdes des pessières au niveau de l'ordre. Par ailleurs, le présent travail ne concernant que la pinède à pin gris, il serait prématuré de former un ordre de *PINETALIA*. D'autre part, le présent document nous permet de former l'alliance *PINION DIVARICATÆ*. Cette alliance groupera donc toutes les associations et sous-associations des pinèdes à pin gris de la Province de Québec. Le tableau I permet de distinguer les caractéristiques de cette alliance.

ASSOCIATIONS DES PINÈDES A PIN GRIS

Nous avons identifié cinq associations de pin gris. Parmi elles, deux se rencontrent au nord et au nord-est du Lac St-Jean dont une se retrouve également en Abitibi-Ouest. Dans cette dernière région, une autre association occupe les sites à sable grossier. Une association a été identifiée sur les Monadnocks de Kamouraska et enfin une autre sur les sables du Cap-de-la-Madeleine.

1.— *COMPTONIO-PINETUM*

Cette association comprend les pinèdes à Comptonie qui se sont établies à la suite de feux intenses. Au point de vue structural, il s'agit très souvent de forêts ouvertes, c'est-à-dire celles dont les arbres ne se touchent pas. La lumière peut donc pénétrer jusqu'au sol et permettre le développement de strates inférieures à espèces héliophiles. C'est le type de pinèdes le plus répandu sur les sables alluviaux du Lac St-Jean; c'est l'association la plus facile à reconnaître sur le terrain. Elle fut effectivement identifiée par Marie-Victorin lors de son voyage au Lac St-Jean, en 1925, sous le nom d'association « *Pinus-Comptonia-Solidago* » dont les espèces en causes sont *Pinus divaricata*, *Comptonia peregrina* et *Solidago puberula*.

La principale espèce caractéristique de cette association est la Comptonie. Sa présence au Lac St-Jean est relativement récente comme le fait remarquer Marie-Victorin (1925). En effet, elle semblait absente dans la région de Mistassini lors du voyage de Michaud en 1792 tandis que Provancher « ne l'avait rencontrée qu'au Bas Portage entre les lacs Kénogami et Kénogamichiche » (Marie-Victorin, *op. cit.*).

Quant à la région de l'Abitibi, où elle est peu abondante, aucun document nous permet de savoir si elle est d'introduction récente. L'homme y est sûrement pour quelque chose dans sa dissémination, soit en favorisant le transport des parties reproductrices, soit en préparant le milieu favorable à son établissement, c'est-à-dire, en créant un milieu sec grâce aux feux répétés.

Cependant, la distribution géographique de la Comptonie n'est pas indifféremment liée à n'importe quel habitat. Bien que l'on connaisse encore

très mal ses habitudes écologiques, cette étude quoique sommaire nous permet d'établir certaines coïncidences puisqu'en effet nous n'avons rencontré la Comptonie que sur dépôts de sable très fin, tandis qu'elle est absente sur du matériel grossier. Cette constatation est particulièrement évidente en Abitibi-Ouest où nous avons constaté la présence de la Comptonie sur les sables fins de St-Vital (Canton Clermont) et de Vilbois (Canton Lavergne). Également à Guyenne (Canton de Guyenne) nous avons constaté la présence de la Comptonie sur sable fin rougeâtre près du Lac Lyonnais tandis que lorsque les éléments sableux deviennent grossiers (au sommet de l'Esker) vers le rang V, la Comptonie disparaît totalement. Ajoutons cependant qu'en Abitibi-Ouest cette plante ne se retrouve pas nécessairement sur tous les dépôts fins sableux: nous ne l'avons pas rencontrée sur ce substrat à Duparquet; de même dans les endroits ci-haut mentionnés, elle n'est pas régulièrement distribuée comme cela se présente au nord du Lac St-Jean, mais elle présente des discontinuités inexplicables pour l'instant.

L'association *COMPTONIO-PINETUM* comprend, outre l'association typique, deux sous-associations, l'une d'elles *POTENTILLETOSUM* se distingue par la présence de deux espèces pionnières arénicoles: *Potentilla tridentata* et *Oryzopsis pungens*. Cette sous-association ne se présente que rarement au Lac St-Jean. Nous l'avons rencontrée dans le canton Parent où se trouve la concession du Syndicat des Producteurs de Bleuets de St-Méthodes. Sa présence est dûe, semble-t-il, à la destruction, dans le passé, du tapis végétal par des feux intenses et répétés. La sous-association *DIERVILLE-TOSUM*, par ailleurs, possède tout un cortège d'espèces à caractère relativement mésique, complètement absentes de l'association typique et de la première sous-association; ces espèces sont: *Diervilla lonicera*, *Cornus canadensis*, *Maianthemum canadense*, *Aralia nudicaulis*, *Pteridium latiusculum*, *Vicia cracca*, *Betula papyrifera*, *Prunus pensylvanica*, *Salix humilis*, *Alnus crispa*. Cette sous-association se rencontre dans la région de Péribonka et de Mistassini. Cependant, dans ce dernier endroit, des feux intenses ont dans certains endroits complètement brûlé l'humus ce qui a permis l'établissement de faciès à *Polytrichum piliferum* directement sur le podzol. Cette sous-association révèle un état de sécheresse moindre que les deux communautés voisines.

Quant à l'association typique, elle est la plus largement distribuée, on la relève à Ste-Jeanne-d'Arc, Girardville, St-Eugène. De même, elle existe d'une manière discontinue en Abitibi-Ouest, à St-Vital et à Guyenne.

2.— *PINETUM DIVARICATAE*

Pinède sèche sans Comptonie établie sur les Eskers de l'Abitibi-Ouest à sable grossier ou gravier à peine recouvert d'une mince couche d'humus. Cette association occupe, comme la précédente, les sites très secs où des feux intenses ont parfois détruit complètement le peu de matière organique qui existait.

Au point de vue structural, il n'y a guère de différence avec l'association précédente sauf qu'à maturité les pins sont plus gros, la forêt plus fermée. De même, on retrouve plus aisément des jeunes forêts où le pin croît avec une densité très forte. Au point de vue floristique, il faut noter d'abord la forte couverture des Cladonies dans l'association typique et celles de la Polytriche piliforme dans la sous-association *ANAPHALIETOSUM*. L'explication de cet envahissement du milieu par des Cryptogames héliophiles est donnée par le manque de matière organique au départ. En effet, la sous-association *ANAPHALIETOSUM* a été relevée à Guyenne sur des sites brûlés il y a environ dix ans. Le sol minéral qui a été pratiquement mis à nu est envahi par la Polytriche, plante pionnière par excellence. A mesure que le milieu devient plus favorable à la vie végétale, les Cladonies s'installent sur la Polytriche au point de la faire disparaître puis couvrent la strate mucinale parfois entièrement.

La sous-association *ANAPHALIETOSUM* fut relevée à Guyenne uniquement: c'est un endroit où la végétation est très ouverte et où les espèces arborescentes sont encore à l'étage arbustif. La présence dans cette sous-association de *Anaphalis margaritacea*, *Aralia hispida*, *Deschampsia flexuosa*, *Carex umbellata*, *Epilobium angustifolium* montre bien que le milieu n'est pas encore consolidé. L'association typique fut relevée uniquement en Abitibi-Ouest soit dans le canton Destor (dans le « Grand-brûlé »), à Duparquet et à St-Vital. Si elle n'a pas été relevée au Lac St-Jean, c'est dû sans doute au fait que nous n'avons travaillé que sur les sables alluviaux.

3.— *CARICI-PINETUM*

Un travail préliminaire au Cap-de-la-Madeleine nous a permis de distinguer une association de pin gris sur substrats sableux. Il s'agit de *CARICI-PINETUM*. A cause de sa situation géographique, cette pinède diffère sensiblement des deux précédentes au point de vue floristique. En effet, il s'agit là de l'une des stations méridionale du pin gris dans la Province de Québec. Cette pinède, étant à proximité de groupements décidus, entre en contact avec certains éléments méridionaux. C'est ainsi que nous avons pu distinguer deux sous-associations, l'une est la pinède avec bouleau à feuilles de peuplier *BETULETOSUM* et l'autre avec chêne rouge et érable rouge *QUERCE-TOSUM*.

Le statut dynamique de ces sous-associations a été donné par Dansereau et Raymond (1948); ces auteurs expliquent que l'invasion de la pinède par *Betula populifolia* est éventuellement suivie par *Quercus rubra*, *Acer rubrum*. Outre ces espèces différentielles, quelques autres distinguent nettement cette association; ce sont *Carex pensylvanica*, *Solidago nemoralis*, *Populus grandidentata* et *Viola adunca*.

4.— *LEDO-PINETUM*

Les pinèdes précédentes sont de types xérothermiques, on les retrouve dans les endroits secs fortement endommagés par les feux. L'association *LEDO-PINETUM* représente les pinèdes à caractère relativement humide, elle groupe quelques types végétaux de la pinède sèche et ceux de la forêt boréale humide. C'est le point de contact entre ces deux groupements. La nappe phréatique est près de la surface, ce qui a contribué à la conservation de l'humus lors du passage des feux; c'est ainsi qu'à St-Stanislas la matière organique atteint l'épaisseur parfois de six pouces. Cette matière organique est peu décomposée cependant, elle est surtout constituée de sphaignes. Le sable y est compact et fin. La structure de la végétation est très variable suivant l'âge des espèces transgressives. Ainsi, à Albanel, elle se présente souvent sous forme de forêt fermée tandis qu'à St-Stanislas, elle représente une savane où les espèces arborescentes sont plutôt rares. Le caractère floristique de cette association dénote bien l'humidité du substrat; ainsi, nous notons la présence de l'Épinette noire et du Thé du Labrador; de même, on relève la présence d'arbustes plus ou moins reliés aux tourbières: ce sont, *Nemopanthis mucronata*, *Viburnum cassinoides*, *Betula glandulosa*, *Salix pyrifolia*, *Aronia melanocarpa*, *Kalmia polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*. De même, à la strate muscinale, on rencontre fréquemment des coussins de sphaignes. Pour distinguer, en outre, cette association des précédentes, on peut noter l'absence de la Comptonie. Au point de vue dynamique, le milieu n'étant pas favorable à la croissance des espèces propres à la pinède typique, nous supposons que cette association sera vite remplacée par un groupement forestier appartenant à la forêt d'épinettes du type *Ledum-Vaccinium* de Lafond (1960) ou du type *Cladonia-Ledum* de Linteau (1959). Cette association fut identifiée à Albanel dans les rangs IV et V ainsi qu'à St-Stanislas. Cependant, à ce dernier endroit, on est en présence d'une association appauvrie par un feu relativement récent.

5.— *GAYLUSSACIO-PINETUM*

Sur les Monadnocks de Kamouraska, on retrouve également des pinèdes à Pin gris. Ces pinèdes ne sauraient cependant être transformées en bleuetières car la topographie ne s'y prête pas. Nous avons cru bon y référer afin de pouvoir comparer la nature de ces pinèdes avec celles du Lac St-Jean et de l'Abitibi-Ouest. Les relevés du tableau I ont été faits uniquement sur les montagnes du Martinet. Les pins gris des Monadnocks n'ont pas le même port que ceux des plaines sableuses: ils sont de taille peu élevée, soit une hauteur maximum de 12 à 18 pieds, ils sont rabougris, torturés par le vent, ils possèdent peu de branches à la base mais la couronne de l'arbre est souvent très dense. Le même phénomène d'ailleurs se produit sur le continent eurasiatique avec le Pin sylvestre, vicariant de notre Pin gris: dans les plaines de la Sibérie et de l'Europe centrale, il a belle allure et peut atteindre une hauteur de 40 à 50 mètres; mais à mesure que le climat devient plus chaud, vers le sud, il se réfugie dans les montagnes jusqu'à occuper la zone subalpine en climat méditerranéen.

A cet endroit, comme le pin gris sur les Monadnocks, il devient rabougri, déformé par le vent et le froid, ce qui a permis aux botanistes systématiseurs de distinguer plusieurs formes et variétés.

La structure des pinèdes des Monadnocks ne se présente pas non plus comme en plaine: les arbres sont très espacés, la végétation est réfugiée dans les plis des rochers quartziteux. Une grande surface des rochers nus est colonisée par les lichens appartenant aux genres *Parmelia*, *Gyrophora* et *Cladonia*. On peut, jusqu'à une certaine limite, apparenter ce milieu à celui où croît l'association précédente. Le principal point commun est l'humidité disponible pour les plantes: en effet, dans les replis des rochers de quartzite, les débris organiques s'accumulent pour former des poches, parfois considérables, d'humus plus ou moins décomposé. Cette matière organique s'imbibe facilement d'eau et crée un réservoir d'humidité où croissent des espèces communes à l'association précédente, ce sont: *Picea mariana*, *Nemopanthis mucronata*, *Viburnum cassinoides*, *Aronia melanocarpa*. De même, parfois, quoique rarement, on rencontre des coussins de sphaignes en activité. La comparaison floristique cependant ne peut aller plus loin, plusieurs espèces distinguent cette association de l'autre; la principale est *Gaylussacia baccata* qui domine à la strate arbustive. Probablement absente du Lac St-Jean et en Abitibi-Ouest, cette espèce se maintient en milieu riche en humus. Enfin, notons à titre différentiel la présence du Cèdre et du Genévrier commun puis l'absence de la Comptonie et du Thé du Labrador.

ASSOCIATIONS DES BLEUETIÈRES

La bleuetière telle que nous l'avons conçue jusqu'ici dans la Province de Québec est la bleuetière naturelle, c'est-à-dire, celle qui contient le bleuët nain indigène en grande abondance et qui s'installe après un feu accidentel ou provoqué, sur sites plus ou moins secs. Elle peut être productive durant quelques années puis devenir improductive à moins que les plants ne soient rajeunis. Lorsque les espèces arborescentes reprennent la vedette, le bleuët devient moins abondant au profit d'espèces plus tolérantes vis-à-vis l'ombre comme le *Kalmia*, le Thé du Labrador, etc. A ce moment, ce n'est plus une bleuetière mais une pinède ou une bétulaie ou une pessière.

La bleuetière naturelle peut devenir semi-cultivée si l'on prend les moyens de rendre plus productifs les plants de bleuët établis. Cette semi-culture se manifeste par quelques façons culturales simples telles que l'application d'engrais chimiques, d'herbicides, l'introduction d'agents pollinisateurs domestiques, etc.

A côté de ces bleuetières naturelles, il existe, aux États-Unis, des bleuetières cultivées. Dans ces champs il faut transplanter des jeunes plants, généralement en rangs et appliquer des méthodes de culture intensives. Dans ces bleuetières, on cultive des variétés horticoles sélectionnées à partir d'espèces hautes telles que *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium ashii*, etc.

Les bleuétières où nous avons étudié la végétation sont toutes des bleuétières naturelles. Nous avons surtout essayé de connaître la nature des bleuétières établies sur des sites occupés autrefois par les types de pinèdes décrits plus haut. Le but de cette relation est d'établir, dans le futur, des comparaisons entre la végétation primitive et la nature des bleuétières et leur rendement. Possédant toutes ces connaissances, nous pourrions constituer un barème fort utile dans le choix des terrains à être concédés aux producteurs.

Nous avons relevé à date trois associations dans les bleuétières installées après le feu. Comme pour la plupart des pinèdes, des relevés, compilés dans le tableau II, ont été faits au Lac St-Jean et en Abitibi-Ouest.

1.— *COMPTONIO-VACCINIETUM*

La pinède à Comptonie, comme nous l'avons vu, couvre la principale partie des sables fins du nord du Lac St-Jean; lorsque cette pinède est brûlée, la végétation se transforme en bleuétière pour donner l'association *COMPTONIO-VACCINIETUM*. Cette association possède comme principale caractéristique floristique *Comptonia peregrina* qui, déjà à la première année après le feu, couvre parfois jusqu'à 20% de la superficie. Elle devient donc la première espèce compétitive d'importance pour le bleuët et peut affecter ainsi son rendement. Son influence ne se limite pas à une simple valeur horizontale exprimée par la couverture, mais aussi par son développement vertical. En effet, la Comptonie est également favorisée par le feu: espèce héliophile xérotthermique, préférant le manganèse libéré par le feu (Trottier, 1952), elle croît plus vite que les autres espèces et l'année suivant le brûlage elle couvre le bleuët de ses rameaux, lui soustrayant ainsi la lumière dont il a besoin pour compléter son cycle vital.

La seconde espèce compétitive du bleuët est le *Kalmia*. Cependant, cette plante est généralement plus lente à s'établir que la Comptonie: l'année même du feu, on en voit peu et ce n'est qu'à la deuxième et à la troisième année après qu'elle devient nuisible au bleuët. L'association *COMPTONIO-VACCINIETUM* compte, outre l'association typique, deux sous-associations assez distinctes l'une de l'autre. La sous-association *POTENTILLETOSUM* a été relevée dans le canton Parent. Cette communauté est caractérisée par la présence d'espèces pionnières arénicoles; ce sont: *Potentilla tridentata*, *Oryzopsis pungens* et *Carex umbellata*. Leur présence dans ces bleuétières marque le point de dégradation où se trouvaient ces milieux après des feux très intenses. La matière organique est faible et consiste en un mor fibreux qui semble inactif. Comme on peut le voir au tableau II, le pourcentage de sol nu est beaucoup plus élevé sur ces sites que partout ailleurs. Cette inoccupation est au détriment du bleuët lui-même (couverture moins de 20%) de la Comptonie (un faible pourcentage), tandis que le *Kalmia* n'est pas affecté.

La sous-association *DIERVILLETOSUM* par ailleurs, montre un état moins xérique; la présence de certaines espèces qui ne souffrent pas de la sé-

cheresse excessive en fait foi, telles sont *Dierovilla lonicera*, *Pteridium latiusculum*, *Vicia cracca*, *Epilobium angustifolium*, *Cornus canadensis*. De plus, c'est dans cette sous-association que l'on rencontre le plus fidèlement le bleuët canadien (*Vaccinium myrtilloides*); moins tolérante à la sécheresse que *Vaccinium angustifolium*, cette espèce est pratiquement absente dans les deux autres communautés de l'association tandis qu'ici elle couvre parfois presque autant que l'espèce voisine. Par contre, il y a danger que la fougère d'aigle, espèce compétitive par excellence, devienne plus abondante dans ces milieux et soit nuisible au bleuët. Il faut noter enfin que l'humus est plus épais ici que dans les autres communautés de la même association.

L'association typique *COMPTONIO-VACCINIETUM* est très xérique comme la sous-association *POTENTILLETOSUM*. Cependant, contrairement à cette dernière, elle est largement distribuée au Lac St-Jean et en Abitibi-Ouest. Sa présence est relevée aux endroits suivants: St-Eugène, Ste-Jeanne-d'Arc, Notre-Dame-de-la-Doré, Vilbois. Il s'agit d'une communauté pauvre en espèce mais dont le sol est presque entièrement occupé par la végétation, contrairement à la sous-association à Potentille. Cette occupation se fait au profit du bleuët et de la Comptonie; de même, *Oryzopsis pungens* et *Carex umbellata* colonisent les espaces inoccupées.

2.— *VACCINIETUM*

Nous n'avons pu relever qu'une seule bleuëtière appartenant à l'association typique *VACCINIETUM*, dans le rang 9 de Duparquet en Abitibi-Ouest. Elle est établie dans un site à pinèdes typiques tel que décrites antérieurement; les conditions du milieu sont similaires. Le sol est un sable grossier, graveleux, avec très peu de matière organique. On remarque l'absence totale de la Comptonie.

3.— *LEDO-VACCINIETUM*

La bleuëtière à Thé du Labrador est la plus humide de celles que nous avons décrites ici. Les relevés proviennent de St-Stanislas et de Ste-Elizabeth. Il s'agit dans les deux cas d'une tourbière superficielle en voie d'assèchement qui fut jadis brûlée. En brûlant de nouveau, ce site devient plus xérique et permet l'établissement d'une bleuëtière où le *Kalmia* couvre parfois fortement même l'année après le feu. Les bleuëtières appartenant à l'association *LEDO-VACCINIETUM* contrairement aux autres bleuëtières peuvent être amplement pourvues de l'humidité dont les plantes ont besoin: la présence de *Vaccinium myrtilloides*, *Ledum grænlandicum* de même que l'absence de la Comptonie en font foi. Cependant, dans ces bleuëtières, le bleuët demeure petit et produit peu. Les raisons demeurent obscures pour l'instant mais des études présentement en cours sur les relations sol-végétation dans les bleuëtières permettront d'élucider ce problème.

Sous-associations	COMPTONIETOSUM								POTENTILLETOSUM				DIERVILLETOSUM					
No d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N. d'années après brûlage:	0	1	1	1	2	3	#	#	0	0	1	1	0	0	3	2	1	1
M. organique (po.):	3/4	3/4	3/4	1/2	1/4	0	0	1/2	3/4	1	3/4	3/4	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1	3/4
Sol nu (%):	20	10	80	5	10	20	10	10	50	50	45	30	25					
Quadrat (m.c.):	1	1	1	1	1	2	1.5	20	1	1.5	1	1.5	5	5	25	25	9	10
No du relevé:	20	16	18	19	17	10	11	33	3	4	1	2	23	38	22	15	46	25

De la Classe et de l'Ordre:

Vaccinium angustifolium	4.5	4.4	4.5	4.5	3.4	3.4	2.3	4.4	2.3	2.3	2.3	2.3	4.5	2.3	2.3	2.3	3.4	4.5
V. angustifolium nigrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.
Vaccinium myrtilloides	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	2.4	.	.	1.3	1.3	2.4	2.3	1.3	1.2
Kalmia angustifolia	+1	1.2	+2	+1	3.4	1.3	4.4	2.2	2.3	2.3	2.4	3.4	1.3	4.5	2.3	1.2	3.4	1.2
Cornus canadensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	1.1	.	.
Lycopodium trystachium	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lycopodium flabelliforme	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polytrichum piliferum	.	.	1.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	1.2
De PINION-DIVARICATAE:																		
Solidago puberula	+1	.	1.2	+1	+1	.	.	.	.	+1	1.3	+1	1.3	1.3	+1	(+1)	+1	.
Gaultheria procumbens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+1	+1	+1	.	.	.
Cladonia cristatella	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia spp.	.	.	.	.	.	.	2.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

De COMPTONIO-VACCINIETUM:

Comptonia peregrina	2.3	2.4	2.3	3.4	2.3	4.4	2.3	2.3	+1	+1	+2	+2	2.3	2.3	3.4	.	.	.
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	---	---	---

De la s.-ass. POTENTILLETOSUM:

Potentilla tridentata	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	2.3	2.3	2.3	.	.	.	.	.	.
Oryzopsis pungens	1.2	.	1.3	.	1.2	.	.	.	+1	+1	+1	1.3	.	.	.	.	.	.
Carex umbellata	.	+1	+1	+1	+1	+2	.	.	+2	+1	.	.	.	.	.	.	.	.

De la s.-ass. DIERVILLETOSUM:

Diervilla lonicera	+1	+1	1.2	.	.	.
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	-----	---	---	---

De LEDO-VACCINIETUM:

Ledum groenlandicum	+3	1.3	.
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-----	---

Compagnes:

Anaphalis margaritacea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.
Apocynum androsaemifolium	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.
Aralia hispida	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calamagrostis canadensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.
Carex aenea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
Carex houghtonii	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium angustifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	.	+1	+1	.
Malaxis uniflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+1)
Populus tremuloides	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	+1	.	+1	+1	2.3	3.3	1.1	+1	+1
Prunus pennsylvanica	.	.	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	1.1	+1	.	1.1	.	.
Pteridium latiusculum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	+1	1.2	.	.	.
Salix bebbiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+3	.	.	.	.
Salix discolor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
Salix humilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.
Vicia cracca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.

TABLEAU II. Groupements phytosociologiques de quelques bleuetières.

LA VOIE: PHYTOSOCIOLOGIE DES BLEUETIÈRES

Conclusions

L'importance de procéder à une classification des bleuetières et des sites propices à l'établissement de nouvelles bleuetières a été signalée au début de ce travail. Nous avons présenté cette classification comme étant un travail préliminaire auquel il faut s'attacher afin de mesurer et d'estimer les éléments qui sont entre nos mains. Les chances d'erreurs peuvent être amoindries si l'on sait, au départ, inventorier, classifier et ordonner les matériaux dont on dispose. D'autre part, les facteurs de réussite sont intimement liés aux connaissances des valeurs pratiques de ces matériaux.

Références

- BELL, H. P., 1957. The development of the blueberry seed. *Can. Journ. Bot.*, **35**: 139-153.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1932. *Plant Sociology* (transl. by H. S. Conard and G. D. Fuller). *McGraw-Hill Book Co., New York*, xviii + 439 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J., G. SISSINGH UND J. VLIENER, 1939. Prodrum der Pflanzengesellschaften. Fasz. 6: Klasse der Vaccinio-Piceetea. *Montpellier*, 123 pp.
- CAMP, W. H., 1945. The north american blueberries with notes on other groups of Vacciniaceae. *Brittonia*, **5**: 203-275.
- DANSEREAU, P. and M. RAYMOND, 1948. Botanical excursions in Quebec province: Montreal — Quebec — Gaspé Peninsula. *Bull. Serv. Biogéo.*, **2**, 20 pp.
- FORTIN, G.-N., 1949. Le bleuët nain sauvage. *Min. Agr. Can., Bull.* **822**, 37 pp.
- HALL, I. V. and L. E. AALDERS, 1961. Cytotaxonomy of lowbush blueberries in Eastern Canada. *Am. Journ. Bot.*, **48**: 199-201.
- LAFOND, A., 1960. Notes pour l'identification des types forestiers des concessions de la Quebec North Shore Paper Company. *Quebec North Shore Paper, Baie Comeau*, 93 pp. (2e édition).
- LAVOIE, V. et R. CAYOUE, 1966. Étude de la périodicité dans les bleuetières. *Ann. ACFAS*, **32**: 57.
- LINTEAU, A., 1959. Classification des stations forestières de la section des conifères du nord-est, région forestière boréale du Québec. *Min. Nord Can. et Res. nat., Dir. des Forêts*, Bull. 118, 93 pp.
- LÖVE, D., 1961. Quelques mots sur la flore de Mt. Washington, N.H. *Prog. XXIX Congr. ACFAS*; **38**.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1925. Étude floristique sur la région du Lac St-Jean. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **4**, 174 pp.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1964. Flore laurentienne. *Les Presses Univ. Montréal*, Montréal, 2e édition, 925 pp.
- TROTTIER, Jacques, 1952. L'influence du manganèse sur le développement du pin gris dans un brulis du type *Comptonia-Vaccinium* (PINETUM BANKSIANÆ). *Thèse, Fac. Arp. et Génie For. Univ. Laval*. Non publiée.

LA FORÊT D'ÉPINETTE NOIRE A MOUSSES DU QUÉBEC SEPTENTRIONAL ET DU LABRADOR¹

ILLMARI HUSTICH

Helsinki, Finland

Résumé

L'auteur esquisse une description des pessières noires à hypnacées du centre de la péninsule Québec-Labrador et, entre autres, les compare aux forêts similaires de la Finlande et de la Scandinavie. Il met l'accent sur leur hétérogénéité écologique. Même s'il est possible de considérer que ces pessières sont une sorte d'étape « climacique » de l'évolution de la forêt boréale, il apparaît encore nécessaire d'accroître et d'approfondir les recherches écologiques sur cet écosystème forestier.

Abstract

The author gives a simple over-all picture of the black spruce feather moss forests in the central Quebec-Labrador peninsula and i. a. compares these forests with similar forests in Finland and Scandinavia. He stresses their ecological heterogeneity. Although it can be said that the feather moss forests form some kind of 'climax' stage in the boreal forest evolution, this forest ecosystem still needs a fair amount of thorough ecological investigations.

Cette description générale de la pessière noire à hypnacées s'appuie sur nos observations recueillies au cours d'excursions dans les régions centrale et nordique du Québec ainsi qu'en Labrador et dans le nord de l'Ontario. L'étude vise à démontrer la nécessité de recherches plus approfondies sur cet écosystème forestier écologiquement important. S'il existe des climax forestiers dans la nature, la forêt d'épinette à hypnacées est certainement l'un d'eux. La pessière noire à mousses, assez abondante au voisinage de la ligne de partage des eaux, a jusqu'à maintenant été relativement épargnée par les exploitations.

Cette forêt particulière a été décrite par maints auteurs, surtout au Québec. Linteau (1955, p. 17) décrit les pessières à *Hypnum* dans un travail d'inventaire complet des types forestiers de la Côte Nord et montre qu'on peut les considérer comme climaciques; Lafond (1956, p. 11) plus tard définissait dans la même région le type à *Calliergon*; Hatcher (1963, p. 6) a aussi étudié ces forêts. Un type à *Pleurozium* — *Kalmia* — *Vaccinium* de la région de la Rivière Franklin fit, quelques années plus tôt, l'objet d'une description par Kujala (1945). Une série de notes de Hustich (1949, 1950, 1954, 1965) portent sur la forêt d'épinette noire à mousses. De son côté, Wilton (1964, p. 27) donne

1. Traduit de l'anglais par L. Rousseau, Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec.

d'importants renseignements sur le type de forêt d'épinette et de sapin à mousses, principale source de bois à pâte du Labrador. En autant que nous sachions, l'inventaire le plus détaillé de ce type de forêt de l'est du Canada est dû à Damman (1964) et porte sur la région centrale de Terre-Neuve; l'auteur s'est particulièrement attaché à la description de la « pessière noire à mousses », de sa végétation et des propriétés de son sol.

La pessière noire à mousses couvre la région nordique de tout le Canada (Hustich, 1949; Moss, 1955; Ritchie, 1959; Horton et Lees, 1961). Elle est aussi caractéristique de l'écosystème forestier circumpolaire. Plusieurs variétés de forêts d'épinette à mousses ont été décrites en Suède ou Finlande, en Russie et ailleurs. On doit cependant remarquer que la similitude entre les types décrits n'est qu'apparente (*cf. infra*). A titre d'exemple, il semble qu'au moins le type *Hylocomium-(Vaccinium) Myrtillus* de Finlande, parfois considéré comme canadien, soit différent à un certain degré des forêts à mousses décrites par les auteurs ci-dessus au Québec-Nord et au Labrador. La couche humifiée peu compacte formée par l'entrelacement de mousses et de racines décomposées dans les pessières à mousses du Québec septentrional n'est pas si dure ni profonde que le « Kuntta » (i. e. la couche humifiée) des forêts à *Hylocomium-Myrtillus* de Laponie. Ceci tient à l'abondance plus grande des arbrisseaux nains de ce dernier type et aussi au fait que les forêts à arbrisseaux nains et à mousses de l'est du Canada semblent avoir généralement un « Kuntta » moins accusé. Cette impression qui s'est dégagée de nos études au Labrador et en Laponie devrait cependant être vérifiée par des études écologiques comparatives plus approfondies. Les successions du type *Hylocomium-Myrtillus* ci-haut mentionné ont fait l'objet d'une importante publication d'écologie forestière par Sirén (1955). La pessière noire représente généralement une étape avancée de l'évolution de la forêt vierge d'épinette, dans laquelle la croissance des arbres dégénère lentement par suite de divers facteurs interdépendants. Sous couvert assez fermé (1000-1500 tiges à l'acre), les arbrisseaux sont absents et seuls subsistent quelques phanérogames, vestiges habituellement stériles d'individus nains probablement plus luxuriants à une époque antérieure.

Le trait dominant de telles forêts est, évidemment, le tapis de mousses formé par l'une ou quelques unes des espèces circumpolaires d'hypnacées: *Pleurozium (Calliergon) Schreberi*, *Hylocomium splendens (H. proliferum)* et, occasionnellement, *Ptilium (Hypnum) crista-castrensis*. Dans les pessières blanches (sur roche-mère plus riche, sur alluvions, etc. . .) *Rhytidiadelphus triquetrus* domine la strate muscinale

Dans le nord québécois et au Labrador, *Pleurozium* est l'espèce la plus importante, particulièrement dans les pessières noires (Hustich, 1965). L'*Hylocomium* semble avoir les mêmes habitats et exigences; il est peut-être légèrement plus fréquent dans les soi-disant « plus riches » forêts à mousses d'épinette noire, d'épinette blanche et de sapin que le *Pleurozium*. Le *Pleurozium*

semble légèrement plus tolérant quant à la lumière que l'*Hylocomium* (Tamm, 1953, p. 46). Dans la forêt ouverte à lichens, *Pleurozium* se retrouve sous le couvert des épinettes éparses; dans les pessières à mousses à couvert dense, on aperçoit souvent des arbustes nains stériles sous les arbres et les mousses dans les intervalles (ombragés). *Ptilium* exige apparemment encore moins de lumière que les deux autres espèces communes d'hypnacées (cf. Tuomikoski, 1948).

Le pH des différentes espèces d'hypnacées est généralement celui de la litière d'aiguilles d'épinettes de l'endroit. Le pH de *Pleurozium* semble légèrement inférieur à celui d'*Hylocomium* et de *Ptilium*. En règle générale, les mousses vivantes, la couche d'humus et la litière d'aiguilles ont, dans la pessière noire, une acidité marquée de l'ordre de 4 à 4.5 habituellement. Il en découle une acidité ordinairement plus grande dans la couche d'humus que dans le sol sous-jacent (cf. Teivainen, 1952, *a.o.*), abaissant ainsi le pH du site à mesure que la forêt vierge vieillit. Ce fait est remarquablement évident sur la côte basse occidentale de la baie d'Hudson.

Au fur et à mesure de cette lente « dégénérescence » (d'autres phénomènes chimiques s'ajoutent aussi à l'augmentation de l'acidité), la croissance des arbres ralentit et rend le peuplement davantage sensible aux attaques des champignons et des insectes. C'est la raison qui fait sentir aux forestiers du Québec, du Labrador aussi bien que de l'Europe du nord la nécessité de prescrire une coupe à blanc de telles forêts surannées ou tout simplement l'incendie pour obtenir une croissance plus rapide (on a ici l'équivalent du brûlage de savane en zone sub-tropicale). Il faut dire que la vieille pessière se rajeunit elle-même, mais la nature, avec ses feux et chablis irréguliers, est cependant beaucoup trop lente à l'échelle de l'économie humaine.

Quant à l'écologie et à la biologie des hypnacées, le fait le plus remarquable (typique également des « lichens à caribou » mais non de plusieurs autres espèces de mousses), est qu'elles sont des « ectohydrates »; elles puisent la majeure partie de leurs éléments nutritifs dans les eaux météoriques chargées d'ammoniac, de nitrate et de poussières atmosphériques et enrichies en sels solubles au passage à travers la cime des arbres (Tamm, 1953, p. 120).

Les hypnacées croissent en tapis, recouvrant pierres et troncs renversés et remplissant les petites dépressions entre les arbres. La croissance en longueur ou hauteur des mousses atteint 0.2 à 1 pouce selon l'habitat; la partie vivante d'une mousse, — et ceci s'applique à toutes les espèces, — varie en longueur et en âge en relation avec l'âge total du tapis de mousse considéré et avec la qualité de la station. La décomposition de la mousse est lente sur le sol généralement de type podzolique dans la pessière noire à mousses (au sujet des propriétés du sol de ces forêts, voir Damman, 1964). La couche humifiée sous le tapis vivant de mousses est ordinairement mince, atteignant un pouce peut-être seulement après des centaines d'années de croissance sans perturbation; ce trait est cependant très variable. Dans la vieille pessière à mousses,

les signes de dégénérescence sont parfois frappants. Les lichens épiphytes (surtout *Alectoria* spp.) atteignant souvent dans ces vieilles forêts un développement important, couvrant les branches et rameaux de voiles noirs même avant la mort des arbres. A l'intérieur des troncs la pourriture progresse de plusieurs mètres avant qu'ils ne se renversent. La faune délaisse ces forêts sur lesquelles plane le silence de la décrépitude et de la mort.

Cette « forêt climacique » coniférienne, en apparence simple et homogène, peut cependant avoir des origines diverses: incendie, « histoire » écologique du site, qualité du sous-sol, acidité du sol et, évidemment, l'espèce arborescente dominante. Ainsi, au Québec et au Labrador, on trouve des forêts à mousses d'épinette noire mûre ou surannée, d'épinette blanche et de sapin, en peuplement pur ou mélangé, parsemées localement de pin gris, de bouleau blanc, etc. Ces forêts se divisent habituellement en sous-types, surtout sur la base de l'espèce forestière dominante. Il est intéressant de noter à cet égard qu'au Québec et en Ontario, les forêts de pin gris précédant la pessière noire à mousses ont, avant l'apparition de la dégénérescence, un rendement à l'acre étonnamment élevé.

Le feu joue le rôle le plus important dans la création des pessières noires à mousses équiennes (Wilton, 1964). Nos propres observations au lac Morhiban laissent entrevoir que la pessière noire à mousses peut aussi provenir d'une pessière noire à lichens, succession qui n'est probablement pas rare au Québec nordique et au Labrador (Hustich, 1965). Moss (1955, p. 531) laisse entendre aussi que l'association épinette noire-sphaignes pourrait suivre l'association épinette noire-hypnacées. Cependant, si la forêt est épargnée par le feu, ces successions et bien d'autres prendraient plusieurs centaines d'années; nous en savons cependant très peu de choses. Le tapis de mousses de ces forêts atteint 1/3 à 2/3 de pied d'épaisseur. Une telle couche s'oppose au développement des semis forestiers. Les troncs en pourriture constituent cependant un bon lit de germination, comme l'a démontré, il y a un siècle, Göppert (1868) dans sa description des forêts vierges d'épinette et de sapin d'Europe centrale. On consultera aussi Sernander (1936) qui a établi une intéressante classification de la « nécrotisation » (*sic*) des troncs pourrissants des forêts primitives d'épinette et de mousses du centre de la Suède. Il écrit qu'après « environ 90 ans suivant la chute d'un tronc, sa présence ne peut être décelée dans le tapis d'*Hylacomium* » (*loc. cit.*, p. 224). Ceci peut varier cependant dans une large mesure selon l'espèce forestière et son état de pourriture avant la chute (*cf. infra*).

Le système racinaire des arbres de ces forêts à mousses pénètre à peine sous la zone humifiée du tapis de mousses, en partie à cause de l'altos habituel du podzol, mais aussi à cause de la prédominance du « semipermagel » dans la région nordique de l'épinette. Dans les pessières à mousses du nord québécois, on peut trouver la couche d'humus encore gelée jusqu'à la mi-juillet (Hustich, 1965, p. 7). Ce « semipermagel » est un facteur important qui a été cependant négligé et auquel on doit en partie attribuer la croissance lente des arbres des

pessières noires à mousses du nord du Québec et du Labrador. On appréciera, en examinant la figure 1, la croissance lente des arbres d'une vieille pessière du lac Morhiban.

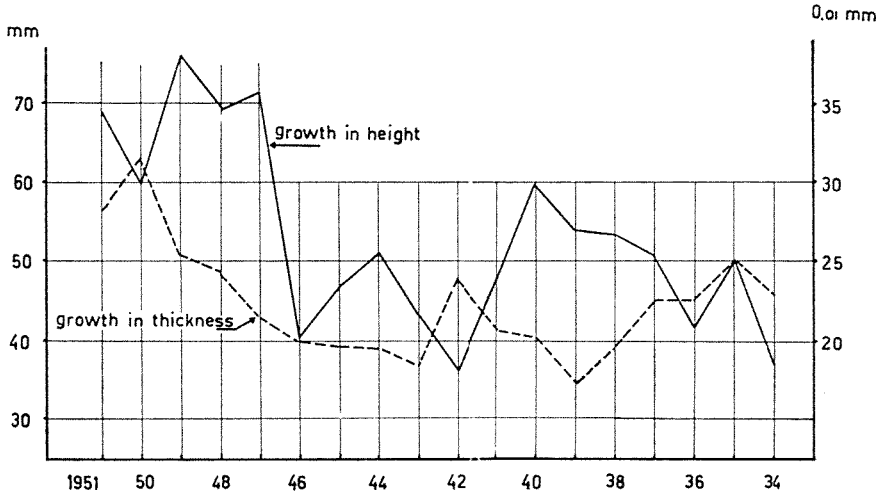


FIGURE 1. Accroissements de la hauteur (mm) et des cernes annuels (0.01 mm) de neuf tiges d'épinette noire d'une pessière surannée à hypnacées d'une île du lac Morhiban, Québec (Hustich, 1965). Comme d'habitude, les maxima des accroissements ne coïncident pas, à cause des mécanismes physiologiques de croissance différents dans les deux cas.

Les systèmes radiculaires des tiges d'une vieille pessière à mousses, surtout dans les peuplements où prédomine la reproduction par marcottes, sont plus ou moins interconnectés. C'est probablement là l'explication de la faible proportion de chablis comparativement aux peuplements où l'enracinement est horizontal; de plus, ces forêts sont plutôt denses, comportant 1000 à 1500 tiges à l'acre.

Cependant, à cause de la faible profondeur d'enracinement de ces forêts et de la minceur habituelle de la couche d'humus, un coup de vent peut, en renversant les troncs, découvrir des plages de sol minéral, milieu propice à la germination. Ce fait a déjà été mis en évidence par les vieux forestiers scandinaves et finlandais (Heikinheimo, 1921). Dans les vieilles forêts à mousses, les graines ne se développent tout simplement pas dans le tapis de mousses lui-même (excepté, occasionnellement, celles du sapin baumier); elles ont besoin du sol minéral nouvellement exposé ou des troncs pourris que la mousse n'a pas encore recouverts. Ces faits expliquent la croissance rapprochée, en touffes, des arbres de ces forêts.

Dans la forêt fermée à mousses, des phanérogames épais s'introduisent sur les plages fraîches du sol minéral, ou, plus fréquemment, commencent, à partir de ces endroits, leur développement. Il n'est pas rare que déjà des graines

ou peut-être des tiges de phanérogames, d'arbustes nains et vraisemblablement aussi des graines d'essences forestières soient déjà présentes au sol, depuis des étages antérieures de l'évolution de la forêt à mousses considérée. L'apparition soudaine du sorbier ou d'une tige de tremble ou d'aulne, etc., dans une vieille forêt à mousses, peut parfois s'expliquer ainsi. Pendant un temps, l'arbuste nain (dont quelques individus arrivent très rarement à produire de bonnes graines) fleurit et fructifie, jusqu'à ce que le tapis de mousses se referme, laissant seulement des tiges stériles qui se reproduisent végétativement ou sont éliminées. Il nous semble que la présence irrégulière d'arbustes nains épars, due aux facteurs sus-mentionnés, exerce une influence excessive sur la nomenclature des différents sous-types de pessières à mousses.

Néanmoins, dans le tapis formé d'hypnacées, on trouve habituellement, même à l'état peu développé, des phanérogames comme *Kalmia angustifolia*, *K. polifolia*, *Ledum grænländicum*, *Vaccinium* spp., *Chiogenes hispidula*, etc. De toutes ces espèces, *Chiogenes* est la moins exigeante de lumière, d'où sa bonne croissance dans les tapis de mousses. *Chiogenes* est aussi très souvent la première espèce à envahir le côté ombragé des troncs renversés (cf. *supra*), parfois avec des tiges et des racines de *Vaccinium Vitis-Idæa* qui, de l'autre côté, pénètrent le bois pourri.

Les tiges des pessières à mousses sont donc en concurrence les uns avec les autres et avec les arbustes nains dans un substrat mal aéré et déficient en éléments nutritifs. La cause de la disparition des espèces arbustives naines est donc de toute évidence, non seulement la croissance plus active du tapis de mousses mais aussi la lutte pour un sol pauvre contre les espèces arborescentes. Dans de telles forêts, l'accroissement annuel du volume des racines des arbres dans la couche d'humus et dans le sol pourrait dépasser celui de leurs parties aériennes.

Dans les pessières à mousses, l'origine des arbres est d'une part la graine, d'autre part la propagation végétative. Quelquefois, les deux modes de reproduction sont également importants, d'autres fois le marcottage domine le semis ou est totalement inexistant. On consultera à ce sujet l'étude détaillée de Heikinheimo (1921) sur la reproduction des pessières à mousses en Laponie. Cependant, malgré la subjectivité de nos impressions, le phénomène du marcottage semble plus fréquent dans les forêts d'épinette noire à mousses du Québec et du Labrador que dans les forêts d'épinette de Norvège du nord de la Finlande. La reproduction végétative caractérise en particulier les vieilles forêts de sapin baumier à mousses. Les marcottes d'épinette noire et de sapin baumier se développent d'ordinaire très lentement dans les forêts à mousses. Nos observations montrent que les tiges de ces espèces produites par marcottage, lorsque hautes d'un à deux mètres, peuvent être âgées de 30 à 60 ans et avoir un d. h. p. d'environ un pouce. On consultera avec intérêt la description des « *margranar* » (*i. e.* épinettes à croissance retardée) par Sernander (1936) et Sirén (1950).

Les arbres provenant de marcottes tôt libérées présentent clairement une courbure du tronc au niveau du sol causée par l'apparition subite du phototropisme de la tige. L'épinette noire en forme de candélabre (Hustich, 1949), assemblage souvent magnifique des deux types de reproduction, n'est pas aussi fréquente ni bien développée dans les forêts à mousses que dans celles à lichens, bien qu'un examen plus attentif permette de l'y retrouver. Horton et Lees (1961) ont traité en détail des modes de reproduction de l'épinette noire.

Les marcottes d'épinette noire qui seraient libérées assez tôt, disons par un chablis affectant des arbres avoisinants, possèdent une tige quasi rectiligne, fleurissent et fructifient aussi normalement (Hustich, 1965). Il n'est donc pas toujours facile de distinguer, surtout dans une forêt surannée à tapis de mousses dense, l'origine des différentes tiges.

Nos observations nous portent à croire que les épinettes noires issues de marcottes sont plus susceptibles à la carie que celles nées de graines. En dépit d'un cœur presque entièrement décomposé, ces tiges dont l'extension annuelle n'atteint pas un pouce croissent, en toute apparence, normalement et produisent des inflorescences des deux sexes. Chez de telles épinettes, la partie cylindrique du tronc qui permet le passage de la sève est formée des 10 à 15 derniers accroissements annuels, formant ensemble une couche d'à peine quelques millimètres peut-être. Malgré tout, les arbres tiennent bon. Mais, quand enfin une tige se renverse, elle se décompose rapidement, plus rapidement que le suggère l'échelle de « nécrotisation » de Sernander. Les racines de semis ou d'arbrisseaux nains pénètrent facilement le bois pourri, suivies par les tapis encore peu serrés de mousses.

Le rendement de la pessière noire à mousses dépend évidemment de l'âge du peuplement, de la qualité de la station et d'autres facteurs. La croissance en hauteur des tiges moyennes varie entre 5 et 10 cm par an; celle du diamètre est à peine supérieure à 1 mm par an et bien moindre dans la forêt surannée. Apparemment, l'âge des épinettes noires de la forêt à mousses n'excède pas 250 ans par suite de l'effet de dégénérescence de la station. C'est donc dire que toute estimation du rendement à l'acre dans ces peuplements doit tenir compte de l'âge, de la localité, de la station, etc. Lafond (1956) situe entre 18 et 35 cordes à l'acre le rendement de son type *Calliargon* (*Pleurozium*) de la Côte Nord. Les évaluations de Wilton (1964) pour certaines forêts d'épinette noire et de sapin baumier à mousses en diverses régions du Labrador sont de 8 à 17 cordes à l'acre. Nos valeurs pour les vieilles épinettes noires du lac Morhiban (Hustich, 1965) sont inférieures à 10 cordes à l'acre.

Il est bien naturel que les renseignements variés concernant le rendement, le nombre de tiges, leur croissance en hauteur et en diamètre, l'augmentation volumétrique annuelle, etc., couvrent un large spectre. Il faut en rechercher la cause principale dans l'homogénéité toute superficielle de ce type forestier, ou, préférablement, de ce complexe écosystématique forestier, homogénéité

qui recèle à différents endroits des différences fondamentales d'âge, d'origine et de conditions de station.

Du point de vue purement forestier, la pessière noire à hypnacées, arrivée à l'état de peuplement suranné, ne constitue en réalité qu'un passif, dont il faut se départir par la coupe ou le feu pour laisser place à des forêts plus rationnelles. Cependant ces écosystèmes forestiers présentent un intérêt écologique considérable. Ils jouent un rôle de premier plan dans la succession forestière aussi bien dans la théorie du climax que dans les classifications des types ou des écosystèmes forestiers. On n'a pas apporté toute l'attention qu'il aurait fallu à ce rôle double de la pessière noire à mousses. Nous voudrions en particulier appuyer fortement sur la nécessité d'étudier l'histoire forestière de ces peuplements, leur humus, leur « nécrotisation » (*cf. supra*) et la dynamique de leur sol, avant de pouvoir se faire une idée précise de leur rôle dans la succession des forêts. Plusieurs auteurs (Aichinger, 1960, p. 9; Wilton, 1964, p. 27; Damman, 1964, p. 27; etc.) ont mis l'accent sur l'hétérogénéité des pessières noires à mousses. La conséquence qui s'impose en toute logique est l'abandon de cette emphase injustifiée sur des synthèses raffinées de la végétation et des classifications abstraites du sol et des régimes d'humidité, qu'il faut remplacer par des recherches approfondies sur l'écologie de ces forêts.

Références

- AICHINGER, E., 1960. Können wir eine gemeinsame Plattform für die verschiedenen Schulen in den Waldtypenklassifikation finden? *Silva Fennica*, **105**, 5-15.
- DAMMAN, A. W. H., 1965. Some Forest Types of Central Newfoundland. *Forest Res. Br. Contr.*, **596**, 1-62.
- GÖPPERT, H. R., 1868. Skizzen zur Kenntnis der Urwäldern Schlesiens und Böhmens. *Verh. Kais. Leop. Carol. deutsch. Akad. Naturf.*, **34**, 1-57.
- HATCHER, R. J., 1963. A Study of Black Spruce Forests in northern Quebec. *Dept. of For. Publ.*, **1018**, 1-37.
- HEIKINHEIMO, O., 1922. Über die Bewirtschaftung der Fichtenwäldern Nordfinnlands. *Comm. Inst. Quest. For. Finl.*, **5**, 1-132.
- HORTON, K. W. and LEES, J. C., 1961. Black Spruce in the Foothills of Alberta. *Forest Res. Br Techn. Note*, **110**, 1-54.
- HUSTICH, I., 1949. On the Forest Geography of the Labrador Peninsula. *Acta Geogr.*, **10**, 1-63.
- HUSTICH, I., 1950. Notes on the Forests on the East Coast of Hudson Bay. *Ibid.*, **11**, 1-83.
- HUSTICH, I., 1954. On Forests and Tree growth in the Knob Lake Area, Quebec-Labrador Peninsula. *Ibid.*, **13**, 1-60.
- HUSTICH, I., 1965. A Black Spruce Feather Moss Forest in the Interior of Southern Quebec-Labrador Peninsula. *Acta Geogr.*, **18**, **6**, 1-26.
- KUJALA, V., 1945. Waldvegetationsuntersuchungen in Kanada. *Acad. Scient. Fenn. A. IV*, 1-426.

- LAFOND, A., 1956. Notes pour l'identification des types forestiers. *Quebec North Shore Paper Co., Baie Comeau* 1-57.
- LINTEAU, A., 1955. Forest Site Classification of the Northeastern Coniferous Section, Boreal Forest Region Quebec. *Forestry Br. Bull.*, **118**, 1-85.
- MOSS, E. H., 1955. The Vegetation of Alberta. *Botan. Rev.*, **21**, 493-567.
- RITCHIE, J. C., 1956. The Vegetation of northern Manitoba. I. *Can. J. Bot.*, **34**, 523-561.
- SERNANDER, R., 1936. Granskär och Fiby urskog. *Acta Phytogeogr. Suecica*, **8**, 1-232.
- SIRÉN, G., 1950. On the Biology of Undergrown Spruce. *Acta For. Fenn.*, **58**, 1-90.
- SIRÉN, G., 1955. The Development of Spruce Forest on Raw Humus Sites in northern Finland. *Ibid.*, **62**, 1-408.
- SJÖGREN, E., 1954. Studien über die Ökologie der radikanten Moosvereine. *Oikos*, **5**, 101-133.
- TAMM, C. O., 1953. Growth, Yield and Nutrition in Carpets of a Forest Moss (*Hylocomium splendens*). *Medd. fr. Stat. Skogsf. Inst.*, **43**, 1-140.
- TEIVAINEN, L., 1952. Über die Vegetation der frischen Heidewäldern in Nordfinnland. *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo*, **25**, 1-168.
- TUOMIKOSKI, R., 1948. Kangasmetsiemme sammalikosta. *Luonnon Tutkija*, **3**, 76-82.
- WILTON, W. C., 1964. The Forests of Labrador. *Dept. of Forestry Publ.*, **1066**, 1-72.

THE FLORA AND VEGETATION OF THE SOUTHERN MANITOUNUK ISLANDS, SOUTHEAST HUDSON BAY, AND A CONSIDERATION OF PHYTOGEOGRAPHICAL RELATIONSHIPS IN THE REGION

PAUL F. MAYCOCK

*Department of Botany
McGill University, Montreal*

Résumé

Des données sur la flore et la végétation des Iles Manitounuk sont présentées et comparées avec des régions avoisinantes. On note que plusieurs espèces intéressantes de la région s'étendent au-delà des limites connues. On présente ensuite une analyse phytogéographique de la flore des Manitounuks Sud. Cette analyse fait ressortir que la flore de ces îles est plus arctique que les flores des régions avoisinantes. On signale, de plus, l'existence d'une brusque transition entre la flore à affinité boréale, la flore à affinité subarctique et la flore à affinité arctique dans la région de la rivière de la Grande Baleine au sud-est de la Baie d'Hudson où cette transition s'effectue dans un rayon de 11 milles.

Abstract

Data on the flora and vegetation of the Southern Manitounuk Islands are presented and discussed relative to nearby areas. Range extensions for several species of interest in the region are also provided. A phytogeographical analysis of the Southern Manitounuk flora is undertaken and comparisons drawn to neighboring floras. The Manitounuk flora is decidedly arctic in character and more so than surrounding regions. Attention is drawn to a decidedly abrupt transition from a flora which is boreal and its phytogeographical affinities to one which is subarctic to one which is arctic, all within a distance of only 11 miles in the Great Whale River region of southeast Hudson Bay.

Introduction

The area centered upon the mouth of the Great Whale River in the southeastern region of Hudson Bay possesses a varied flora and vegetation. Extensive dune systems occur along the shorelines and beach and strand communities and beach prairies as well as moist panne communities are well established. South of the river on a raised sandplain closed boreal forest is to be found and similar but richer forest types occur in the moist ravines and moist seepage slopes leading down to the creeks and draws. Vast tracts of subarctic parkland and open boreal forest types exist on the drier sections of this sandplain and on the more rigorously drained slopes. Aquatic communities of various types, alder swales and moist shrub carrs dominated by willow occur along the river banks and on the sandbars and restricted terraces along the creeks and rivers. Bog communities are restricted in the immediate area of the

river mouth but are more frequent inland. On the rocky ridges at higher elevations the forest thins until trees become stunted and then disappear completely to be replaced by heath communities of a variety of types depending on the availability of moisture. Disturbance communities, particularly prairies dominated by forbs and tundra species on the sand dunes, are also common in the many areas where man has intervened to destroy or disrupt the original natural vegetation cover. These and other vegetation types harbour a large number of vascular plants as well as a variety of cryptogams which in combination produce a very varied landscape. From the adjacent surface of Hudson Bay the general patterns of densely forested valleys, ravines and draws, sparsely wooded slopes and barren tundra-capped ridges, are evident.

A few miles north of the river mouth and less than three miles offshore there stretches a long narrow chain of islands which on the shoreward side forms a narrow sound and is broken only occasionally and provides quite limited access to the adjacent coast. The members of this island chain are seen to rise very gradually from sea level on their western flanks to form high bluffs of 150 to 200 feet which then fall abruptly to the sound on the shoreward side. When these islands are closely approached it is surprising to discover that they are almost completely treeless. A few restricted remnants of spruce forest persist in a few of the more protected ravines on the leeward slopes and the occasional tiny grove of stunted spruce is to be observed scattered over the rolling slopes and valleys, but tundra markedly dominates the landscape. This vegetational view is all the more striking when just two and a half miles across the sound, extensive forest cover can be clearly seen on the mainland coast.

In the vicinity of Great Whale River a variety of plants of various geographical affinities may be observed. Plants typical of the boreal forest are common as are those of subarctic communities. On the dune systems, in the shore communities and in the tundra communities of higher elevations or in the more exposed sites, plants of arctic affinities are observed. On the contrary on the Manitounuk Islands the arctic element appears to be the dominant component of the flora, subarctic elements are less important and the boreal element has very reduced importance. These contrasts which are immediately evident are all the more striking when the mainland coast is but a short two and a half miles away.

On the evening of August 2, 1960, the writer was aboard the M. V. *Calanus*, ship of the Arctic Unit of the Fisheries Research Board of Canada which was en route from Great Whale River to the Belcher Islands some hundred miles to the northwest. A heavy storm arose and the ship was forced to seek cover in the protection of the Manitounuk Islands in Manitounuk Sound. An anchorage was established in a small bay at the southeastern extremity of Merry Island. The writer was fortunate in having been permitted time ashore to collect plants and observe the vegetational communities. On a return visit

to the Belcher Islands in August 1967, it was possible to return again to the Manitounuks by canoe with two Eskimo friends and a day was spent on Neilson Island, a smaller island to the south of, but adjacent to Merry Island.

A review of the literature revealed that collections had also been taken on Bill of Portland Island, the southernmost island of the group and thus there was a considerable amount of information available for the three southern islands of the chain. Although it was not possible in the short time available during the two visits of the author, to obtain a complete inventory of the flora, it seemed advisable because of the interesting flora and vegetation of the islands, the striking contrasts with the mainland which has been more extensively studied by botanists, the isolation and inaccessibility of the islands and because of the existence of other published materials, to present a report on the work completed to this time. The sporadic collections which have been made by other workers on the islands and reported on briefly or incidental to other research when combined with those of the author has permitted a more meaningful assessment of the floristic features.

The added interest of several important range extensions provides stronger support for the decision to publish these materials. This report on the flora and vegetation of the Southern Manitounuks also provides an opportunity to compare the geographical characteristics of their flora with that of the Great Whale River region and the southeastern sections of Hudson Bay.

The author is pleased to acknowledge the assistance of a number of colleagues who have contributed significantly to this project. Dr. A. E. Porsild and Dr. W. K. W. Baldwin, both of the National Herbarium, Ottawa, assisted with the identification of the Merry Island material taken in 1960. Dr. A. Mansfield who was in charge of the *M. V. Calanus* in 1960 provided transportation to the islands at that time. Mr. J. Op de Beeck, a graduate student assisted with the field work on Neilson Island during 1967. The Arctic Institute of North America provided a research grant in 1960 and The National Research Council supported the field studies in 1967 through an operating research grant. This financial assistance is gratefully acknowledged and appreciated.

Dr. W. K. W. Baldwin was exceedingly generous in permitting the author to use an unpublished list of plants of the Great Whale River region which he compiled during extensive field studies there in 1947 on an expedition sponsored by The National Museum of Canada and The Arctic Institute of North America. Dr. Baldwin not only extended this privilege but also expended considerable effort in rechecking vouchers on which the list is based for revisions, and in looking for additional records accumulated during the interval. He also offered valuable counsel and suggestions and the writer expresses sincere appreciation for this assistance so generously extended. Much of the success of the phytogeographical analysis published in the final sections of the paper

is thus due Dr. Baldwin although the author must assume the responsibility for the opinions expressed.

General Features of the Manitounuk Islands

The Manitounuks include two major islands, four islands much smaller in size and a large number of associated islands of lesser extent. They stretch for approximately 30 miles in a southwesterly direction from a narrow peninsula which occurs 35 miles south of Richmond Gulf. They occur between latitude $55^{\circ} 22'N$ and $55^{\circ} 40'N$ and between $77^{\circ} 11'W$ and $77^{\circ} 45'W$ longitude and form a long narrow chain seldom more than a mile wide or more than a mile or two offshore. They thus form Manitounuk Sound which runs for 35 miles along the adjacent mainland.

Merry Island, the longest of the group is 13 miles long and occurs southwest of Castle Island which is 10 miles in length and positioned south of the peninsular mainland. Bill of Portland Island terminates the chain and is more than 2 miles long. Neilson Island is somewhat smaller and north of it although smaller islands are found between. The geographical positions of the islands is presented in Figure 1 relative to the mouth of the Great Whale River which is 7 miles south.

Viewed from the south as approached from Great Whale River, the islands appear to be markedly tilted seaward. They rise from sea-level on this side gradually to heights of between 100 and 200 feet and usually steep bluffs are frequent shoreward. There are occasional cobble beaches on the shoreward sides with protected ravines running down to them but most of the beaches are found on the exposed western coasts.

There is a considerable variety of topographic sites on the southern members of the group which have been observed by the author. Boulder-strewn abrupt shores overshadowed by high unstable cliffs of the common stratified bedrock are frequent on the east coasts. Ridges of rock outcrop of different elevation are scattered sporadically. Small lake basins with their associated drainage channels are frequent in the interior sections of the islands. In some situations these lakes or ponds have rocky shores with unstable water levels and in others they support bogs or muskegs with stunted spruces. The slopes surrounding these lake basins are generally gradual and support a variety of tundra types as do the slopes which run down to the ravines and beaches. Some of the beaches, perhaps a majority, are cobble types but sandy beaches do occur and both old dune systems and cobble beaches occur in elevated situations as evidence of different water levels of the past.

The bedrock situation is of considerable interest because that of the Manitounuks, the more northern Nastapokas, the regions surrounding Richmond Gulf and the Belcher Islands, some 100 miles to the northwest in the Bay, are all related and differ markedly from the surrounding regions. These

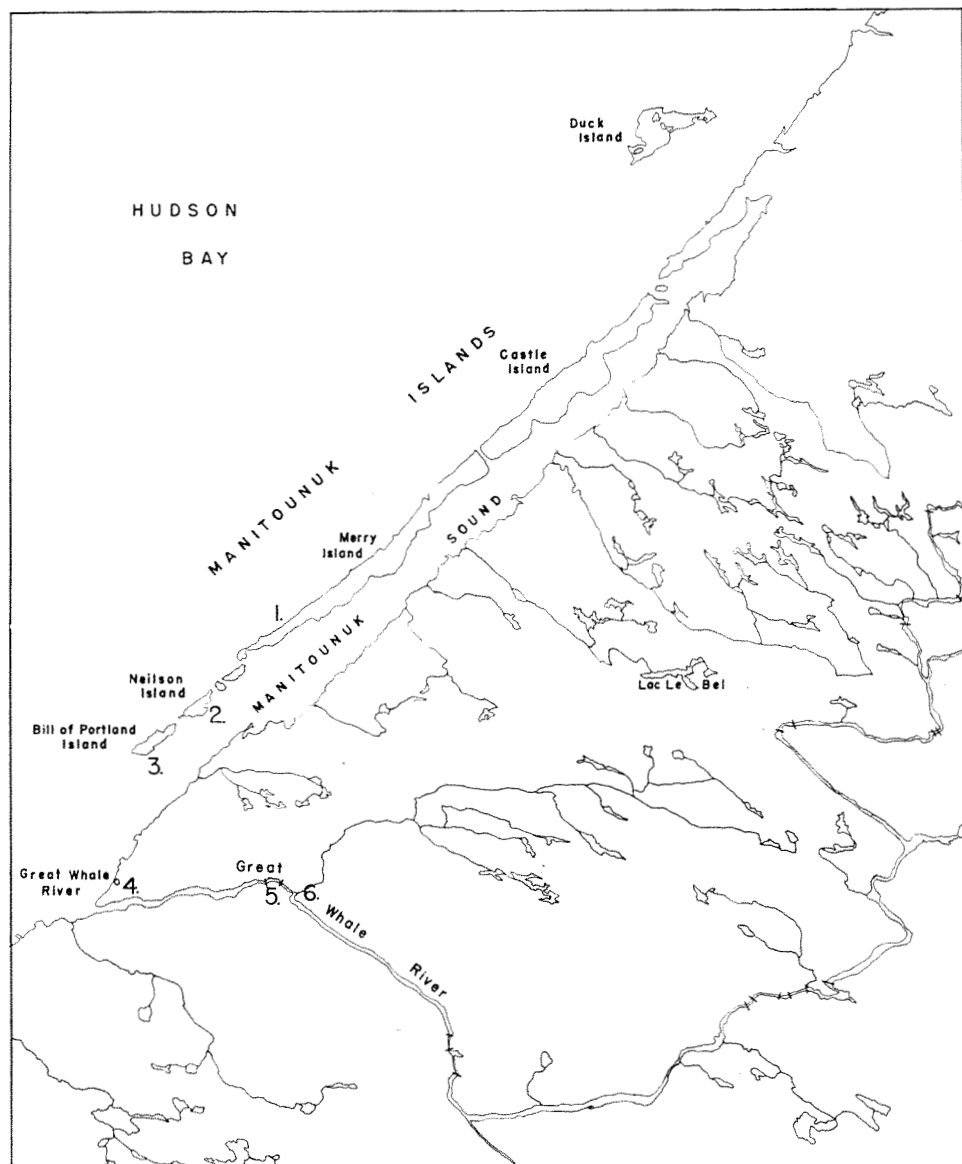


FIGURE 1. The region in the vicinity of the mouth of the Great Whale River including the long chain of islands of the Manitounuk Group, southeastern Hudson Bay. Numbered sites refer to collection localities; 1 — Merry Island; 2 — Nelson Island; 3 — Bill of Portland Island; 4 — Great Whale River; 5 — Great Whale River Falls; 6 — Great Whale River East.

are mainly sedimentary types of the iron-bearing series of Proterozoic rocks of Precambrian age. These were first discovered by Bell who visited the area in 1875 and again in 1877. On the first occasion he described the Manitounuk Islands as a part of the Nastapokas, and they are related geologically, but in

the second account he describes the Nastapokas in their restricted sense as occurring some 40 miles farther north as at present.

The sedimentary rocks are a spectacular feature of the islands, particularly on their eastern flanks. From the Sound three more or less distinct color layers are evident. The lowest is composed of a grey series which gradually intergrades into a bright red series. At the upper limit of the latter there is an abrupt transition to a drab black type. The two lowest types are layered sedimentary types whereas the uppermost is of a columnar type. These colour bands are a very striking feature of this coast. On Bill of Portland Island a larger number of colour bands are evident below the series described.

These islands were in the forefront of the Labrador Ice Sheet and were swept clear of all overburden and very limited drift remained after its recession although a large number of erratics are evident, frequently in unusual groupings. Glacial striæ are very noticeable and run almost due east or just slightly north of east. The areas were more recently seacovered and stratified deposits of clay, silt, sand and gravel remain in the catch basins as a result of this intrusion. The lack of elevated areas on the islands — the highest ridges attain only 150 feet — has precluded the formation of extensive series of raised beaches that are such a prominent feature of other areas along the coast and on the Belcher Islands. If these features were present following glacial retreat then they have been greatly modified in the interval, perhaps by wave action from the Bay or by fluctuating water levels.

No climatic data are available for the Manitounuks. The nearest station is Great Whale River but records for this station are of no value whatsoever to interpret climate on the Manitounuks. The greater exposure to winds blowing in from Hudson Bay, less protection from snow cover because of the absence of a backdrop of high ridges which exists on the adjacent mainland, and the great influence of the wind chilling factor, must all combine to produce a much more severe climate than prevails at Great Whale River. In fact, if the immediate environs of Great Whale River are examined for vegetational features it becomes convincingly evident that the site of a meteorological station is apt to produce a climatic record which is applicable only to its immediate surroundings because the transition from boreal forest, to subarctic forest to tundra is so abrupt.

Vegetation

The islands are dominated by tundra vegetation. As they are approached from Manitounuk Sound one anticipates finding a stunted type of coniferous forest predominant, at least in the valleys and on the lower slopes, because this is the situation on the adjacent mainland. Instead the drab yellowish colours of sedge-dominated and lichen-dominated tundra or the dull grey and black hues of more or less denuded outcrop are prominent. Forest is in fact rare and small stunted pockets are restricted to only the most protected situations.

A great variety of tundra communities is present. Dry types occur on the sand and gravel beaches situated well above high-tide level as well as on cobble beaches at higher levels. Rocky ledges and shores which are well above the influence of wave action as well as the exposed outcrop ridges also support dry tundra. On the summits of hills and ridges which have a shallow depth of soil and on the upper rigorously drained slopes, dry-mesic tundra types flourish. Occasionally some of the higher beaches support dry-mesic tundra provided there is suitable substrate and drainage is not severe. These drier types are generally dominated by lichen mats which form the main matrix for the growth of vascular plants. The dry tundra types usually have a very sparse cover. The outcrop stations have isolated plants or small mats restricted to crevices and depressions in the rock, whereas the sand and gravel types may have small clumps of vasculars. The dry-mesic tundra generally has a continuous cover of lichens and scattered mosses or, if this cover is discontinuous, the open unoccupied areas are usually insignificant in respect to area.

Drier types of tundra on different substrates may vary considerably in composition, but generally some groups of species are common in all of the different habitats. Table I contains presence lists which provide some indication of the major species in these dry communities and the composition of representative examples (Stands 1 to 4).

The species which predominate in the dry tundra communities are restricted in number and include *Epilobium latifolium*, *Elymus arenarius* ssp. *mollis*, *Saxifraga tricuspidata*, *Ligusticum scothicum*, *Lathyrus japonicus* var. *aleuticus* and *Festuca brachyphylla*. Although these are important dominants nevertheless they were not consistently present in all of the samples studied. It seems that these species are frequently able to flourish on the dry windswept beaches, dunes, outcrop ridges or rocky promontories whence they form a fairly solid matrix of cover among which the other scattered species may occur. A few species including *Arenaria peploides*, *Achillea borealis*, *Cerastium alpinum*, *Artemisia borealis* and *Potentilla pulchella* are frequently found in this community but a very large majority of the species comprising the total complement of 35 species recorded do not appear to be consistent or frequent participants. Almost one-third of the species recorded in dry tundra were restricted to this type but were only single occurrences. Of the important species *Arenaria rubella* and *Artemisia borealis* occurred only in dry tundra and *Festuca brachyphylla*, *Ligusticum scothicum*, *Elymus arenarius* ssp. *mollis* and *Arenaria peploides* had only single occurrences in other types. Thus this group of 6 species includes the most frequent representatives in the dry tundra on the islands.

The great majority of the species that grow in the dry tundra communities are to be found in similar communities in more arctic latitudes. A few however, specifically, *Achillea borealis*, *Shepherdia canadensis*, *Ligusticum scothicum*, *Stellaria subvestita*, *Botrychium lunaria* and *Solidago multiradiata* have their

TABLE I

Presence data for tundra communities growing in different moisture conditions

	Dry			Mesic			Wet		Wet
	1	2	3	4	5	6	7	8	Brack- ish 10
<i>Poa alpigena</i>	×								
<i>Arabis arenicola</i>		×							
<i>Draba cinerea</i>		×							
<i>Lathyrus japonicus</i> var. <i>aleuticus</i>			d						
<i>Festuca rubra</i>			×						
<i>Botrychium lunaria</i>			×						
<i>Solidago multiradiata</i>			×						
<i>Saxifraga aizoon</i> var. <i>neogaea</i>				×					
<i>Potentilla nivea</i>				×					
<i>Taraxacum lacerum</i>				×					
<i>Arenaria rubella</i>	×			×					
<i>Arenaria borealis</i>	×	×		×					
<i>Festuca brachyphylla</i>	×	×	×	d			×		
<i>Achillea borealis</i>	×		×				×		
<i>Potentilla pulchella</i>	×			×			×		
<i>Saxifraga oppositifolia</i>		×		×		×			
<i>Trisetum spicatum</i>		×		×			×		
<i>Stellaria subvestita</i>		×				×			
<i>Poa arctica</i>			×			×			
<i>Agrostis borealis</i>			×				×		
<i>Poa glauca</i>				×	×				
<i>Campanula rotundifolia</i>				×			×		
<i>Shepherdia canadensis</i>	×			×	×	×			
<i>Epilobium latifolium</i>	d	d		d	×	×			
<i>Saxifraga tricuspidata</i>	d	d		d		×	×		
<i>Cerastium alpinum</i>	×	×		×		×	×		
<i>Empetrum nigrum</i>	×				×	d	d		
<i>Dryas integrifolia</i>				×	d	d	d	×	
<i>Plantago juncooides</i>		×					×	×	
<i>Salix cordifolia</i> var. <i>callicarpæa</i>		×		×	×		×	×	×
<i>Elymus arenarius</i> ssp. <i>mollis</i>	d	d	d						×
<i>Arenaria peploides</i>	×	×	×						d
<i>Ligusticum scoticum</i>	×	d	d						×
<i>Mertensia maritima</i>	×								×
<i>Arenaria uliginosa</i>			×						×
<i>Carex rupestris</i>					d	×	×		
<i>Silene acaulis</i> var. <i>exscapa</i>					×	×	d		
<i>Vaccinium vitis idæa</i> var. <i>minus</i>					×	d	×		
<i>Arctostaphylos alpina</i>					×	×			
<i>Arctostaphylos rubra</i>					×				
<i>Stellaria longipes</i>					×				
<i>Habenaria obtusata</i>					×				
<i>Salix cordifolia</i> var. <i>intonsa</i>						×			
<i>Pedicularis lapponica</i>						×			
<i>Poa alpina</i>							×		
<i>Draba nivalis</i>							×		
<i>Luzula spicata</i>							×		

TABLE I (continued)

	Dry				Mesic			Wet		Wet Brack- ish	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Tofieldia pusilla</i>						×			×		
<i>Carex bigelowii</i>						×		d			
<i>Saxifraga caespitosa</i>							d	×			
<i>Salix uva-ursi</i>							×	×			
<i>Arenaria grænlandica</i>							×	×			
<i>Carex norvegica</i>					×	×		×		×	
<i>Euphrasia arctica</i>							×	×		×	
<i>Rhinanthus crista-galli</i>							×			×	
<i>Rhododendron lapponicum</i>					d	d	×		×		
<i>Salix reticulata</i>					d	d	×		×		
<i>Vaccinium uliginosum</i>											
<i>var. alpinum</i>					×	d	d		×		
<i>Pyrola grandiflora</i>					×	×	×		×		
<i>Polygonum viviparum</i>					×	×	×	×	×		
<i>Carex scirpoidea</i>					×	d	×	d	×		
<i>Ledum decumbens</i>						×	×	×	×		
<i>Salix arctophila</i>							×	×	d		
<i>Carex capillaris</i>							×	×	×		
<i>Scirpus caespitosus var.</i>										×	
<i>austriacus</i>								d	×		
<i>Juncus arcticus</i>								×	d		
<i>Carex rariflora</i>								d	×		
<i>Kobresia simpliciuscula</i>								×	×		
<i>Juncus balticus var.</i>											
<i>littoralis</i>								d	×		
<i>Carex saxatilis var.</i>											
<i>rhomalea</i>								d			
<i>Pinguicula vulgaris</i>								×			
<i>Eriophorum angus-</i>											
<i>tifolium</i>								×			
<i>Juncus albescens</i>								×			
<i>Stellaria calycantha</i>								×			
<i>Salix calcicola</i>									×		
<i>Carex gynocrates</i>									×		
<i>Salix vestita</i>									×		
<i>Bartsia alpina</i>									×		
<i>Carex maritima</i>									×		
<i>Carex microglochin</i>									×		
<i>Picea glauca forma parva</i>									×		
<i>Habenaria hyperborea</i>									×		
<i>Ledum grænlandicum</i>									×		
<i>Saxifraga aizoides</i>									×		
<i>Chrysanthemum arcticum</i>										×	
<i>Limosella aquatica</i>										×	
<i>Carex subspathacea</i>										×	
<i>Sagina nodosa</i>										×	
<i>Dupontia fisheri</i>										×	
<i>Saxifraga rivularis</i>										×	
<i>Primula stricta</i>										d	
<i>Carex glareosa var.</i>											
<i>amphigena</i>										×	
<i>Parnassia palustris var.</i>											
<i>neogæa</i>										d	
<i>Montia lamprosperma</i>										×	
<i>Lomatogonium rotatum</i>										×	
<i>Ranunculus cymbalaria</i>										×	
<i>Stellaria humifusa</i>										×	
<i>Deschampsia caespitosa</i>										d	
<i>Potentilla anserina</i>										×	
<i>Puccinellia langeana</i>										×	
TOTAL SPECIES —	100	14	16	12	17	20	25	32	24	25	26

main distribution in subarctic latitudes and can thus be considered as contributing a subarctic element to the tundra vegetation of more southern latitudes in Eastern Canada.

Mesic tundra communities on the islands most frequently grow on moderately drained sites which commonly occur on level topography with substantial depths of substrate and on lower gentle slopes. The very gradual slopes associated with low outcrop knolls frequently support mesic types, being supplied with moderate but continuous moisture from above. The valley bottoms are generally moist or wet but in the immediate zones at higher levels mesic conditions are common. The same situations prevail on the very gradual slopes which run between outcrop knolls down to the sea or to the interior depressions in which lakes are found and less often on some of the raised beach series, particularly those not underlain by gravels.

The dependable supply of moisture permits a more luxuriant cover of vegetation to develop in these situations and the deeper substrates often associated with these habitats are also a factor. Mosses predominate in the formation of the thick vegetation mat but some types of lichen are found in association with them. The mesic tundra as well as the more moist or wet types differs from the drier types in being covered more or less completely by a solid mat, although this may be disrupted by environmental influences, particularly frost action. Usually estimates of cover in the mesic communities varied between 90 and 100 per cent.

Three mesic communities were studied and the stand data on composition are presented in Table I (Stands 5 to 7). A total of 46 different vascular species was recorded in the three stands, an increase of 31 per cent of the species found in the 4 dry stands. This seems to indicate greater compositional variety in this type. Several vascular species are dominant members in this community and frequently they possess the ability to form mats or extensive clumps. These include *Dryas integrifolia*, *Rhododendron lapponicum*, *Carex rupestris*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea* and *Silene acaulis* var. *exscapa*. Other species commonly present are *Epilobium latifolium*, *Polygonum viviparum*, *Shepherdia canadensis*, *Salix cordifolia* var. *callicarpæa*, *Carex scirpoidea*, *Arctostaphylos alpina*, *Cerastium alpinum*, *Ledum decumbens* and *Carex norvegica*.

Several plants attain optimum occurrence in mesic stands and of these *Carex rupestris*, *Silene acaulis* var. *exscapa* and *Vaccinium vitis-idaea* were found to be restricted to the samples studied. *Rhododendron lapponicum*, *Salix reticulata*, *Vaccinium uliginosum* and *Pyrola grandiflora* were present in all mesic stands and had single occurrences in wet types indicating a strong relationship to mesic environmental conditions. Eight species represented only as single occurrences were restricted to the mesic stands examined.

Three examples of wet tundra were studied, two of which were in sweet water habitats and one in a brackish upper beach situation (Table I, Stands 8 to 10). A reasonable degree of similarity was found between the two sweet types which had ten species in common. The brackish stand was markedly distinct in composition however and possessed only 4 species in common with one of the wet stands and only one with the other. In spite of this dissimilarity the brackish stand possessed a total of 9 species which had been found in all of the other types of tundra sampled and thus it does possess some degree of compositional similarity with the remaining section of the tundra complex of the islands.

Major dominants in the wet types included *Carex bigelowii*, *C. scirpoidea*, *Salix arctophila*, *Carex saxatilis* var. *rhomalea*, *Scirpus cæspitosus* var. *austriacus*, *Juncus arcticus*, *Carex rariflora* and *Juncus balticus* var. *littoralis*. The four latter species were restricted to wet stands as was also *Kobresia simpliciuscula*. In one of the sweet wet stands there were five species which occurred in no other stands and in the other there was a total of 10 such plants, indicating a considerable degree of compositional specificity for stands of this tundra type.

The wet brackish tundra included several species which were important dominants but none were major controlling dominants at least of the magnitude of dominance exerted by some species in the other tundra communities. *Arenaria peploides*, *Primula stricta*, *Parnassia palustris* var. *neogæa* and *Deschampsia cæspitosa* participated in this dominance.

In spite of the small number of stands included in this analysis several general statements may be made about the tundra communities of these islands. The several types of tundra growing here have relatively different compositional features. A group of species can be designated as representative of dry, mesic or wet tundra. On the other hand there are other plants which occur with relatively high frequency in two of the three moisture types of tundra and some which occur in the three. It is evident in Table I that there is every level of representation in the different samples of the different tundra communities. *Salix cordifolia* var. *callicarpæa* possesses the highest level of constancy (60 per cent) being present in six of the ten stands. Several species were present in half of the stands and *Festuca brachyphylla*, *Epilobium latifolium*, *Saxifraga tricuspidata* and *Cerastium alpinum* were sampled more frequently in drier types. *Dryas integrifolia* attained this level of constancy in mesic types, whereas *Polygonum viviparum* and *Carex scirpoidea* attained the same constancy level but in wet tundra. Twelve species (or 12 per cent) had constancy values of 40 per cent and these were present in various segments of the moisture gradient and with different patterns of occurrence. *Shepherdia canadensis* was represented in dry tundra, *Empetrum nigrum*, *Pyrola grandiflora*, *Rhododendron lapponicum*, *Salix reticulata* and *Vaccinium uliginosum* var. *alpinum* were represented mainly in mesic tundra, and in wet tundra types

Ledum decumbens and *Carex capillaris* occurred with this level of constancy. Examples could be selected from species of every level of constancy representation to show a graded series of response to the moisture series.

This graded series of responses of all species on the moisture gradient is one of the most important points emphasized in Table I. As the table is read from top to bottom a gradual trend is observed for species characteristic of dry tundra to be followed by those typical of mesic types and these in turn to be superseded by those reaching optimum ecological occurrence in wet types. This series of data, in spite of its being limited, does indicate the continuity of composition of the tundra vegetation of these islands, at least in respect to major moisture differences. In spite of the predominant influence of moisture affecting the organization of these communities other environmental features vary in relation to moisture, specifically substrate types, characteristics of the underlying materials, slope exposure, elevation, slope intensity, as well as others, and these undoubtedly exert an influence on composition.

The floristic features of these tundra communities should be considered. The total recorded flora for the southern section of the Manitounuk Islands includes 163 entities comprising 159 species. Of these 99 species or 62 per cent are represented in the composite presence list for the ten tundra stands. Many plant species occur in restricted environmental situations and as a result are not often found in homogeneous stands which are extensive enough to sample by the methods used in this study. Thus 62 per cent would seem to be a high level of representation in the restricted sample of the vegetational communities of the area.

The geographical affinities of the species which associate to form the tundra communities are quite variable. If the northern limit is used as a criterion of phytogeographical significance the species may be designated as high arctic, low arctic, high subarctic and low subarctic in distribution as has been done previously for other species in the northern Canadian flora by Porsild (1964) and Scoggan (1959). On this basis 29 per cent of the species are high arctic in distribution, 35 per cent low arctic, 31 per cent high subarctic and only 4 per cent of low subarctic affinity. In spite of the high combined value of high and low arctic species, actually 64 per cent, the high subarctic element is of considerable magnitude and this is due to the very southern position of the region. Quantitative analyses of this type are of value in attempting to assess the geographical relationships of tundra vegetation complexes and other investigators should be encouraged to make such analytical comparisons with other regions. This technique should prove of particular value in assessing the "arcticness" of other maritime tundras. These vegetational characteristics could then be related to the climatic features of the specific regions in which they occur and subsequently the climates of areas without meteorological installations could be judged from the features of their tundra communities. The same technique would also be useful to provide a

quantitative assessment of alpine tundras and this in turn would help in deciding whether mountain tundras in certain northern regions of Canada are more arctic or alpine in character.

Another vegetation type occurs on these islands and this is treated separately because it is a part of a different formation, the subarctic forests. This is the spruce grove which is of limited occurrence and confined to protected situations as ravines, coves, valleys and depressions.

Two forms of spruce are found here. The low prostrate depauperate form of White Spruce, *Picea glauca* (Mœnch) Voss forma *parva* (Vict.) Fern & Weath. which grows only to a height of approximately a foot, is occasionally found as a constituent of low wet tundra and sedge meadows. An example of a tundra community containing this species has already been presented in Table I (Stand 9). It should be noted that this stunted form when growing in quantity in wet tundra, when viewed from the air can create the mistaken impression of a subarctic spruce grove or parkland forest and much of the spruce forest presented on the topographic maps of these islands, is in reality, just this.

The other form of spruce is the typical one, *Picea glauca* (Mœnch) Voss, and although specimens may be of almost any size or form, they are consistently erect. The spruce groves that have been observed closely were all restricted in extent, none being larger than 30 feet in diameter, and were of two types. The one was usually of small size up to 15 feet in diameter and composed of extremely dense stunted spruce up to 4 feet in height. The other was composed of taller spruces, up to 15 feet high and attaining a trunk diameter of up to 12 inches at breast height, and formed groves 25 to 30 feet in diameter. These groves almost invariably were in the pattern of a ring, sometimes complete, in many instances fragmented, and with the intervening spaces and central area filled with a luxuriant cover of plants of tundra and boreal affinities. The smaller closed groves of stunted spruce which were closely observed had almost no plants in the understory because of intense shading, although a few plants grew on the periphery where increased light was available.

Small pockets of spruce grove were observed in protected notches on the landward side of Bill of Portland Island. The one occurred toward the south end and the other was slightly north of the central section of this coast. Spruce groves were not common at the south end of Merry Island and those which were observed were generally of the stunted type. The few ring types observed contained very short trees of approximately 4 feet in height. The central and northern sections of Merry Island are shown to have an increasing number of spruce groves as does much of Castle Island, on the topographic maps, but none of these were seen by the author. There were four erect groves on Neilson Island and all were found in the centrally situated interior valley. Three were ring groves and the other was the dense, stunted type. Several prostrate groupings of spruce occurred in the wet tundra communities.

Some of the larger groves on Neilson Island had obviously been disturbed by cutting, and had undoubtedly been used as a source for firewood by Indians or Eskimos who had camped on the islands. A camp had been established there by a survey party and the grove nearest the camp site had suffered considerable damage. In some instances however, there was sufficient evidence to create the impression that some of the larger spruces had died out naturally. Almost all the erect spruces were in a depauperate state and possessed wind gaps, one-sided growth, and frequently broken or multiple leaders. Some candelabrum forms were also present. Their shapes deviated markedly from the normal spire form by distortions in all directions.

The origin of these groves and their distributional features presents numerous problems. There seem to be many situations on the islands which would support the development of this community and yet it is absent from them. Of the four groves observed on Neilson Island, three were growing toward the lower sections of slopes in a central valley afforded some but not considerable protection from prevailing westerly winds. These groves seem to have become established on sites supplied with underground seepage or on sites with aerated moisture conditions. The other example had developed on a bench between adjacent slopes about midway in position, but it may have been influenced by similar moisture conditions. The problem of pointing to such sites as major determinants influencing the development of spruce groves results from the existence of many seepage areas in protected positions in the same valley, but lacking spruce trees. Snow pockets may also have provided favourable situations for the development of spruce groves, but the sites supporting groves were not those where greatest snow accumulation would generally occur. The grove sites may have been the areas with favourable seepage moisture conditions and considerable deep snow accumulation, however.

The ring formation had apparently resulted from vegetative propagation but it is doubtful that this could have taken place from a single spruce establishment. If this had occurred, under the apparently unfavourable growth conditions, the groves which can measure 30 feet in diameter and have a ring of fairly large trees, must be of considerable age. Stunted spruce rings have been observed by the writer in other areas of the subarctic, notably at higher altitudes in the Schefferville area of Labrador but these are quite stunted and clearly related to exposure and snow depth. A fairly short period is required for the development of a leader a foot or two in height which when injured or impeded in growth, is stimulated to produce offshoots. It takes a much longer period to produce a tree the size of those in the Manitousuk spruce rings which must be injured or destroyed to produce offshoots. If destruction is not necessary then the process is extended because of the stiff competition the larger tree presents to offshoots developing close-by. Special studies would have to be undertaken to more fully examine the characteristics of these spruce groves and particularly age and growth studies of the spruces. The short

period of the visits to the islands effectively prevented this but this should perhaps be more extensively investigated in the future.

Compositional features of two spruce groves were recorded on the visit to Neilson Island and another grove of the stunted type was briefly examined. On the first visit a grove on Merry Island was also briefly observed. The plants tabulated in the two groves on Neilson Island as well as the dominant members, are listed in Table II. A total of 32 species were found in the two groves and of these *Picea glauca*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum grælandicum*, *Salix vestita* and *Betula glandulosa* were influential dominants. In the other groves examined *Picea glauca* was invariably the tree species and *Ledum grælandicum*, *Betula glandulosa* and *Vaccinium uliginosum* were frequently associated shrubs. Several boreal species discovered on the islands were almost always associated with these groves. These included *Moneses uniflora*, *Habenaria obtusata*, *H. hyperborea*, *Ledum grælandicum*, *Anemone parviflora*, *Viola renifolia* var. *brainerdii*, *Listera cordata* and *Pyrola secunda*. A number of species of subarctic affinities were also frequently recorded in or around these communities as for example *Campanula rotundifolia*, *Shepherdia canadensis*, *Salix vestita* and *Solidago multiradiata*.

TABLE II
Composition of subarctic spruce groves
Presence data

	C. Neilson Is.	N. Neilson Is.		C. Neilson Is.	N. Neilson Is.
<i>Picea glauca</i>	d	d	<i>Betula glandulosa</i>	d	×
<i>Empetrum nigrum</i>	d	×	<i>Anemone parviflora</i>	×	
<i>Shepherdia canadensis</i>	×	×	<i>Salix cordifolia</i> var. <i>callicarpæa</i>	×	
<i>Pyrola grandiflora</i>	×	×	<i>Ledum decumbens</i>	×	
<i>Salix reticulata</i>	×		<i>Carex scirpoidea</i>	×	×
<i>Vaccinium uliginosum</i>	d	d	<i>Epilobium latifolium</i>	×	×
<i>Moneses uniflora</i>	×	×	<i>Stellaria longipes</i>	×	×
<i>Poa arctica</i>	×	×	<i>Habenaria hyperborea</i>	×	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	×	×	<i>Tofieldia pusilla</i>	×	
<i>Arctostaphylos alpina</i>	×		<i>Pedicularis flammea</i>	×	
<i>Habenaria obtusata</i>	×	×	<i>Arctostaphylos rubra</i>		×
<i>Polygonum viviparum</i>	×		<i>Dryas integrifolia</i>		×
<i>Ledum grælandicum</i>	d		<i>Epilobium angustifolium</i>		×
<i>Salix vestita</i>	d	d	<i>Campanula rotundifolia</i>		×
<i>Bartsia alpina</i>	×		<i>Viola renifolia</i> var. <i>brainerdii</i>		×
<i>Carex vaginata</i>	×		<i>Saxifraga aizoon</i>		×

Of the 32 species present in the spruce groves studied, 25 or 78 per cent were found in at least one of the 10 tundra sites studied. Of the remaining 7 species including *Moneses uniflora*, *Carex vaginata*, *Betula glandulosa*, *Anemone parviflora*, *Epilobium angustifolium*, *Viola renifolia* var. *brainerdii* and *Pedicularis flammea*, all, with the exception of the latter, are mainly species of boreal and subarctic affinities and thus are more probably to be associated with spruce groves or forest. Another example of sociological relationship of this type is the occurrence of other species of boreal and subarctic affinity only in the tundra community in which the prostrate form of spruce, *Picea glauca* forma *parva* is present. These include *Ledum grælandicum*, *Salix vestita* and *Habenaria hyperborea*.

There are other minor plant communities which are generally somewhat restricted in extent or which have scattered populations of species which generally do not produce a homogeneous cover. This lack of uniformity makes it difficult to study representative samples in the normal way. A few examples of this type were studied for the presence of component species and should be commented upon.

A moist draw passing to one of the small lakes on Neilson Island provided an apparently rich environment for the development of a luxuriant meadow in which *Calamagrostis canadensis* was the dominant member. The following partial list of plants was recorded in this community.

<i>Calamagrostis canadensis</i> var. <i>langsдорffi</i>	<i>Dryas integrifolia</i>
<i>Arenaria grælandica</i>	<i>Rubus arcticus</i>
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	<i>Arctostaphylos rubra</i>
<i>Tofieldia pusilla</i>	<i>Viola renifolia</i> var. <i>brainerdii</i>
<i>Pedicularis flammea</i>	<i>Potentilla norvegica</i>
<i>Lycopodium selago</i>	<i>Carex maritima</i>
<i>Scirpus cæspitosus</i> ssp. <i>austriacus</i>	<i>Ledum decumbens</i>
<i>Pinguicula vulgaris</i>	<i>Empetrum nigrum</i>

The *Calamagrostis* had produced a dense sward and the other species were sparsely scattered through. Many of these plants are tundra species but several are of boreal and subarctic distribution, namely *Arenaria grælandica*, *Viola renifolia* var. *brainerdii* and *Potentilla norvegica*.

A very rich assortment of species was discovered in a protected ravine at the northeastern section of Neilson Island. The ravine occurred on a gradual east-facing slope, well protected from the prevailing winds by an extensive ridge in an adjacent position to the northwest. This ravine undoubtedly served as a catching basin for snow which has served to protect the shrubby vegetation from wind and ice erosion and upon melting has provided abundant moisture. The ravine has also served as a trap for moisture and nutrients from the adjacent slopes during the growing season. The vegetation in this site was rich in species and growing quite luxuriantly in comparison with adjacent

tundra communities. Of the large number of species found in an area of less than 1,000 square feet the following are examples.

<i>Senecio pauciflorus</i>	<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Castilleja septentrionalis</i>	<i>Pyrola grandiflora</i>
<i>Draba cinerea</i>	<i>Solidago multiradiata</i>
<i>Arctostaphylos alpina</i>	<i>Achillea borealis</i>
<i>Salix cordifolia</i> var. <i>callicarpæa</i>	<i>Trisetum spicatum</i>
<i>Habenaria obtusata</i>	<i>Ranunculus pedatifidus</i> var. <i>leiocarpus</i>
<i>Barbarea orthoceras</i>	<i>Anemone parviflora</i>
<i>Salix vestita</i>	<i>Agropyron trachycaulum</i>
<i>Poa arctica</i>	<i>Poa alpina</i>
<i>Saxifraga tricuspida</i>	<i>Rubus arcticus</i>
<i>Epilobium latifolium</i>	<i>Campanula rotundifolia</i>
<i>Arenaria uliginosa</i>	<i>Bartsia alpina</i>
<i>Carex scirpoidea</i>	<i>Potentilla nivea</i>
<i>Silene acaulis</i> var. <i>exscapa</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
<i>Shepherdia canadensis</i>	<i>Saxifraga aizoon</i>
<i>Solidago macrophylla</i>	<i>Saxifraga aizoides</i>
<i>Potentilla crantzii</i>	<i>Carex capillaris</i>
<i>Scirpus cæspitosus</i> ssp. <i>austriacus</i>	<i>Rhododendron lapponicum</i>
<i>Dryas integrifolia</i>	

It can be seen that a number of these species are of boreal and low sub-arctic distribution and the protection afforded by the luxuriant shrub cover in which *Salix vestita*, *Salix cordifolia* var. *callicarpæa*, *Vaccinium uliginosum* and *Shepherdia canadensis* predominate, must be a factor in their persistence with the other species, the majority of which are of arctic affinity.

The small lakes on Neilson Island had rocky shorelines and these were generally barren because of fluctuating water levels. No permanent cover of vegetation was found on these rocky strips which in some cases were six to eight feet wide, but a few scattered species were recorded which could apparently withstand the rocky exposed position and periodic inundation. Some nine species were recorded in these sites including:

<i>Salix cordifolia</i> var. <i>callicarpæa</i>	<i>Carex rupestris</i>
<i>Salix planifolia</i>	<i>Carex rariflora</i>
<i>Barbarea orthoceras</i>	<i>Carex bigelowii</i>
<i>Epilobium angustifolium</i>	<i>Betula glandulosa</i>
<i>Arenaria humifusa</i>	

The lakes did not provide frequent situations for the growth of aquatic plants but such habitats were scattered in small ponds in depressions and in pools which formed on the more extensive rock outcrops. The following plants were frequently found in these situations on Neilson or Merry Islands.

<i>Equisetum arvense</i>	<i>Juncus albescens</i>
<i>Petasites sagittatus</i>	<i>Juncus arcticus</i>
<i>Ranunculus trichophyllus</i> var. <i>eradicatus</i>	<i>Juncus balticus</i> var. <i>littoralis</i>
<i>Stellaria calycantha</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>
<i>Scirpus caespitosus</i> ssp. <i>austriacus</i>	<i>Hippuris vulgaris</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Carex saxatilis</i> var. <i>rhomalea</i>

The Flora

Collections were taken on Merry Island on August 4, 1960 and on Neilson Island on September 1, 1967. The major contribution to the knowledge of the flora of Bill of Portland Island is that of Gardner (1946) who visited the island on September 13, 1939. Other minor collections on the latter island have been taken by Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski (Baldwin, 1948) and by Douth (Raup, 1943).

The writer, particularly during 1967, attempted to cover as much of Neilson Island as possible and collected the more difficult taxa and noted the occurrences of the common, easily identified, plants. Thus some inclusions are based on sight records.

In the following list some indication of the representation of the species in the flora is provided as well as a description of the habitat. Collection numbers are provided where available, with notations on the phytogeographical affinity of the species.

Specimens of the materials collected by the author on Merry and Neilson Islands are inserted in the McGill College Herbarium and duplicates where available were sent to the National Herbarium, Ottawa.

Plants of the Southern Manitounuk Islands

Cystopteris fragilis (L.) Bernh.

Recorded only for Bill of Portland — Gardner 1099A, 1109. High arctic species.

Botrychium lunaria (L.) Sw.

Dry tundra on sandy and gravelly beaches dominated by *Elymus arenarius*. Bill of Portland — Gardner 1089B; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9709. High subarctic.

Equisetum arvense L.

Rocky lakeshore. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9757. High arctic.

Lycopodium selago L.

Mesic tundra, Bill of Portland — Gardner 1097B, 1101B, 1118; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4977. High arctic.

Picea glauca (Moench) Voss

Forming groves in moist draws, ravines and protected lower slopes. Bill of Portland — Gardner S; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9637; Merry — Maycock S. High subarctic.

- Picea glauca* (Moench) Voss forma *parva* (Vict.) Fern. & Weath.
Wet tundra in draws and depressions and sedge meadows. Infrequent. Neilson — Maycock S; Merry — Maycock S. High subarctic.
- Juniperus communis* L. var. *saxatilis* Pallas
Drier, open tundra. Bill of Portland — Gardner S; Merry — Maycock 4976. High subarctic.
- Hierochloa odorata* (L.) Wahlenb.
Higher sandy beaches and disturbed situations. Locally abundant. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4895. High subarctic.
- Agrostis borealis* Hartm.
Dry to mesic tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9702, 9726, 9741. Low arctic.
- Calamagrostis canadensis* (Michx.) Nutt.
Meadows and moist protected depressions. Bill of Portland — Gardner 1104. High subarctic.
- Calamagrostis canadensis* (Michx.) Nutt. var. *langsдорffii* (Link) Trin.
Rich meadows in moist situations forming dense swards. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9734. High subarctic.
- Deschampsia cæspitosa* (L.) Beauv.
Wet tundra, wet outcrop depressions and wet brackish tundra. Locally abundant. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9697. High subarctic.
- Trisetum spicatum* (L.) Richter var. *pilosiglume* Fern.
Dry, dry-mesic and mesic tundra. Frequent on sandy beaches. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9644; Merry — Maycock 4872. High arctic.
- Poa alpigena* (Fr.) Lindm.
Dry tundra in sandy situations. Merry — Maycock 4847, 4851. Low arctic.
- Poa arctica* R.Br.
Dry to mesic tundra and spruce groves. One of the commonest grasses of the tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9634, 9651, 9666; Merry — Maycock 4842. High arctic.
- Poa alpina* L.
More restricted ecologically, occurring predominantly in mesic tundra and moist flush areas. Common in these habitats. Bill of Portland — Gardner 1104A, 1105; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9667. Low arctic.
- Poa glauca* Vahl
Frequent in mesic tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9652, 9725. High arctic species.
- Dupontia fisheri* R.Br. ssp. *psilosantha* (Rupr.) Hult.
Wet brackish tundra, brackish beaches. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9682. Low arctic.
- Puccinellia langeana* (Berl.) Th. Sor.
A species of gravel and sand beaches in the tide zone. Brackish tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9699. Although this species has been found south of the Manitounuks it is uncommon in the southeastern region of Hudson Bay. Low arctic.

Festuca rubra L.

Dry tundra on sandy sites. — Neilson — Maycock and Op de Beeck 9703; Merry — Maycock 4871. High subarctic.

Festuca brachyphylla Schultes

One of the commonest and most abundant grasses of dry habitats particularly dry and dry-mesic tundra on sand and gravel beaches. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9643, 9704, 9754; Merry — Maycock 4848. High arctic in distribution.

Agropyron trachycaulum (Link) Malte var. *novæ-angliæ* (Scribn.) Fern.

Moist protected ravine with long lasting snow cover. Rare. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9671. High temperate. The protected environment is responsible for the occurrence of the species in the arctic climate of the Manitounuks.

Elymus arenarius L. ssp. *mollis* (Trin.) Hult.

The commonest and most prominent grass of the islands. Dominant in dry tundra on sandy and gravel beaches. Occasionally in wet brackish tundra on beaches. Bill of Portland — Gardner 1115A; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4896. Low arctic.

Scirpus cæspitosus L. ssp. *austriacus* (Pallas) Asch. & Græbn.

Wet lowland tundra, mire habitats and the fringes of rock outcrop pools. Growing in extensive groupings, this is one of the common species of the islands. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9710; Merry — Maycock 4882. High subarctic.

Eriophorum angustifolium Honck.

Frequent in wet or flooded lowland tundra and in shallow water on the fringes of lakes and ponds. Bill of Portland — Gardner 1088; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9712; Merry — Maycock S. Low arctic.

Kobresia simpliciuscula (Wahlenb.) Mack.

Infrequent in wet tundra. Bill of Portland — Gardner 1115B; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9758. High arctic.

Carex nardina Fr. var. *atriceps* Kük.

Collected only in a moist sedge meadow on Neilson Island — Maycock and Op de Beeck 9767. High arctic.

Carex maritima Gunn.

Moist shore tundra above high tide level. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9732; Merry — Maycock 4892. High arctic.

Carex glareosa Wahlenb. var. *amphigena* Fern.

Infrequent in brackish shore tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9693, 9696. High arctic.

Carex gynocrates Wormskj.

Infrequent in wet lowland tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9762. High subarctic.

Carex scirpoidea Michx.

The most common sedge. Often a dominant in mesic and wet mesic tundra communities. Frequent in spruce groves. Bill of Portland — Gardner 1090, 1093, 1115C, 1121B; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9721, 9760; Merry — Maycock 4845. Low arctic affinity.

Carex rupestris All.

A common sedge of mesic and drier tundra. Occasionally found on outcrop sites. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9722, 9750; Merry — Maycock 4837. High arctic.

Carex microglochin Wahlenb.

Infrequent in very wet or flooded tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9763. Low arctic.

Carex bigelowii Torr.

A frequent and widespread species. Sometimes dominant in wet sedge meadows but also in mesic tundra and in moist to wet sites in rock outcrop depressions. Bill of Portland — Gardner 1095; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9711, 9717, 9751; Merry — Maycock 4843, 4879. High arctic.

Carex subspathacea Wormskj.

Uncommon plant of brackish tundra on sandy beaches flooded by high tide. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9695. Low arctic.

Carex norvegica Retz.

A common sedge of mesic and wet tundra. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 293; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9692, 9714, 9765; Merry — Maycock 4844, 4970. Low arctic.

Carex glacialis Mack.

Uncommon on rocky lakeshores and moist rock outcrop sites. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 421; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9756. Low arctic.

Carex rariflora (Wahlenb.) Sm.

Common and often dominant in lowland sedge meadow tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9716, 9749. Low arctic in distribution.

Carex vaginalis Tausch

Infrequent. Found only in close proximity to spruce groves and spruce rings. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9629, 9635. Low arctic.

Carex capillaris L.

Common sedge of wet tundra both in sweet water and brackish types. Often occurring on edges of pools on rock outcrop. Bill of Portland — Gardner 1115, 1131; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9694; Merry — Maycock 4960. Low arctic.

Carex saxatilis L. var. *miliaris* (Michx.) Bailey

Collected by Dutilly, O'Neill and Duman on Bill of Portland Island, No. 87945 and by Gardner in same locality No. 1094. High subarctic.

Carex saxatilis L. var. *rhomalea* Fern.

A common and frequently dominant species of lowland tundra. Common in very wet places such as pond edges, lakeshores and pools in rock outcrop. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9715, 9764; Merry — Maycock 4877. Low arctic.

Carex stans Drej.

Wet lowland tundra. Bill of Portland — Gardner 1116A. High arctic.

Juncus balticus Willd. var. *littoralis* Engelm.

Frequent in wet tundra and moist open habitats. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9761; Merry — Maycock 4880. Low subarctic.

Juncus arcticus Willd.

Common in wet tundra, lakeshores and fringes of pools and moist depressions in rock outcrop. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9759. Low arctic distribution.

Juncus albescens (Lge.) Fern.

Frequent in wet tundra, moist depressions and shallow pools in outcrop. Bill of Portland — Gardner 1101C; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9713. High arctic.

Juncus castaneus Smith

Uncommon. In moist disturbed depressions and wet lowland tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9740. Low arctic.

Luzula spicata (L.) DC.

Infrequent in mesic and dry-mesic tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9718. High subarctic.

Tofieldia pusilla (Michx.) Pers.

Frequent in mesic, wet-mesic and wet tundra. Persists in spruce groves. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9661, 9739; Merry — Maycock 4838. Low arctic.

Habenaria hyperborea (L.) R.Br.

Sporadic in mesic and wet-mesic tundra. Common in spruce communities. Bill of Portland — Gardner 1120; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9737; Merry — 4967. High subarctic.

Habenaria obtusata (Pursh) Richards.

Occasional in mesic tundra. Common in spruce groves. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9633, 9681; Merry — Maycock 4968. High subarctic.

Habenaria obtusata (Pursh) Richards. var. *collectanea* Fern.

This variety is reported by Gardner for Bill of Portland Island. No. 1090C. High subarctic.

Listera cordata (L.) R.Br.

Rare. Found on a single occasion in the the understory of a stunted spruce grove, without reproductive parts. Neilson — Maycock and Op de Beeck S. High subarctic.

Salix vestita Pursh

Frequent in wet tundra and snow pocket communities in protected ravines. Often dominating the understory of spruce rings. Bill of Portland — Douth 2682; Gardner — 1123, 1124A, 1124B, 1130; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9660, 9669; Merry — Maycock 4886. High subarctic.

Salix uva-ursi Pursh

Occasional in mesic, wet-mesic and wet tundra. Frequent in moist cracks and depressions on granitic outcrop. Bill of Portland — Douth 2635; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9723, 9744; Merry — Maycock 4885. High subarctic in distribution.

Salix arctica Pallas

Reported for Bill of Portland Island by Gardner as *S. anglorum* Cham. No. 1127. High arctic. This record represents a slight range extension southward from Richmond Gulf as reported in Porsild (1964) and is apparently the most southern locality for the species on the east coast of Hudson Bay.

Salix arctophila Cockerell

Frequent in moist and wet lowland tundra. Bill of Portland — Douth 2645; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9724, 9743. High arctic.

Salix cordifolia Pursh var. *callicarpæa* (Trautv.) Fern.

The commonest and most abundant willow of the islands. Found in almost all plant communities including dry, mesic and wet tundra, moist areas on rock outcrop, on beaches and dunes and in spruce groves. Bill of Portland — Gardner 1129, Douth 2697; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9647, 9668, 9705, 9728, 9742, 9747; Merry — Maycock S. Low arctic.

Salix cordifolia Pursh var. *intonsa* Fern.

Infrequent in mesic and dry-mesic tundra. Merry — Maycock 4846. Low arctic.

Salix planifolia Pursh

Sporadic, occurring along moist lakeshores and in protected moist depressions. Neilson. — Maycock and Op de Beek 9753. High subarctic.

Salix calcicola Fern.

Abundant in wet hummocky lowland tundra. Grows mainly on the hummock mounds Neilson — Maycock and Op de Beek S. Low arctic.

Salix reticulata L.

Common in a variety of plant communities especially mesic, wet mesic and wet tundra. Found also in spruce groves and tundra pockets on rock outcrop. One of the most frequent and abundant willows. Bill of Portland — Doult 2701; Neilson — Maycock and Op de Beek S; Merry — Maycock 4890. Low arctic.

Salix richardsonii Hooker

Infrequent in moist tundra. Merry — Maycock 4856. This is the first report of the occurrence of this species on the east coast of Hudson Bay and represents an extension in southeastern range of some 200 miles. This willow also occurs sporadically on the Belcher Islands, a hundred miles to the northwest into the Bay. Low arctic.

Betula glandulosa Michx.

Uncommon. Confined to spruce groves and rings but abundant in these communities. Bill of Portland — Gardner 1124, 1125; Neilson — Maycock and Op de Beek 9735, 9752; Merry — Maycock S. High subarctic.

Polygonum viviparum L.

Common in mesic, wet-mesic and wet tundra. Found also in spruce communities. One of the most common plants of the islands. Bill of Portland — Gardner 1108A; Neilson — Maycock and Op de Beek 9679; Merry — Maycock 4959. High arctic.

Montia lamprosperma Cham.

Infrequent in wet brackish tundra communities flooded by high tide. Neilson — Maycock and Op de Beek 9698. Low arctic.

Stellaria calycantha (Ledeb.) Bong.

Infrequent. In moist tundra and the moist fringes of rock outcrop pools and lakeshores. Neilson — Maycock and Op de Beek 9745, 9755. High subarctic.

Stellaria longipes Goldie

Fairly frequent and occurring mainly in mesic carpet tundra and in spruce groves Neilson — Maycock and Op de Beek 9766; Merry — Maycock S. High arctic affinity.

Stellaria humifusa Rottb.

Infrequent, in moist to wet brackish seashore tundra flooded at high tide. Neilson — Maycock and Op de Beek 9700. High arctic.

Stellaria subvestita Greene

Uncommon. Dry, dry-mesic and mesic lichen carpet tundra. Neilson — Maycock and Op de Beek 9648; Merry — Maycock 4839. Low subarctic.

Cerastium alpinum L.

One of the most common plants of the tundra. Influential species in dry, dry-mesic and mesic closed-cover tundra. Bill of Portland — Gardner 1118A; Neilson — Maycock and Op de Beek 9645; Merry — Maycock 4858. High arctic.

Arenaria peploides L. var. *diffusa* Hornem.

Apparently occupying dissimilar habitats, the species is found abundantly both in wet brackish tundra flooded at high tide and in dry open sand dune communities above high tide level. The common ecological phenomenon of its occurrence in these communities is the tolerance of either saline water or saline spray. Bill of Portland — Gardner 1117; Neilson — Maycock and Op de Beek S; Merry — Maycock 4899. Low arctic.

Arenaria rubella (Wahlenb.) Sm.

Rare and often overlooked. In moist cracks and crevices of open granitic outcrop ridges. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9646. High arctic.

Arenaria grænlandica (Retz.) Spreng.

Frequent in moist and wet tundra, particularly moist depressions in granitic outcrop. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 657; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9719; Merry — Maycock 4881. High subarctic.

Arenaria humifusa Wahlenb.

Rare. Moist tundra. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 649; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9748. Low arctic.

Arenaria uliginosa Schleich

Uncommon. In dry lichen mat tundra on sandy beaches. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9670, 9706. Low arctic. This collection is noteworthy because it helps to fill in an extensive gap along the east coast of Hudson Bay that stretches from Cape Jones to Sugluk on Hudson Strait. This is thus the only known record for the species on the east coast of the Bay.

Sagina nodosa (L.) Fenzl.

Of restricted occurrence. Scattered in wet brackish tundra flooded at high tide. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9683. High subarctic.

Silene acaulis L. var. *exscapa* (All.) DC.

Abundant and frequently a dominant in mesic moss carpet tundra. Bill of Portland — Gardner 1097A; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4868. High arctic.

Ranunculus cymbalaria Pursh var. *alpina* Hooker

Restricted to wet brackish shore tundra that is flooded at high tide. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9686. High subarctic.

Ranunculus pedatifidus Sm. var. *leiocarpus* (Trautv.) Fern.

Of widespread occurrence but seldom abundant. Dry-mesic and mesic tundra and disturbed situations. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9663; Merry — Maycock 4853. High arctic.

Ranunculus trichophyllus Chaix var. *eradicatus* (Læstad.) W. B. Drew

Rare in shallow pools in rock outcrop or in shallow still water of lakeshores. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9768. Low arctic. This collection closes a gap in distribution on the east coast between Fort George and Port Harrison.

Anemone parviflora Michx.

Infrequent. Taken in spruce groves and in snowbed pockets in sheltered ravines and depressions. Bill of Portland — Gardner 1084, 1089, 1099, 1118B, 1131A; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9676. High subarctic.

Anemone multifida Poir.

Rare in dry-mesic and mesic tundra. Merry — Maycock 4972. Low subarctic.

Barbarea orthoceras Ledeb.

This species was found commonly on Neilson Island in all disturbed moist communities such as lakeshores, beaches, snowbed pockets, site of old camps, etc. It was quite common there and yet no specimens whatever were seen on Merry Island. The species does not appear adventive but this may be a possibility. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9672. High subarctic. This locality is probably at the northwestern limit of the species in the Quebec peninsula.

Cardamine bellidifolia L.

Moist tundra. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 713. High arctic.

Draba nivalis Lilj.

Dry, dry-mesic and mesic tundra. Frequent in mossy crevices in granitic outcrop. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 691; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9727; Merry — Maycock 4875. High arctic.

Draba glabella Pursh

Dry and dry-mesic lichen carpet tundra, particularly on sandy or gravel beaches well above high tide level. Bill of Portland — Gardner 1100B, 1121A; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9664. Low arctic.

Draba cinerea Adams

Dry and dry-mesic tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9649. High arctic in distribution. This species has limited distribution in the southeastern region of Hudson Bay. It has been taken by the author on the Belcher Islands but this record is apparently the first for the coastal mainland and also probably new to the flora of Quebec.

Arabis arenicola (Richards.) Gel.

Infrequent in dry rock outcrop tundra where it is restricted to moist cracks and crevices. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9642. Low arctic.

Saxifraga aizoides L.

Frequent in wet and partially flooded lowland tundra. The species seems to prefer areas where the water is moving and aeration may be a factor in its occurrence. Bill of Portland — Gardner 1112; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9680; Merry — Maycock 4888. High arctic.

Saxifraga aizoon Jacq. var. *neogæa* Butters

Dry rocky tundra on shallow soils. Often in tundra pockets in depressions on rock outcrop. Bill of Portland—Gardner 1092, 1098, 1122B; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9662; Merry — Maycock 4874. High arctic.

Saxifraga cæspitosa L.

Infrequent in mesic and wet-mesic moss carpet tundra. Neilson — Maycock and Op de Beeck S. Low arctic.

Saxifraga oppositifolia L.

Frequent in mesic and dry-mesic tundra particularly in sites influenced by solifluction activity. Bill of Portland — Gardner 1096; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9638; Merry — Maycock 4849. High arctic affinity.

Saxifraga rivularis L.

Rare. In wet slightly brackish tundra just above high tide. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 735; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9684. High arctic.

Saxifraga tricuspidata Rottb.

This is the most common and abundant saxifrage of the islands. It is most frequent and important in dry, dry-mesic and even mesic tundra. Dry open lichen-cushion tundra is the commonest habitat and in this community the species may dominate. Bill of Portland — Gardner 1122; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4894. High arctic.

Parnassia palustris L. var. *neogæa* Fern.

Frequent and even a dominant in wet brackish tundra at or above high tide level. Bill of Portland — Gardner 1111, 1131B; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9690; Merry — Maycock 4866. High subarctic.

Parnassia kotzebuei Cham. & Schlect.

Uncommon in wet brackish seashore tundra. Bill of Portland — Gardner 1099B, 1100A, 1111A. High subarctic.

Ribes triste Pall.

Rare. Moist protected snowbed community. Merry — Maycock 4891. High subarctic. This collection is probably the most northern coastal locality for the species on the east coast of Hudson Bay.

Rubus acaulis Michx.

Infrequent in moist tundra and grassy meadows. Merry — Maycock 4893. High subarctic.

Rubus arcticus L.

Infrequent in moist tundra in snowpocket site in protected ravine. Bill of Portland — Gardner 1101, 1107, 1116; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9659, 9730. Low subarctic.

Rubus chamæmorus L.

Infrequent in moist or wet-mesic tundra on peat substrates. It was anticipated that this would be a common species on the islands but such was not the situation. The lack of extensive areas of tundra underlain by peat is probably the explanation. Merry — Maycock S. High subarctic.

Potentilla nivea L.

Frequent in dry and dry-mesic tundra especially on high sandy beaches. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 787; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4878. Low arctic.

Potentilla norvegica L. var. *labradorica* (Lehm.) Fern.

Rare. Moist *Calamagrostis* meadow in protected depression. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9733. High subarctic.

Potentilla crantzii Beck

Uncommon in moist slope tundra and in moist snowpocket communities. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9675. High subarctic.

Potentilla pulchella R.Br.

Frequent in dry, dry-mesic and even mesic tundra. Drier tundra types on gravel and sand beaches well above high tide appear to be optimum for this species. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9650; Merry — Maycock S. High arctic.

Potentilla pectinata Raf.

Uncommon. Found in drier tundra on high sand or gravel beaches and in moist protected snowpockets. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9656; Merry — Maycock 4862. Low subarctic.

Potentilla anserina L.

Infrequent, growing on the upper fringes of wet brackish tundra along the seashore. This species appears to grow in less brackish and wet situations than the closely related *P. egedii*. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9701; Merry — Maycock S. Low subarctic.

Potentilla egedii Wormskj. var. *grønlandica* (Tratt.) Polunin

Wet brackish shore tundra inundated at high tide. Merry — Maycock 4889. High subarctic.

Dryas integrifolia M. Vahl

Widespread ecologically and generally abundant. One of the commonest plants of the islands. The species is a dominant in mesic tundra but is found also in dry and wet types. Present also in spruce groves. Absent in very wet or brackish tundra. Bill of Portland — Gardner 1103, 1113; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4854. High arctic.

Lathyrus japonicus Willd. var. *aleuticus* (Greene) Fern.

Common in dry tundra on sandy and gravel beaches above high tide level. Frequently dominant in this community. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9707; Merry — Maycock 4902. High subarctic.

Empetrum nigrum L.

A very common and abundant species of the flora. A dominant in mesic tundra and spruce groves. Found also in drier tundra types. Bill of Portland — Gardner 1133; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4850. High arctic.

Viola labradorica Schrank.

Moist tundra. Bill of Portland — Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski 880. Low subarctic.

Viola renifolia Gray var. *brainerdii* (Greene) Fern.

Uncommon. Moist grassy meadows and protected snowpockets. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9729; Merry — Maycock 4974. Low subarctic.

Shepherdia canadensis (L.) Nutt.

Quite common in mesic and drier tundra types. Abundant in spruce groves. Grows only as a depauperate rampant form. Bill of Portland — Gardner 1126, 1126A; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9658; Merry — Maycock 4857. Low subarctic. This locality must lie close to the northern maritime limit of this species on the east coast of Hudson Bay.

Epilobium angustifolium L.

Frequent along moist rocky lakeshores, moist tundra in protected ravines, moist disturbed habitats and spruce groves. Bill of Portland — Gardner 1085; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock S. High subarctic.

Epilobium latifolium L.

Very common species. Ecologically widespread in dry, dry-mesic and mesic tundra. Actually dominant in the dry types and common in spruce groves. Bill of Portland — Gardner 1091; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4900. High arctic affinity.

Hippuris vulgaris L.

Infrequent in shallow ponds, lakes and pools in rock outcrop. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock S. Low arctic.

Ligusticum scoticum L.

Common in dry tundra types on sand or gravel beaches above high tide limit. Occasionally in moist brackish types. A very prominent plant of the shores. Frequently dominant. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9639; Merry — Maycock 4897. High subarctic.

Pyrola grandiflora Rad.

Frequent in mesic moss carpet tundra and spruce groves. Bill of Portland — Gardner 1090A, 1097; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9630; Merry — Maycock 4966. Low arctic.

Pyrola minor L.

Collected only on Bill of Portland Island by Gardner, No. 1119, 1122A. High subarctic.

Pyrola secunda L. var. *obtusata* Turcz.

Uncommon in mesic tundra but frequently associated with spruce groves. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9636; Merry — Maycock 4962. High subarctic.

Moneses uniflora (L.) Gray

Found only in the immediate vicinity of spruce groves where it occurs with moderate abundance. Bill of Portland — Gardner 1090B; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9631. High subarctic. This locality is probably at the northern maritime limit of the species on the east coast of Hudson Bay.

Ledum grælandicum Oeder

Occasional in wet or mesic tundra but a dominant species in the understory of spruce communities. Bill of Portland 1134; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9632; Merry — Maycock S. High subarctic.

Ledum decumbens (Ait.) Lodd.

Frequent in wet and mesic tundra types. An important species in the understory of spruce groves. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9720; Merry — Maycock 4876. Low arctic.

Loiseleuria procumbens (L.) Desv.

Drier tundra communities on shallow stony soils. Merry — Maycock 4964. Low arctic.

Rhododendron lapponicum (L.) Wahlenb.

Common in mesic, wet-mesic and wet tundra, frequently dominant in the mesic. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4855. Low arctic.

Andromeda polifolia L.

Wet-mesic moss carpet tundra in areas with underground seepage. Bill of Portland — Gardner 1132; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9738. High subarctic.

Arctostaphylos alpina (L.) Spreng.

Frequent in mesic tundra and spruce communities. Bill of Portland — Gardner 1114; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4961. Low arctic.

Arctostaphylos rubra (Rehd. & Wils.) Fern.

Uncommon. In mesic moss carpet tundra and spruce groves. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9731, 9736; Merry — Maycock S. High subarctic.

Vaccinium uliginosum L. var. *alpinum* Big.

Abundant and widespread. Important in mesic and moist tundra and in spruce groves. In these communities the species is often a dominant. Bill of Portland — Gardner 1087; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock S. High arctic.

Vaccinium vitis-idaea L. var. *minus* Lodd.

Frequent and abundant in mesic tundra and in spruce communities. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4852. Low arctic distribution.

Diapensia lapponica L.

Uncommon. Drier tundra on rock outcrop or on stony soil. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9746; Merry — Maycock S. Low arctic.

Primula stricta Hornem.

Frequent in wet brackish tundra just above or below high tide level on sand or gravel beaches. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9685; Merry — Maycock 4865. Low arctic.

Androsace septentrionalis L.

Infrequent in dry tundra on sand dunes and sand and cobble beaches well above the influence of high tide. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9657. High arctic. This record apparently closes an extensive gap in distribution between Cape Jones and Port Harrison on the east coast of Hudson Bay.

Lomatogonium rotatum (L.) Fries

Occasional in wet brackish tundra on sand and gravel beaches which are flooded at high tide. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9689. High subarctic.

Menyanthes trifoliata L. var. *minor* Raf.

Uncommon in shallow ponds, the shallows of lake edges and flooded depressions in lowland tundra. Merry — Maycock 4867. High subarctic.

Mertensia maritima (L.) S. F. Gray

Frequent in wet cobble beaches flooded at high tide. Less frequent in tundra on dry sandy beaches just above this level. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock S. Low arctic.

Limosella aquatica L.

Rare. Interstices of cobbles on beaches flooded at high tide. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9691. High subarctic. This species must be approaching the northern limit of its range in Eastern Canada in this locality.

Veronica alpina L. var. *unalaschensis* Cham. & Schl.

Moist tundra. Bill of Portland — Gardner 1098A. High subarctic.

Castilleja septentrionalis Lindl.

Moist tundra in protected depressions and ravines. Frequent in tundra pockets between rocky ridges and on grass-covered high ridges on the eastern sides of the islands. Bill of Portland — Gardner 1105A, 1131C; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9678; Merry — Maycock 4971. High subarctic.

Euphrasia arctica Lange

Wet lowland tundra and wet brackish tundra at or above high tide level. Infrequent. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9688; Merry — Maycock 4864. Low arctic.

Pedicularis flammea L.

Frequent in moist tundra, protected depressions and ravines. Found also in spruce groves. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9677. Low arctic.

Pedicularis lapponica L.

Uncommon in mesic moss carpet tundra. Merry — Maycock 4840. High subarctic.

Pedicularis labradorica Wirsing

Locally abundant. Moist tundra and disturbed situations. Merry — Maycock 4841. High subarctic.

Pedicularis hirsuta L.

Rare in moist tundra on stony shallow soils. Merry — Maycock S. High arctic. This collection extends considerably the known southern limit of this species not only in the Hudson Bay region but throughout its range in North America. This locality is some 350 miles south of Cape Smith its previous most southern record on the east coast.

Bartsia alpina L.

Frequent in moist and wet tundra particularly in slight depressions afforded some protection from wind. Occurs also in spruce groves and in protected sites adjacent to cliffs and large boulders. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4883. Low arctic.

Rhinanthus borealis (Sterneck) Chab.

Taken by Gardner on Bill of Portland Island, No. 1189. High subarctic in distribution.

Rhinanthus crista-galli L.

Frequent in mesic tundra pockets on outcrop and in wet, slightly brackish communities along the shore. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9687; Merry — Maycock 4973. High subarctic.

Pinguicula vulgaris L.

Fairly frequent in wet lowland tundra with solifluction pockets and in wet depressions and edges of pools in rock outcrop. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4887. Low arctic. This record bridges an extensive coastal gap between Cape Jones and Port Harrison.

Plantago juncooides Lam. var. *glauca* (Hornem.) Fern.

Relatively common in dry sandy tundra on beaches above high tide level and in wet types along shore and on outcrop. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9640; Merry — Maycock 4869. High subarctic.

Campanula uniflora L.

Uncommon. In moist tundra. Merry — Maycock 4978. High arctic.

Campanula rotundifolia L.

Widespread and relatively abundant, occurring in mesic moss carpet tundra, in drier types on shallow soils or outcrop ledges and in spruce groves. This is one of the typical species of the islands. Bill of Portland — Gardner 1121; Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4870. High subarctic.

Solidago macrophylla Pursh

Infrequent in moist protected ravines and mesic tundra in sheltered situations. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9673. High temperate species approaching its northern coastal limit in this locality.

Solidago multiradiata Ait.

Fairly common in drier tundra communities — and in sheltered ravines and draws. Bill of Portland — Gardner 1110; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9655, 9674, 9708; Merry — Maycock 4965. High subarctic.

Achillea borealis Bongard

A common plant of dry, dry-mesic and mesic tundra types and sheltered situations. Frequent on grassy dunes. Bill of Portland — Gardner 1106; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9654; Merry — Maycock 4958. High subarctic.

Chrysanthemum arcticum L.

Infrequent in wet brackish beach communities just at or above high tide line. Neilson — Maycock and Op de Beeck S; Merry — Maycock 4901. High subarctic affinity.

Petasites sagittatus (Pursh) Gray

Restricted to partially flooded areas of wet lowland tundra especially at the ends of lakes where there is some agitation of water by the prevailing winds. Bill of Portland — Gardner 1083; Neilson — Maycock and Op de Beeck S. High subarctic.

Tanacetum huronense Nutt. var. *bifarium* Fern.

Uncommon in dry tundra communities on sandy substrates. Increases with disturbance. Neilson — Maycock and Op de Beeck S. High subarctic.

Senecio pauciflorus Pursh

Rare, in protected ravine on sandy fan. Bill of Portland — Gardner 1118C; Neilson — Maycock and Op de Beeck 9665. Low subarctic.

Senecio pauperculus Michx.

Reported by Gardner, No. 1101 on Bill of Portland Island. Low subarctic.

Artemisia borealis Pallas

One of the common plants of the strand communities. Restricted to, and abundant in dry tundra on sand and gravel beaches well above high tide influence. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9641; Merry — Maycock 4898. High subarctic.

Taraxacum lacerum Greene

Occasionally found in the dry tundra communities on the sand and gravel beaches above high tide. Neilson — Maycock and Op de Beeck 9653; Merry — Maycock 4975. Low arctic.

Taraxacum lapponicum Kihlm.

Moist or mesic tundra. Bill of Portland — Gardner 1128. High subarctic.

Taraxacum officinale Weber

Reported only for Bill of Portland Island by Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski, No. 1122. Low subarctic. This is undoubtedly a chance introduction either by campers, driftwood, or Hudson Bay marine activities. This record must be at or near the northern limit for the species.

Characteristics and Statistics of the Flora

A total of 163 taxonomic entities, including 159 species, 4 varieties and one form comprise the flora of the Southern Manitounuks. The largest families are *Cyperaceæ* (19 species) and *Gramineæ* (15 species). *Caryophyllaceæ* and *Compositæ* are next in importance being represented by 12 species each and these are followed by *Rosaceæ* and *Scrophulariaceæ* with 11 species each. Only three other families are of any significance and these are *Salicaceæ*, *Saxifragaceæ* and *Ericaceæ*, all represented by 9 species each. The largest genus is *Carex* (17 species) and those next in order of importance are *Salix*, *Potentilla* and *Saxifraga*, being represented by 10, 7 and 6 species respectively.

Rare or notable representatives in the flora include *Listera cordata*, *Salix richardsonii*, *Salix arctica*, *Arenaria uliginosa*, *Anemone multifida*, *Barbarea orthoceras*, *Draba cinerea*, *Ribes triste*, *Potentilla pectinata*, *Limosella aquatica*, *Pedicularis hirsuta*, *Solidago macrophylla*, *Taraxacum officinale* and *Tanacetum huronense*, among others. These species are notable for either the fact that their records on the Manitounuks represent range extensions or because they close known gaps in distributions, for their infrequent occurrence throughout their range or for the unusual circumstances of their ecological occurrences in the region.

The question of how well this sample represents the total flora should also be considered. Each of the islands was visited only for a single day by a single experienced collector. Only 70 species were recorded by Gardner for Bill of Portland and only 90 by the author for the south end of Merry Island whereas 133 taxa were taken or recorded by the author on Neilson Island. The main explanation for the differences is probably that in the two former cases only

those collected were recorded as present, whereas in the latter case the author made a concerted attempt to record the common entities and collect the difficult and critical species. This undoubtedly added to the list although the factor of a field assistant who was actively involved should also be weighed. Uncommon species are added to the floral list slowly because they generally are to be found in unusual or infrequent ecological habitats which must first be discovered. It should be reasonable to assume that a large number of such niches were uncovered on the different occasions by the two investigators so that the range of possible ecological habitats has been reasonably well covered.

In spite of the restricted collecting that has been done in the southern sections of the Manitounuks it is safe to state that this flora is relatively impoverished in comparison with others for similar areas in the same general latitude. The territory included covers approximately eight square miles. The region in the vicinity of the mouth of the Great Whale River is of more or less comparable size and occurs just six miles to the south. The Great Whale area has been much more intensively botanized than the Manitounuks but it is useful to compare numerical aspects of their floras. Although the Great Whale flora (Baldwin, 1948) is by no means complete as presented here, it is presently known to include 261 species of higher plants or an increase of almost 65 per cent in comparison with the Manitounuk flora. This magnitude of difference cannot be due entirely to collecting intensity but is undoubtedly in large measure due to actual greater richness as related to a more favourable climate and a greater range of ecological variation in the habitats available. Elevational differences are greater, land form types are more numerous, and vegetational communities are more variable, frequent and more extensive. The flora of Churchill on the west coast of Hudson Bay and some 200 miles farther north has a flora of comparable size and includes 354 species as reported by Scoggan (1959).

The frequencies with which the species were recorded on the different islands provides some indication of how frequently common species were picked up and how often uncommon species were taken as single occurrences on only one of the islands. Of the 163 possible combinations of occurrence for each of the 163 taxa in the flora, 38 were occurrences on all three islands. Seventy-one species were found only on one of the islands and of these 15 were restricted to Bill of Portland Island, 42 to Neilson Island and 14 to Merry Island. These occurrences are in approximately the same ratio as the total floras of these islands (70:133:90 or 1:3:1 or 15:42:14). This would indicate that there was roughly the same opportunity of finding restricted species in uncommon habitats on each of the islands. This would mean that the type of collecting and the frequency with which different habitats were discovered was generally similar but the intensity or the duration differed.

Considering the distribution of joint occurrences of species on just pairs of islands yields quite a different picture. Thirty-seven plants were found

paired on Merry and on Neilson Island, 16 on Neilson and Bill of Portland, but only 1 species was found to be on both Bill of Portland and Merry Island. One would anticipate a greater similarity between the floras of adjacent islands than between separated islands but in this particular case Bill of Portland is only separated from Merry Island by four miles and there is land in the form of other islands between, with none separated by a gap of more than one-fifth of a mile. On the basis of the ratio of species recorded in the floras of these two islands one might have anticipated finding 26 species common to Bill of Portland and Merry Islands if they had occurred jointly in the same ratio as between Neilson and Merry Islands. This discrepancy seems great enough to speculate that the floras of Merry and Bill of Portland are sufficiently different so that joint occurrences are not found as frequently as possible by chance. This then might indicate increasing severity of environmental conditions as Bill of Portland Island is approached along the chain of islands from the mainland. This island occurs farthest from the mainland and is more isolated from the coast and increased exposure may possibly be a factor in producing a more severe microclimate. It seems unreasonable to think that the 35 mile length of the chain of the Manitounuk has effectively prevented the establishment of species on Bill of Portland Island when the distance from the mainland actually, 2 to 3 miles, is so uniform throughout its length, but some factors must be affecting the distribution of certain plants at least toward the southern extremity of the Manitounuk.

The geographical affinities may perhaps help to clarify this situation somewhat. The percentages of high arctic, low arctic, high subarctic, low subarctic and high temperate elements in the total flora of the region and in the floras of the individual islands is presented in Table III. The total flora is decidedly arctic in character with the high and low arctic elements of more or less equal weight and producing a combined arctic value of 55 per cent as

TABLE III

Phytogeographical affinities of the Southern Manitounuk flora

	HIGH ARCTIC	LOW ARCTIC	HIGH SUB- ARCTIC	LOW SUB- ARCTIC	HIGH TEM- PERATE
TOTAL SOUTHERN MANITOUNUK FLORA	25%	30%	37%	7%	1%
BILL OF PORTLAND	31	21	39	9	—
NEILSON	25	33	34	6	2
MERRY	26	30	36	8	—

compared to a combined subarctic value of 44. The temperate plants are negligible. Oddly enough on a combined basis Neilson Island has the highest arctic element (58 per cent), followed by Merry (56 per cent) and Bill of Portland (52 per cent) although the latter has the highest high arctic percentage. Keeping in mind the distinct possibility that Bill of Portland Island may in fact possess a flora of a more arctic nature, it is nevertheless encouraging to see upon comparing the phytogeographical affinities of the individual island floras, that any one of the three would have served equally well to characterize generally, the Southern Manitounuk flora. This does lend support to the procedure of using the percentages of geographical elements of extensive collections or records from a region to attempt to characterize phytogeographical relationships. This is what is actually done in the succeeding section of this contribution.

Comparison of the Phytogeographical Affinities of the Southern Manitounuk and Adjacent Great Whale River Floras

At the outset this paper was intended as a simple report of the known flora of the Southern Manitounuks and an analysis of the geographical elements in the flora. When the flora was so examined the high arctic and low arctic segments seemed to be represented to a considerably high degree. In order to determine whether this was in fact the case it was necessary to compare these findings with an analysis of the flora of an adjacent and related region. The Great Whale flora on the adjacent mainland was most suited for this comparison and fortunately through the efforts of Dr. W. K. W. Baldwin of the National Herbarium, Ottawa, over a period of years, the flora of that region is relatively well known. An unpublished list of this flora was made available to the writer through the generosity of Dr. Baldwin who also undertook to check the vouchers supporting this list for revisions and to search for recent additions to the flora in the extensive collections of the National Herbarium. Other publications on the vegetation and flora of the Great Whale region were also consulted and the collections and observations of the writer, made in 1960 and 1967, were also employed to augment the list of plants. These publications include Hustich (1950), Gardner (1946), Raup (1943) and Porsild (1964). Although this list includes a sizeable number of entities, it cannot be considered a complete inventory of the Great Whale flora because no effort has been expended to check specimens in other important herbaria and no exhaustive search of the literature has been made although the most significant sources have been consulted. This list is nevertheless considered suitable for statistical percentage comparisons with the flora of the Southern Manitounuks.

The list of Baldwin also included the collections taken at two inland sites some ten and fifteen miles respectively upriver from the region surrounding the river mouth where the major collections were taken. One of these occurred at the first series of extensive falls on the river, referred to as Great Whale River Falls, and the other was another 5 miles upriver and referred to as Great

TABLE IV

Plants of the vicinity of the mouth of the Great Whale River, southeast coast of Hudson Bay including Great Whale River, Great Whale River Falls, a site 15 miles upriver, Bill of Portland Island, Neilson Island and south end of Merry Island, the latter three sites on the Manitounuk Islands, N.W.T.

Scientific Name	Bill of Portland Is.	Neilson Is.	S. Merry Is.	Great Whale River	Great Whale River Falls	Great Whale River E.	Phytogeographic ¹ Affinity
<i>Woodsia glabella</i> R.Br.				X			HA
<i>Woodsia ilvensis</i> (L.) R.Br.				X			HS
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	X			X			HA
<i>Dryopteris phegopteris</i> (L.) Christens.				X			LS
<i>D. linnaeana</i> Christens.				X			HT
<i>D. spinulosa</i> (O. F. Muell.) Watt				X			LS
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.				X			LS
<i>Botrychium multifidum</i> (Gmel.) Rupr.				X			LS
<i>B. lunaria</i> (L.) Sw.	X	X		X			HS
<i>B. lanceolatum</i> (Gmel.) Angstr.				X			LS
<i>Equisetum arvense</i> L.		X		X			HA
<i>E. sylvaticum</i> L.				X	X	X	HS
<i>E. fluviatile</i> L.					X		LS
<i>E. variegatum</i> Schleich.				X			HA
<i>Lycopodium selago</i> L.	X	X	X	X			HA
<i>L. annotinum</i> L.				X	X		HS
<i>L. annotinum</i> L. var. <i>pungens</i> (LaPylaie) Desv.				X			LA
<i>L. obscurum</i> L.				X			LS
<i>L. alpinum</i> L.				X		X	HS
<i>L. sabinifolium</i> Willd. var. <i>sitchense</i> (Rupr.) Fern.						X	LS
<i>L. clavatum</i> L. var. <i>monostachyon</i> Grev. & Hook.						X	HT
<i>L. complanatum</i> L.				X			HS
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Link				X			HS
<i>Isetes muricata</i> Dur.				X			LS
<i>Picea glauca</i> (Morch) Voss	X	X	X	X	X	X	HS
<i>P. mariana</i> (Mill.) BSP.				X	X	X	HS
<i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch				X	X	X	HS
<i>Juniperus communis</i> L. var. <i>saxatilis</i> Pallas	X		X	X	X		HS
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx.				X			HS
<i>S. hyperboreum</i> Læstæd.				X			HS
<i>Polamogeton tenuifolius</i> Raf.				X			HS
<i>Triglochin palustris</i> L.				X			HS
<i>Hierochloa alpina</i> (Sw.) R. & S.				X			HA
<i>H. odorata</i> (L.) Beauv.		X	X	X			HS
<i>Oryzopsis canadensis</i> (Poir.) Torr.				X		X	HT
<i>Phleum alpinum</i> L.				X	X		HS
<i>Cinna latifolia</i> (Trev.) Griseb.				X	X		LS
<i>Agrostis scabra</i> Willd.				X			HS
<i>A. borealis</i> Hartm.		X		X	X	X	LA
<i>Calamagrostis canadensis</i> (Michx.) Nutt.	X			X			HS
<i>C. canadensis</i> (Michx.) Nutt. var. <i>langsdorffii</i> (Link) Trin.		X		X	X		HS

1. Phytogeographical affinities are as follows: HA - High Arctic, LA - Low Arctic, HS - High Subarctic, LS - Low Subarctic, HT - High Temperate.

TABLE IV (continued)

Scientific Name	Bill of Portland Is.	Neilson Is.	S. Merry Is.	Great Whale River	Great Whale River Falls	Great Whale River E.	Phytogeographic Affinity
<i>C. inexpansa</i> Gray var. <i>brevior</i> (Vasey) Stebbins				×	×		HS
<i>C. lapponica</i> (Wahl.) Hartm. var. <i>nearctica</i> Porsild				×			LS
<i>Deschampsia atropurpurea</i> (Wahlenb.) Scheele				×	×		HS
<i>D. flexuosa</i> (L.) Trin.				×	×	×	LS
<i>D. caespitosa</i> (L.) Beauv.		×					HS
<i>D. caespitosa</i> (L.) Beauv. var. <i>glauca</i> (Hartm.) Lindm.				×			HS
<i>Trisetum spicalum</i> (L.) Richter var. <i>pilosiglume</i> Fern.		×	×	×	×		HA
<i>Danthonia intermedia</i> Vasey						×	LS
<i>Catabrosa aquatica</i> (L.) Beauv. var. <i>laurentiana</i> Fern.							LS
<i>Schizachne purpurascens</i> (Torr.) Swallen				×		×	LS
<i>Poa alpigena</i> (Fr.) Lindm.			×	×	×	×	LA
<i>P. arctica</i> R. Br.		×	×	×			HA
<i>P. labradorica</i> Steud.				×			LS
<i>P. pratensis</i> L.				×			LS
<i>P. nemoralis</i> L.				×		×	LS
<i>P. alpina</i> L.	×	×			×		LA
<i>P. glauca</i> Vahl		×		×			HA
<i>P. eminens</i> C. B. Presl				×			LS
<i>Dupontia fisheri</i> R. Br. ssp. <i>psilosantha</i> (Rupr.) Hult.		×					LA
<i>Puccinellia langeana</i> (Berl.) Th. Sor.		×					LA
<i>Festuca rubra</i> L.		×	×	×			HS
<i>F. rubra</i> L. var. <i>arenaria</i> (Osbeck) Fries					×		LA
<i>F. brachyphylla</i> Schultes		×	×			×	HA
<i>F. prolifera</i> (Piper) Fern.						×	LS
<i>Bromus ciliatus</i> L.					×	×	LS
<i>Agropyron trachycaulum</i> (Link) Malte (ralte) var. <i>novæ-angliæ</i> (Scribn.) Fern.		×		×	×		HT
<i>Elymus arenarius</i> L. ssp. <i>mollis</i> (Trin.) Hult.	×	×	×	×			LA
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) R. & S.				×			HS
<i>Scirpus caespitosus</i> L. ssp. <i>austriacus</i> (Pallas) Asch. & Græbn.		×	×	×	×		HS
<i>S. hudsonianus</i> (Michx.) Fern.				×			LS
<i>Eriophorum spissum</i> Fern.				×	×		LA
<i>E. angustifolium</i> Honck.	×	×	×	×	×		LA
<i>E. scheuchzeri</i> Hoppe				×			HA
<i>E. russeolum</i> Fries				×	×	×	HS
<i>Kobresia simpliciuscula</i> (Wahlenb.) Mack.	×	×		×			HA
<i>Carex nardina</i> Fr. var. <i>atriceps</i> Kuk.		×					HA
<i>C. capitata</i> L.				×			HS
<i>C. arctogena</i> H. Smith				×			HS
<i>C. maritima</i> Gunn.		×	×	×			HA
<i>C. chordorrhiza</i> L.f.				×			HS
<i>C. disperma</i> Dew.						×	LS
<i>C. trisperma</i> Dew.						×	HS
<i>C. lachenalii</i> Schk.				×			HS
<i>C. glareosa</i> Wahlenb. var. <i>amphigena</i> Fern.		×					HA

TABLE IV (continued)

Scientific Name	Bill of Portland Is.	Neilson Is.	S. Merry Is.	Great Whale River	Great Whale River Falls	Great Whale River E.	Phytogeographic Affinity
<i>C. brunnescens</i> (Pers.) Poir.				×			HS
<i>C. canescens</i> L.				×			HS
<i>C. gynocrates</i> Wormskj.		×		×			HS
<i>C. interior</i> Bailey				×	×		LS
<i>C. leptalea</i> Wahlenb.				×		×	LS
<i>C. deflexa</i> Hornem.				×		×	HS
<i>C. scirpoidea</i> Michx.	×	×	×				LA
<i>C. rupestris</i> All.		×	×	×			HA
<i>C. capillaris</i> L.	×	×	×	×			LA
<i>C. rariflora</i> (Wahlenb.) Sm.		×		×			LA
<i>C. limosa</i> L.						×	HS
<i>C. paupercula</i> Michx.				×			HS
<i>C. norvegica</i> Retz.	×	×	×	×			LA
<i>C. media</i> R. Br.				×			LS
<i>C. vaginata</i> Tausch		×					LA
<i>C. microglochin</i> Wahlenb.		×					LA
<i>C. pauciflora</i> Lightf.				×			LS
<i>C. glacialis</i> Mack.	×	×		×			LA
<i>C. stylosa</i> C. A. Meyer				×		×	HS
<i>C. bigelowii</i> Torr.	×	×	×	×		×	HA
<i>C. aquatilis</i> Wahlenb.				×			HS
<i>C. stans</i> Drej.	×			×			HA
<i>C. saxatilis</i> L. var. <i>miliaris</i> (Michx.) Bailey	×			×			HS
<i>C. saxatilis</i> L. var. <i>rhomalea</i> Fern.		×	×	×			LA
<i>C. subspathacea</i> Wormskj.		×					LA
<i>Juncus bufonius</i> L. var. <i>halophilus</i> Bath. & Fern.				×			LS
<i>J. trifidus</i> L.				×			HS
<i>J. balticus</i> Willd. var. <i>littoralis</i> Engelm.		×	×	×			LS
<i>J. filiformis</i> L.				×	×		LS
<i>J. arcticus</i> Willd.		×					LA
<i>J. subtilis</i> Mey.				×			LS
<i>J. alpinus</i> Vill.				×			LS
<i>J. albescens</i> (Lge.) Fern.	×	×		×			HA
<i>J. castaneus</i> Smith		×		×	×		LA
<i>Luzula parviflora</i> (Ehrh.) Desv.				×			HS
<i>L. confusa</i> Lindeb.				×			HA
<i>L. spicata</i> (L.) DC.		×		×			HS
<i>L. grænlantica</i> Bocher				×		×	HS
<i>Tofieldia pusilla</i> (Michx.) Pers.		×	×				LA
<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC.				×			HS
<i>Habenaria dilatata</i> (Pursh) Hook.				×			HS
<i>H. hyperborea</i> (L.) R. Br.	×	×	×	×			HS
<i>H. obtusata</i> (Pursh) Richards.		×	×				HS
<i>H. obtusata</i> (Pursh) Richards. var. <i>collectanea</i> Fern.	×						HS
<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.		×		×			HS
<i>Salix vestita</i> Pursh	×	×	×	×			HS
<i>S. glaucophylloides</i> Fern.				×			HT
<i>S. glauca</i> L.				×			HS
<i>P. laurentiana</i> Fern.				×			LS
<i>P. egaliksensis</i> Wormskj				×			HS
<i>Trientalis borealis</i> Raf.				×			HS
<i>Androsace septentrionalis</i> L.		×					HA

TABLE IV (continued)

Scientific Name	Bill of Portland Is.	Neilson Is.	S. Merry Is.	Great Whale River	Great Whale River Falls	Great Whale River E.	Phytogeographic Affinity
<i>S. uva-ursi</i> Pursh	×	×	×	×			HS
<i>S. herbacea</i> L.				×			LA
<i>S. pellita</i> Anderss.				×			LS
<i>S. arctica</i> Pall.	×			×			HA
<i>S. arctophila</i> Cockerell	×	×		×			HA
<i>S. cordifolia</i> Pursh var. <i>callicarpæa</i> (Trautv.) Fern.	×	×		×	×		LA
<i>S. cordifolia</i> Pursh var. <i>intonsa</i> Fern.			×				LA
<i>S. planifolia</i> Pursh		×		×	×	×	HS
<i>S. calcicola</i> Fern.		×		×			LA
<i>S. argyrocarpa</i> Anderss.				×			HS
<i>S. reticulata</i> L.	×	×	×	×			LA
<i>S. richardsonii</i> Hook.			×				LA
<i>Populus balsamifera</i> L.						×	LS
<i>Myrica gale</i> L.				×	×		HS
<i>Alnus crispa</i> (Ait.) Pursh				×			HS
<i>A. crispa</i> (Ait.) Pursh var. <i>mollis</i> Fern.				×		×	HS
<i>A. rugosa</i> (DuRoi) Spreng. var. <i>americana</i> (Regel) Fern.				×			HT
<i>Betula minor</i> (Tuckerm.) Fern.				×	×		LS
<i>B. glandulosa</i> Michx.	×	×	×	×	×	×	HS
<i>Geocaulon lividum</i> (Richards.) Fern.				×			LS
<i>Kæmigia islandica</i> L.				×			LA
<i>Oxyria digyna</i> (L.) Hill				×			HA
<i>Polygonum viviparum</i> L.	×	×	×				HA
<i>Rumex pallidus</i> Bigel.				×			LS
<i>R. occidentalis</i> Wats.				×			LS
<i>Montia lamprosperma</i> Cham.		×		×			LA
<i>Stellaria calycantha</i> (Ledeb.) Bong.		×		×		×	HS
<i>S. crassifolia</i> Ehrh.				×			LA
<i>S. longipes</i> Goldie		×		×			HA
<i>S. humifusa</i> Rottb.		×		×			HA
<i>S. subvestita</i> Greene		×	×	×			LS
<i>Cerastium arvense</i> L.				×			HS
<i>C. alpinum</i> L.	×	×	×	×			HA
<i>Arenaria peploides</i> L. var. <i>diffusa</i> Hornem.	×	×	×	×			LA
<i>A. sajanensis</i> Willd.				×			LA
<i>A. rubella</i> (Wahlenb.) Sm.		×		×			HA
<i>A. grænlantica</i> (Retz.) Spreng.	×	×	×	×		×	HS
<i>A. humifusa</i> Wahlenb.	×	×		×			LA
<i>A. uliginosa</i> Schleich.		×		×			LA
<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl.		×		×			HS
<i>Melandrium apetalum</i> (L.) Fenz. ssp. <i>arcticum</i> (Fr.) Hull.				×			HA
<i>Silene acaulis</i> L. var. <i>exscapa</i> (All.) DC.	×	×	×				HA
<i>Ranunculus reptans</i> L.				×			HS
<i>R. pygmaeus</i> Wahl.				×			HA
<i>R. cymbalaria</i> Pursh var. <i>alpinus</i> Hook.		×		×			HS
<i>R. lapponicus</i> L.				×			LA
<i>R. allenii</i> Robins.				×			HS
<i>R. pedatifidus</i> Sm. var. <i>leiocarpus</i> (Trautv.) Fern.		×	×	×			HA
<i>R. trichophyllus</i> Chaix var. <i>eradicatus</i> (Læstæd.) W. B. Drew		×		×			LA

TABLE IV (continued)

Scientific Name	Bill of Portland Is.	Neilson Is.	S. Merry Is.	Great Whale River	Great Whale River Falls	Great Whale River E.	Phytogeographic Affinity
<i>Anemone richardsonii</i> Hook.				×			HS
<i>A. parviflora</i> Michx.	×	×		×			HS
<i>A. multifida</i> Poir.			×				LS
<i>Caltha palustris</i> L.				×			LS
<i>Coptis grænlandica</i> (Oeder) Fern.				×			HS
<i>Actæa rubra</i> (Ait.) Willd.				×		×	LS
<i>Subularia aquatica</i> L.				×			LS
<i>Barbarea orthoceras</i> Ledeb.		×		×			HS
<i>Cardamine bellidifolia</i> L.	×			×			HA
<i>C. pratensis</i> L.				×			HA
<i>Draba allenii</i> Fern.				×			HS
<i>D. nivalis</i> Lilj.	×	×	×	×			HA
<i>D. glabella</i> Pursh	×	×		×			LA
<i>D. arabisans</i> Michx. (?)				×			HT
<i>D. lactea</i> Adams				×			HA
<i>D. cinerea</i> Adams		×					HA
<i>Arabis arenicola</i> (Richards.) Gel.		×		×			LA
<i>A. alpina</i> L.				×			LA
<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borbas				×			LS
<i>Saxifraga aizoides</i> L.	×	×	×	×			HA
<i>S. rivularis</i> L.	×	×		×			HA
<i>S. cæspitosa</i> L.		×		×			LA
<i>S. cæspitosa</i> L. ssp. <i>exaratooides</i> (Simm.) Engl. & Irmsch. emend Porsild				×			LA
<i>S. tricuspidata</i> Rotb.	×	×	×	×			HA
<i>S. aizoon</i> Jacq. var. <i>neogæa</i> Butlers	×	×	×	×			HA
<i>S. oppositifolia</i> L.	×	×	×				HA
<i>Milella nuda</i> L.				×			LS
<i>Chrysosplenium tetrandrum</i> (Lund) Fries				×			HA
<i>Parnassia palustris</i> L. var. <i>neogæa</i> Fern.	×	×	×	×	×		HS
<i>P. kotzebuei</i> Cham. & Schl.	×			×			HS
<i>Ribes triste</i> Pall.			×	×			HS
<i>R. glandulosum</i> Grauer				×			HS
<i>Sorbus decora</i> (Sarg.) Hyland				×			LS
<i>Amelanchier bartramiana</i> (Tausch.) Rømer				×	×	×	LS
<i>Rubus idæus</i> L. var. <i>strigosus</i> (Michx.) Maxim.					×	×	LS
<i>R. pubescens</i> Raf.						×	LS
<i>R. acaulis</i> Michx.			×	×			HS
<i>R. arcticus</i> L.	×	×					LS
<i>R. chamæmoris</i> L.			×	×	×	×	HS
<i>Fragaria virginiana</i> Duchesne				×		×	LS
<i>Potentilla palustris</i> (L.) Scop.				×			HS
<i>P. tridentata</i> Soland.				×			LS
<i>P. fruticosa</i> L.				×	×		HS
<i>P. nivea</i> L.	×	×	×	×			LA
<i>P. norvegica</i> L. var. <i>labradorica</i> (Lehm.) Fern.		×		×			HS
<i>P. crantzii</i> Beck		×		×			HS
<i>P. pulchella</i> R. Br.		×	×	×			HA
<i>P. pectinata</i> Raf.		×	×				LS
<i>P. egedii</i> Wormskj. var. <i>grænlandica</i> (Tratt.) Polunin			×				HS
<i>P. anserina</i> L.		×	×	×			LS
<i>Sibbaldia procumbens</i> L.				×			HS

TABLE IV (continued)

Scientific Name	Bill of Portland Is.	Neilson Is.	S. Merry Is.	Great Whale River	Great Whale River Falls	Great Whale River E.	Phytogeographic Affinity
<i>Geum rivale</i> L.				X			HS
<i>Dryas integrifolia</i> M. Vahl	X	X	X	X			HA
<i>Lathyrus japonicus</i> Willd.							
<i>var. aleuticus</i> (Greene) Fern.		X	X	X			HS
<i>Astragalus alpinus</i> L.				X			LA
<i>Callitriche palustris</i> L.				X	X		HS
<i>Empetrum nigrum</i> L.	X	X	X	X	X	X	HA
<i>Viola labradorica</i> Schrank	X			X			LS
<i>V. pallens</i> (Banks) Brainerd				X		X	HS
<i>V. renifolia</i> Gray <i>var.</i> <i>brainerdii</i> (Greene) Fern.		X	X				LS
<i>Shepherdia canadensis</i> (L.) Nutt.	X	X	X	X			LS
<i>Epilobium alpinum</i> L.				X		X	HS
<i>E. palustre</i> L.				X			HS
<i>E. glandulosum</i> Lehm.				X			LS
<i>E. hornemannii</i> Reich.				X		X	HS
<i>E. anagallidifolium</i> Lam.				X		X	HS
<i>E. angustifolium</i> L.	X	X	X	X	X		HS
<i>E. latifolium</i> L.	X	X	X	X			HA
<i>Hippuris vulgaris</i> L.		X	X	X			LA
<i>Ligusticum scoticum</i> L.		X	X	X			HS
<i>Heracleum maximum</i> Bartr.				X			LS
<i>Cornus canadensis</i> L.				X	X	X	HS
<i>Pyrola grandiflora</i> Rad.	X	X	X	X			LA
<i>P. virens</i> Schweig.				X			LS
<i>P. minor</i> L.	X			X			HS
<i>P. secunda</i> L. <i>var. obtusata</i> Turcz.		X	X	X			HS
<i>Moneses uniflora</i> (L.) Gray	X	X	X	X			HS
<i>Ledum grænlandicum</i> Oeder	X	X	X	X	X	X	HS
<i>L. decumbens</i> (Ait.) Lodd.		X	X	X			LA
<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv.			X	X			LA
<i>Kalmia polifolia</i> Wang.				X	X	X	HS
<i>Rhododendron lapponicum</i> (L.) Wahlenb.		X	X		X	X	LA
<i>Phyllodoce caerulea</i> (L.) Bab.				X			HS
<i>Andromeda polifolia</i> L.	X	X		X			HS
<i>A. glaucophylla</i> Link.				X			HS
<i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Mæneh.				X			HS
<i>Gaultheria hispidula</i> (L.) Bigel.				X			HT
<i>Arctostaphylos alpina</i> (L.) Spreng.	X	X	X	X			LA
<i>A. rubra</i> (Rehd. & Wils.) Fern.		X	X				HS
<i>Vaccinium angustifolium</i> Ait.				X	X	X	LS
<i>V. uliginosum</i> L. <i>var. alpinum</i> Big.	X	X	X	X	X	X	HA
<i>V. cæspitosum</i> Michx.				X	X	X	LS
<i>V. vitis-idaea</i> L. <i>var. minus</i> Lodd.		X	X	X		X	LA
<i>Oxycoccus microcarpus</i> Turcz.				X	X		HS
<i>O. quadripetalus</i> Gilib. <i>var.</i> <i>microphyllus</i> (Lange) M. P. Porsild				X			LS
<i>Diapensia lapponica</i> L.		X	X	X			LA
<i>Primula stricta</i> Hornem.		X	X	X			LA
<i>Armeria maritima</i> (Mill.) Willd. <i>ssp.</i> <i>labradorica</i> (Wallr.) Hult.				X			HA
<i>Gentiana amarella</i> L.				X			LS
<i>Lomatogonium rotatum</i> (L.) Fries	X	X		X			HS
<i>Menyanthes trifoliata</i> L. <i>var. minor</i> Raf.			X				HS
<i>Mertensia maritima</i> (L.) S. F. Gray		X	X	X			LA

TABLE IV (continued)

Scientific Name	Bill of Portland Is.	Neilson Is.	S. Merry Is.	Great Whale River	Great Whale River Falls	Great Whale River E.	Phytogeographic Affinity
<i>Limosella aquatica</i> L.		×		×			HS
<i>Veronica alpina</i> L. var. <i>unalaschcensis</i> Cham. & Schl.	×			×			HS
<i>Castilleja septentrionalis</i> Lindl.	×	×	×	×	×		HS
<i>Euphrasia arctica</i> Lge. (?)		×	×	×	×		LA
<i>Pedicularis flammea</i> L.		×		×			LA
<i>P. lapponica</i> L.			×	×			HS
<i>P. grænlantica</i> Retz.			×	×	×		HS
<i>P. labradorica</i> Wirsing			×	×			HS
<i>P. hirsuta</i> L.			×	×			HA
<i>Bartsia alpina</i> L.		×	×		×		LA
<i>Rhinanthus borealis</i> (Sterneck) Chab.	×			×			HS
<i>P. crista-galli</i> L.		×	×				HS
<i>Ringuicula vulgaris</i> L.		×	×				LA
<i>P. villosa</i> L.				×			HS
<i>Plantago juncoides</i> Lam. var. <i>glauca</i> (Hornem.) Fern.		×	×	×			HS
<i>Galium labradoricum</i> Wiegand				×			HS
<i>G. triflorum</i> Michx.					×		LS
<i>Lonicera villosa</i> (Michx.) R. & S. var. <i>calvescens</i> (Fern. & Wieg.) Fern.				×			LS
<i>Linnæa borealis</i> L. var. <i>americana</i> (Forbes) Rehd.				×	×	×	HS
<i>Viburnum edule</i> (Michx.) Raf.				×		×	HS
<i>Valeriana septentrionalis</i> Rydb.						×	HS
<i>Campanula uniflora</i> L.			×				HA
<i>C. rotundifolia</i> L.	×	×	×	×			HS
<i>Solidago macrophylla</i> Pursh		×		×	×	×	HT
<i>S. multiradiata</i> Ait.	×	×	×	×		×	HS
<i>Aster radula</i> Ait. var. <i>strictus</i> (Pursh) Gray				×	×	×	LS
<i>A. puniceus</i> L.					×		LS
<i>Anlennaria petaloidea</i> Fern.				×			HT
<i>A. rousseaui</i> Porsild				×			HS
<i>Achillea borealis</i> Bongard	×	×	×	×			HS
<i>Chrysanthemum arcticum</i> L.		×	×				HS
<i>Petasiles sagittatus</i> (Pursh) Gray	×	×		×			HS
<i>P. vitifolius</i> Greene				×		×	HS
<i>P. palmatus</i> (Ait.) Gray				×	×	×	HS
<i>Tanacetum huronense</i> Nutt. var. <i>bifarium</i> Fern.		×		×			HS
<i>Senecio pauciflorus</i> Pursh	×	×		×		×	LS
<i>S. pauperculus</i> Michx.	×						LS
<i>Artemisia borealis</i> Pall.		×	×				HS
<i>Taraxacum lacerum</i> Greene		×	×				LA
<i>T. lapponicum</i> Kihlm.	×			×			HS
<i>T. officinale</i> Weber	×						LS
<i>Hieracium canadense</i> Michx.						×	HT
Total species	70	133	90	264	59	62	
Additional subspecies, varieties				4			
Total taxa	70	133	90	268	59	62	

Whale River-East. Hustich (1950) also studied vegetation in the vicinity of these sites and his presence data were consulted to augment those on the plant lists. This was useful for records of the common, abundant and more readily recognized plants which are frequently not collected, particularly when time is limited. The lists for these two sites proved to be of considerable value since they are located in heavily forested areas and provide a contrast to the river mouth region where boreal forest, subarctic forest and tundra vegetation mingle. Both of these regions in turn contrasted strongly with the southern islands of the Manitounuks where tundra vegetation is predominant.

A total list of all plant species recorded for these three regions and specifically the six sites included in these regions was compiled and is presented in Table IV. The table permits a rapid and visual comparison of the floras of these different sites and also indicates the geographical distribution of any species in reference to the six sites of the region. For comparative purposes the phytogeographical affinity of each species is also included.

A total of 332 taxa are listed in the table and of these 323 are of specific rank. The remaining nine taxa include one subspecies and eight varieties. In spite of the taxonomic variety and ecological interest of many of these representatives of the flora it is not one that is rich in species. It is comparable in size to the Churchill flora (Scoggan, 1959) which includes 354 native species but is about two hundred miles farther south. In spite of this the Great Whale region has a more severe climate because of the sweep of winds across the cold and distant expanse of Hudson Bay and an impoverishment in the flora is due mainly to this more rigorous climate.

The phytogeographical affinities of the floras of each of the six localities were determined by totalling the number of species of each of the five distributional elements including high arctic, low arctic, high subarctic, low subarctic and high temperate and then calculating each of these as a percentage of the total. Although the total records taken from each locality are not comparable it is considered that sampling was fortuitous enough so that they do approximate the phytogeographical spectrum of the actual flora. This has actually been shown to be the case for the individual island floras of the Southern Manitounuks. Just how well this holds for the two inland sites which have not been as intensively collected and examined as the Great Whale River mouth area is not known but future studies of these localities will decide. The distribution of the phytogeographical elements in the floras of the major regions considered is provided in Table V. In the upper section of the table the values for phytogeographical elements are shown individually whereas combined values for arctic and subarctic affinities are listed below to permit greater generalization.

The item of greatest import is undoubtedly the relatively large high arctic and low arctic segment in the Southern Manitounuk flora as compared with all the others. The combined arctic element is fully 25 percentage points higher

TABLE V

Representation of phytogeographical elements in the floras of the Great Whale River Region and the Southern Manitounuk Islands
LAT. 56°N. LONG. 78°W.

	SOUTHERN MANI- TOUNUK ISLANDS	GREAT WHALE RIVER	GREAT WHALE RIVER FALLS	GREAT WHALE RIVER EAST
HIGH ARCTIC	25%	15%	5%	6%
LOW ARCTIC	30	15	17	6
HIGH SUBARCTIC	37	46	51	48
LOW SUBARCTIC	7	21	24	32
HIGH TEMPERATE	1	3	3	8
COMBINED VALUES				
ARCTIC	55	30	22	12
SUBARCTIC	44	67	75	80
TEMPERATE	1	3	3	8

in this flora than in the Great Whale flora and greatly surpasses the other inland floras. On the other hand the combined subarctic element is 23 points lower than in the Great Whale flora and the temperate segment is actually negligible.

Also worthy of note is the gradual shift in values reading across the table on any line and in any direction. The high arctic element gradually decreases passing from the Manitounuks to Great Whale River mouth to Great Whale River Falls and to Great Whale River East. The low arctic representation decreases in the same way. The high subarctic segment of the flora increases and then shows a slight decrease for the most inland situation. The low subarctic and high temperate elements gradually increase passing toward the inland situations. Smoother trends are evident in the combined values presented in the lower part of the table. What these figures effectively illustrate is a gradual transition from a decidedly arctic flora on the Southern Manitounuks to pronounced subarctic floras at Great Whale and Great Whale River Falls and Great Whale River East. At the latter site a definite increase in the low subarctic and high temperate segments of the flora is seen. These transitions are however far from being gradual on a geographical basis. As the crow flies the most northern site on Merry Island on the Manitounuks is only 11 miles from the inland Great Whale River East locality. Thus this pronounced transition occurs in an extremely if not spectacularly abrupt fashion. This represents quantitative statistical phytogeographical documentation for the so-called "maritime tree-line" referred to by Hustich (1950) and generally referred to by Bell (1897). This abrupt transition in the character of the floras and vegetational communities in this region must certainly be accompanied by similarly abrupt transitions in environmental features, especially climatic factors. These relationships should have considerable influence on our thinking and research in this critical sector of southeast Hudson Bay.

Discussion

Rapid transitions in vegetational communities are a typical feature of mountainous regions but are seldom abrupt in lowland situations without pronounced disruptions in physiographic patterns at least in respect to rapid changes in several community types. The quantitative phytogeographical evidence provided in this contribution is considered to expose a series of rapid changes in vegetation types within a relatively restricted distance which are of a spectacular nature. This situation has a bearing on phytogeographical problems generally and it is worth considering these implications.

The first of these implications is the problem of characterizing the Great Whale River flora. The major difficulty is to decide on the geographical limits of the area. As the area is extended from Great Whale River as the centre, it can be seen that within relatively short intervals of distance, very diverse floral elements will become included in the flora. The question arises whether the inland sites should be included or whether the Southern Manitounuk Islands which lie a few miles offshore should be considered as part of the region for floristic purposes because of the striking rapid transitions which occur. It is certainly true that the flora of a five square mile area surrounding Great Whale River would in no way represent the flora of the general region which is predominantly boreal forest. Naturally the flora of any region increases in number and complexity as the bounds are extended but this happens at a very rapid rate in this situation, passing from the coastal sites toward Great Whale River or passing from inland areas toward it. Thus Great Whale River, because of diverse topographic situations and great climatic diversity related to its situation immediately on the tension boundary between markedly different vegetation types, has a comparatively rich flora but one which does not characterize the predominate floristic and vegetational features of the region as a whole. Thus if the Great Whale flora was used to contrast the floras of typical areas with relatively homogenous vegetation cover, the comparison would not be a reasonable one.

The vegetational transitions are probably most rapid in the immediate vicinity of the townsite and this creates problems in attempting to characterize various environmental features of the area. One example is the climatic features. A meteorological station is situated at the townsite and the positioning of this station is of critical significance to the climatic measurements obtained or the climatic indices that may be derived from these measurements. The general vegetation of the region is boreal or boreal-subarctic. The station is situated in a subarctic or perhaps even subarctic — arctic microclimatic zone. Thus there is no possibility that climatic indices will be correlated with general vegetation patterns.

This consideration is of importance because Great Whale River is usually placed right on the Nordenskjöld Line which represents the southern boundary

of the Arctic (Porsild, 1951; Polunin, 1951). Nordenskjold calculated indices for climatic stations in definite tundra regions in the arctic and on the basis of these indices attempted to predict the southern limits of arctic tundra (Nordenskjold, 1928). His index was calculated on the basis of the mean temperature (in degrees Centigrade) of the warmest month plus one-tenth of the mean temperature of the coldest month. An index value of less than 9 was indicative of a tundra climate. The Nordenskjold index for Great Whale River is 9, thus on the borderline of a tundra climate.

A complication arises because just a mile or so inland from the site of the climatic station and just south of the river, vegetation which is a matrix of boreal forest and subarctic forest, flourishes. Also just a few miles north and slightly west there stretches the chain of the Manitounuk Islands which are covered with arctic tundra. Thus the index derived from measurements taken at Great Whale, in effect, holds only for the area immediately adjacent to the station.

This discrepancy is supported by the findings of Marr (1948) who carried on investigations at Richmond Gulf, some 80 miles north of Great Whale River as well as at the latter locality. Marr concluded that trees on the treeline at Richmond Gulf were growing vigorously and that immaturity of substrates was the factor effectively prohibiting the advancement of forest into the tundra and not climatic factors. The forests examined at Great Whale River were in a healthy and vigorous state and showed few effects of unfavourable climate. This evidence is in direct contradiction to the climatic picture which is formed from meteorological data taken at Great Whale River. This can only emphasize the rapid transitions which do occur at this locality and point to the fact that most of the meteorological data which have been recorded have come from a tundra or near tundra microclimate in the vicinity of the meteorological installation. The station is on the lower shore level at approximately 85 feet above sea level and receives the brunt of the cold arctic winds which blow from across the Bay and in passing produce arctic tundra conditions on the Manitounuks. There is at least sufficient evidence of a phytosociological and phytogeographical type to support a shift of the Nordenskjold line at least another 80 miles northward to Richmond Gulf. If the line is extended southward it must hug the coastline and on maps of smaller scale this extension would be theoretical and problematical.

At the same time it should be emphasized that in spite of the fact that the Manitounuks are well south of Richmond Gulf they by no means fall into the situation described by Marr for that area. In no way can they be considered to come under the influence of a forest climate. The spruce rings are not extending themselves at the expense of tundra. They occur only in shielded habitats and there is a maximum size that can be attained which when surpassed results in a breakdown of the community and possibly ultimate destruction of it and perhaps replacement by tundra. The vegetation and flora of

the Manitounuks is distinctly arctic in nature and this phytogeographical analysis of the flora emphasizes strongly this relationship.

References

- BALDWIN, W. K. W., 1948. Botanical notes on the east coast of James Bay and Hudson Bay. Unpubl. manuscript. *National Herbarium, Ottawa*. 31 pp.
- BELL, R., 1877. Report on an exploration in 1875, between James Bay and Lakes Superior and Huron. *Rept. Geol. Surv. Canada 1875-76*: 294-342.
- BELL, R., 1879. Report on an exploration of the east coast of Hudson's Bay. 1877. *Rept. Geol. Surv. Canada 1877*: 1-37.
- GARDNER, G., 1946. Liste des plantes récoltées sur la côte du Labrador et régions limitrophes. *Bull. Soc. Bot. France*, **93**: 1-39.
- HUSTICH, I., 1950. Notes on the forests on the east coast of Hudson Bay and James Bay. *Acta. Geogr.*, **11**: 1-83.
- MARR, J. W., 1948. Ecology of the forest-tundra ecotone on the east coast of Hudson Bay. *Ecol. Mono.*, **18**: 117-144.
- NORDENSKJOLD, O., 1928. Polar nature, a general characterization. In: Geography of the Polar regions. *Amer. Geogr. Soc. Spec. Publ.*, **8**.
- POLUNIN, N., 1951. The real Arctic: suggestions for its delimitation, subdivision and characterization. *Jour. Ecol.*, **39**: 308-315.
- PORSILD, A. E., 1951. Plant life in the Arctic. *Can. Geogr. Jour.*, **37**: 1-27.
- PORSILD, A. E., 1964. Illustrated flora of the Canadian Arctic Archipelago. (Second edition, revised). *Bull. 146, Nat. Mus. Canada, Dept. Secretary of State*. 218 pp.
- RAUP, H. M., 1943. The willows of the Hudson Bay region and the Labrador Peninsula. *Sargentia*, **4**: 81-127.
- SCOGGAN, H. J., 1959. The native flora of Churchill, Manitoba. *Nat. Mus. Canada, Dept. North. Aff. and Natl. Resourc.* 51 pp.

THE VEGETATION OF THE QUÉBEC-LABRADOR PENINSULA BETWEEN 55° AND 60° N.

JACQUES ROUSSEAU

*Centre d'études nordiques
Université Laval, Québec*

Résumé

Au moyen de deux traversées de l'Ungava, du sud au nord par la rivière George (à travers les zones subarctique, hémiarctique et arctique), et de l'ouest à l'est par les rivières Kogaluk et Payne (entièrement dans la zone arctique), l'auteur cherche à présenter sommairement la végétation des régions hyperboréales de la péninsule Québec-Labrador.

A la suite d'aspects généraux sur le pays et sa flore, et la présentation de la liste des espèces de l'ensemble de la péninsule, telle que connue à la suite de ces deux voyages, vient une description des divers habitats rencontrés. La flore étudiée est surtout la flore ptéridologique et phanérogamique, mais la monographie mentionne également de nombreux Champignons, Algues, Lichens et Bryophytes, sans prétendre toutefois fournir pour ces groupes une liste exhaustive.

Abstract

Two traverses across Ungava from the basis of this summary of the vegetation and flora of the hyperboreal sector of the Québec-Labrador peninsula. One traverse was made from south to north on the George River, through the subarctic, hemiarctic and arctic zones, and the other from west to east on the Kogaluk and Payne rivers entirely in the arctic zone.

The author presents a general survey of the country and its flora, a list of all phanerogams and vascular cryptogams as known before 1950, a description of the different habitats. Although the monograph is mainly concerned with higher plants, it contains numerous lists of the Fungi, Algæ, Lichens and Bryophytes observed during the field studies.

Avant-propos

La présente étude devait faire partie de l'*Arctic Encyclopedia*, vaste ouvrage qui ne fût jamais publié. Des spécialistes de toutes nationalités y collaboraient sous la direction de Vilhjalmur Stefansson. Cette encyclopédie, préparée avec l'aide financière des services scientifiques de la marine américaine, devait paraître aux États-Unis. Cela explique le choix de l'anglais pour mon texte. Dès 1950 la plupart des manuscrits, dont le mien, étaient déjà remis à l'éditeur.

Les contingences politiques ne se prêtaient guère alors aux œuvres de coopération internationale. En effet, c'était l'ère florissante de la chasse aux

sorcières par l'équipe McCarthy. Les manuscrits furent donc mis sous sequestre et le demeurèrent quelques années.

Finalement on s'avisa que les travaux de taxonomie végétale et animale ne constituaient pas des secrets de première importance dans la perspective d'une guerre atomique; mais s'il restait impossible de publier l'encyclopédie elle-même, on accepta le risque de libérer au moins certains travaux. Malheureusement, à cette époque, je devais consacrer toute mon énergie au rescapage de deux institutions scientifiques. Vaincu par l'administration politique, trouvant toutes les portes fermées dans mon propre pays, j'avais choisi l'exil et m'apprêtais à m'établir dans des terres lointaines, quand la Sorbonne m'offrit un poste de professeur associé qui me faisait fonctionnaire français. Et je le serais encore, si l'Université Laval ne m'avait pas invité à faire partie de ses cadres, ce qui me permettait de poursuivre certains travaux que j'avais dû laisser en veilleuse pour des raisons pratiques.

Après avoir moisi quelques années sur les tablettes des brigades anti-subversives, mon manuscrit devait être entreposé avec la plus grande partie de ma bibliothèque, attendant un moment propice à un déménagement en France.

De retour à Québec en 1962, je comptais enfin remettre à jour ce travail vieux de 12 ans, mais la courbe accélérée du temps m'a convaincu que cela est impossible. L'ouvrage cependant renferme plusieurs renseignements inédits que me réclament des spécialistes des régions boréales, et qui autrement risquent d'être perdus. Je publie donc ce texte tel que rédigé en 1950, avec une très légère mise au point de la nomenclature affectée par mon collègue et ami, Askill Löve, l'un des botanistes les mieux informés sur la flore boréale, et qui, après avoir professé quelques années au Canada est maintenant directeur du département de biologie de l'Université de Colorado. Je n'ai donc pas inclus, dans la liste des plantes de la péninsule, celles qui ont été recueillies depuis par d'autres chercheurs, et moi-même au cours des années 1949 (monts Otish), 1951 (fjord Adloylik, rivière Korok et une partie des Torngat), entre 1944 et 1948 dans les secteurs subarctiques du lac Mistassini. J'espère toutefois publier un jour ces résultats.

J'ai néanmoins ajouté à la liste les maigres récoltes de 1951 au cratère de l'Ungava (Rousseau, & Raymond, 1955). Un jeune biologiste, N.-V. Martin, y poursuivait alors un relevé faunistique et floristique. Je lui ai donc offert d'ajouter mes données aux siennes, d'identifier ses plantes et de revoir le texte botanique. Malheureusement, ses spécimens furent détruits le jour de leur arrivée à l'institution à laquelle il était attaché. Il avait déposé dans un coin de son laboratoire les paquets de plantes pressées entre des feuilles de papier journal. Lors de la ronde de nuit, le préposé à l'entretien les brula avec les papiers de rebut des paniers. Les collections, que j'avais examinées au cratère même, comprenaient un échantillonnage presque complet de la flore; aussi, pendant les quelques heures à ma disposition, je m'étais limité aux rares es-

pèces qu'il n'avait pas encore cueillies et que je rapportais en guise de souvenirs. Pour rédiger la liste complète des plantes du cratère, j'en fus donc réduit à ces spécimens et aux éléments notés dans mon journal.

Les limites de mon texte, sont celles fixées pour les fins de l'*Arctic Encyclopedia*. Comme Nicholas Polunin, de son côté, devait décrire la flore au nord du 60° de latitude, on comprendra que les régions A-1 et A-5 sont pratiquement ignorées sur ma liste, sauf pour les spécimens du Cratère de l'Ungava. Le travail de Polunin a été en partie fondu dans le *Circumpolar Arctic flora* (Polunin, 1959). D'autre part, je ne devais pas couvrir les régions subarctiques, d'où les très rares mentions. La publication du résultat de mon voyage sur la rivière George (Rousseau, 1966) a déjà compensé partiellement pour cette lacune. Enfin, les monographies du lac Mistassini et des monts Otish contribueront à compléter les vides. D'autre part les abondants travaux de Lepage et Dutilly renseigneront davantage les botanistes. Pour faciliter les recherches, j'ai mis la bibliographie partiellement à jour.

Les spécimens botaniques recueillis par l'auteur sont conservés dans les herbiers des institutions suivantes: Institut botanique, Université de Montréal, Jardin botanique de Montréal, Musée du Québec (herbier conservé au département de biologie de l'Université Laval), Service de botanique du ministère de l'Agriculture d'Ottawa, Herbier national (Ottawa). Les types des espèces nouvelles de l'auteur, décrites ailleurs, sont dans ces herbiers.

Dans un travail antérieur (Rousseau 1952), l'auteur avait publié une carte des zones climatiques de la péninsule Québec-Labrador suivant les rares données alors accessibles. Depuis, il a eu recours à la photographie aérienne de la péninsule, maintenant complétée. Son expérience du terrain toutefois ne lui permet pas d'endosser entièrement le tracé des zones forestières d'un travail de Hare (1959), fort intéressant. D'autre part, ma carte, mise à jour est elle-même sujette à corrections. Les secteurs à l'intérieur de chaque zone, basés surtout sur les bassins hydrographiques, ne peuvent être qu'approximatifs.

Le Québec-Labrador se partage en quatre zones, suivant les concepts déjà exposés par l'auteur (Rousseau 1949-b et 1952). La Péninsule et le reste du Québec au sud du Saint-Laurent, se répartissent ainsi: zone arctique, 16.2 p.c. de l'ensemble; zone hémiarctique, 15.4 p.c.; zone subarctique, 35.1 p.c.; zone tempérée, 32.9 p.c. Le territoire ici comprend les eaux du Saint-Laurent jusqu'à une ligne sud-nord allant de l'extrémité de la péninsule de Gaspé à la Côte-nord du Saint-Laurent. Si l'on ne tenait pas compte de l'eau depuis cette ligne jusqu'à l'étranglement de Québec, la proportion des zones serait à peine modifiée: arctique, 16.5 p.c. hémiarctique, 16.1 p.c.; subarctique, 35.7 p.c. tempérée, 31.6 p.c. Pour les fins du calcul, le sud du Saint-Laurent, qui représente à peine 3.4 p.c. de l'ensemble, a été placé entièrement dans la zone tempérée, bien qu'une faible partie, dans la Gaspésie surtout, constitue une enclave subarctique et arctique-alpine.

Pour une idée plus précise de la teneur du présent travail, on pourra se reporter au sommaire qui suit l'avant-propos anglais.

Foreword

A word of clarification is necessary to explain why this paper, already written in 1950, is printed only in 1967 nearly without modifications except for changes in the bibliography and the substitution of some recent names. These changes were made by Dr. Askell Löve, Chairman of the Department of Botany, University of Colorado.

This paper was written for *Arctic Encyclopedia*, whose editor was Vilhjalmur Stefansson. Nearly all the specialists who were cooperating had already submitted their papers and printing was to be started soon when political events killed the project. This project was sponsored by the scientific department of the U.S. Navy, and McCartheism was reigning at that time. Unbelievable as it may seem, the whole project was "classified" and not until a few years later were part of the papers, mainly those pertaining to plant taxonomy, released. I was then giving all my time to salvaging two scientific institutions. Due to these circumstances I even had to leave the Canadian scene and become, although a Canadian for more than ten generations, a French civil servant, having been invited to become an associate professor at the Sorbonne. These circumstances prevented the bringing up to date of the present paper. When I came back in 1962, I hoped to be able to do this. I now realize, however, that if I undertook to add the results accumulated since by other field workers I would not have time to finish the work; and the data I accumulated and that could be useful to other scientists would be definitely lost. Consequently, I decided finally to publish this paper as it was in 1950, with the very few minor changes mentioned above and the addition of only a few supplementary names to the list of plants growing in the Québec-Labrador Peninsula.

I must say that the limitations on this paper were those given to me by the Editors of *Arctic Encyclopedia*. The subarctic zone was outside the field of that publication, hence only a few plants are mentioned here for that zone. The part of the Peninsula north of the 60th parallel was to be treated by Polunin; for this reason virtually no plants are mentioned for sectors A-1 and A-5. The species in question which are for the most part mentioned elsewhere (Polunin 1940 and 1959), would add only a few species those of the arctic part of the Peninsula. A compilation from the surveys of other workers whose results were published after the present paper was prepared (1950) would complete the distribution in each zone but would not add many items to the general list. It would be useful, nevertheless, to complete this work and bring it up to date. Among the author's non-published works on the subarctic, hemiarctic and arctic Québec-Labrador are surveys of the following areas: lake Mistassini (1944-1948), Otish mountains (1940), Adloylik fjord, Korok

river, and part of Torngats mountains in the northeastern lobe of the Québec-Labrador peninsula (1951). This might come later.

The map published with this paper represents a slight modification of the one issued previously (Rousseau 1949-b and 1952). The new map modifies the previous contours of the zones a little, for the air photos of the Peninsula are now available. If we try to evaluate the proportion of the whole of Québec Province and Labrador occupied by each zone, we find the following: arctic zone, 16.2 p.c.; hemiarctic zone, 15.4 p.c., subarctic zone, 35.1 p.c.; temperate zone, 32.9 p.c. This includes the St-Lawrence river from a south-north line at the tip of the Gaspé peninsula. If the water of the St. Lawrence downstream from the narrowing of the estuary at Québec City were excluded, the proportion would be: arctic, 16.5 p.c.; hemiarctic, 16.1 p.c.; subarctic, 35.7 p.c.; temperate, 31.6 p.c. The part of the Québec Province south of the St. Lawrence is only 3.4 p.c. of the whole and was calculated as temperate although it contains subarctic and arctic-alpine outposts.

The botanical specimens mentioned in this paper and collected by the author, are kept in the following herbaria: Herbar Marie-Victorin, Université de Montréal; Herbar du Jardin botanique de Montréal; Herbar du gouvernement du Québec (kept in the department of biology, Université Laval), the Herbarium of the Department of Agriculture, Ottawa; and the National Herbarium, Ottawa.

Introduction

QUÉBEC-LABRADOR PENINSULA.

The province of Québec and the Labrador coast are the regions where the arctic zone, considered biologically, attains its southernmost limit on land. Politically, this regions belongs to two different provinces of Canada: the Labrador coast to Newfoundland and the rest of the peninsula to the province of Québec. As paradoxal as it may appear, the islands off the mainland of the peninsula on Hudson Bay, Hudson Strait, and Ungava bay come under the jurisdiction of the Northwest Territories and not that of the province of Québec. The portion of Québec north of the 52° Lat. N. (approximately) was known formerly as the *territory of Ungava*, now called *New-Québec*. This latter name has never really succeeded in supplanting the former. The name Labrador is often misused by foreign explorers and geographers to include Ungava. It must be applied only to the Atlantic coast of the mainland belonging to Newfoundland. Moreover, the name *Labrador québécois*, which tends to disappear, was never applied by Québec inhabitants to the territory of Ungava, but only to a part of the North Shore of the gulf of St. Lawrence, between Blanc-Sablon and Seven Islands approximately. To designate the whole peninsula, surrounded by salt water from the bottom of James Bay to a point of the St. Lawrence estuary, thirty miles below Quebec City, the name Québec-Labrador peninsula

(Rousseau 1949) seems the most appropriate. In this sense, the peninsula does not only include the coast of Labrador and the territory of Ungava, but also a major part of the St. Lawrence valley. In this paper, the name Labrador will be employed only in its official sense, i.e., the coast of the mainland belonging to Newfoundland, Ungava being that part of the province of Québec which lies north of the Eastmain river.

PREVIOUS STUDIES ON THE VEGETATION OF THE LABRADOR COAST.

The first general work on the flora of Labrador is a small book of 218 pages entitled *De plantis labradoricis*, by Meyer, published in 1830 (Meyer 1830). This work contains a bibliography of former work dealing with the Labrador coast as well as notes on the climate and the phytogeography of the region. Then come other general works by Schlechtendal (1836) and Macoun (1891 and 1897), the last being mainly a compilation of what was known before. Among other authors who have worked on the flora of the Labrador coast, mention must be made of Ascherson (1860), Butler (1870), Fernald and Sornborger (1899), Delabarre (1902 and 1909), MacKay (1903), Hantzsch (1909), Fernald (1911) for the southern extremity at Blanc-Sablon, Wetmore (1923), Woodworth (1927), Polunin (1932), Abbe (1936), Gardner (1937 and 1946), Hustich & Pettersson (1942-43 & 1943-44), and Wenner (1947). Some of these did not actually visit Labrador but studied the collections made by others in the region. There are moreover a list published by the Kew Royal Botanical Gardens (Kew 1907), based upon the collections of Sir William MacGregor and, among the authoritative works on the ecology of the Labrador coast, the important chapter from Tanner's book (1947) to which Hustich contributed.

FORMER STUDIES ON THE VEGETATION OF UNGAVA.

The flora of the Labrador coast was studied from quite early times, while that of Ungava remained nearly unknown until after 1940. Prior to the surveys and collections of R. C. Clement in 1944 and 1945, A. R. A. Taylor in 1944, A. Lepage and Dutilly in 1945 and 1950¹ etc., Rousseau in 1947, 1948, 1949 and 1951 (Rousseau 1948a, 1948b and 1949) and Marr in 1948², and the collections of Polunin in 1946 and 1949 (unpublished), all that existed on the flora of the interior of Ungava was a handful of notes mainly on trees, gathered by a few amateur botanists and especially the energetic geologist and explorer, Albert Peter Low (cf Low 1896, Macoun 1897, Rousseau 1948c and 1949). Before 1884, Lucien M. Turner had made botanical collections while doing ethnological work at Fort Chimo. As for the coast, south of the sixtieth parallel, and the islands off its shore belonging to the Northwest territories, little more

1. The results from Lepage and Dutilly surveys of 1950, and Rousseau surveys of 1949 and 1951 are not included in this paper, except for occasional data.

2. The herbarium specimens, identified partly by Marcel Raymond, were consulted by the author.

than scattered records were available prior to the investigations of Malte in 1928 and 1933, the numerous trips of Gardner, Polunin in 1936 and subsequently, and Abbe and Marr in 1939 (Marr 1948). For details, see later chapter.

FORMER STUDIES ON THE PHYTOGEOGRAPHICAL DIVISIONS OF THE QUÉBEC-LABRADOR PENINSULA.

Although the information was rather scant, phytogeographers have nevertheless agreed on a crude division of the peninsula into phytogeographical regions. Harshberger (1911), following Merriam (1891), recognized an arctic zone in Québec and Labrador (the northernmost part of Northwest Ungava, approximately north of the 60th parallel, and most of the Labrador coast), the subarctic or Hudsonian zone (with its southern limit below lake Mistassini), and the North American temperate zone. Marie-Victorin (1935) has substantially the same main divisions (*région arctique*, *région hudsonienne*, *région laurentienne*). Halliday (1937), considering only the forest, recognizes in Québec and Labrador the arctic tundra (with approximately the same limit as Harshberger's arctic) and the boreal forest region (covering, the hemiarctic the subarctic and a part of the temperate zone as outlined by Harshberger).

Hustich (1949) presents the most up-to-date work on the peninsula, based on his own work as well as data obtained from the most recent surveys. In accordance with facts, he divides the whole territory into 18 districts distributed through four major divisions characterised each by the main habitat: the tundra, the forest-tundra, the taiga, the southern spruce region and, beyond the limits of his work, the St. Lawrence mixed-wood forest (not described, but shaded on his accompanying map). To Hustich, the forest-tundra is identical with the subarctic region, and the taiga and southern spruce areas constitute the boreal forest region. This interpretation can be questioned. It would seem rather that the taiga is essentially the subarctic forest and should not be considered as a part of the Laurentian boreal forest which itself is a sector (or a subzone) of the temperate zone. In fact, it would be appropriate to divide what we call the temperate zone in three distinct zones: the northern temperate zone (the coniferous forest being the main habitat), the middle temperate zone (the mixed forest being the main habitat) and the southern temperate zone (deciduous forest as main habitat). This point will be discussed later on. In the present monograph the word taiga is applied to the subarctic forest in the subarctic zone, and to the forest patches in the hemiarctic zone.

Among general works concerned with the phytogeography of Québec and Labrador, we should mention the Villeneuve (1948) publication on Québec climate, because of its relation to natural vegetation — and Fernald's work on "Persistence of plants in unglaciated areas of boreal America" (1925) which will be discussed later on.

PHYSIOLOGICAL BEHAVIOR OF ARCTIC AND ALPINE PLANTS.

A good many plants grow simultaneously in the arctic tundra and on the alpine meadows of the highest summits in the northern temperate zone. The arctic and alpine formations have in common certain factors: an absence of tree growth, which favors the sun-loving plants; a short growing season allowing the existence of only fast growing plants which generally have a well developed underground system; and finally a great variation in diurnal and nocturnal temperature, an eliminating factor for tender species. Alpine as well as arctic plants must be equipped to germinate at low temperature. In the refrigerators of the Montréal Botanical Garden, in 1949, after being stratified for six weeks, pans of *Oxytropis podocarpa* (the seeds of which had been brought from Payne Bay) freely produced seedlings before leaving the refrigerator, while plants of the temperate or tropical zones germinate only occasionally under such unfavorable conditions. (Observation made by Nils Johanssen and Marcel Raymond).

The main difference between arctic and alpine plants, — which require similar conditions as far as soil, water, and temperature, — is probably the length of the period of daylight during the growing-season. While, in sectors of the Arctic in mid-July there are twenty-two hours of daylight, the number is reduced to approximately sixteen or seventeen hours in the Gaspé region mountains, even less on mount Washington, and to only 12 hours on mount Popocatepetl, near Mexico city. The plants of the Popocatepetl, although morphologically comparable with arctic plants, nevertheless belong to entirely different species. Often tropical plants grown in northern latitudes do not develop normally because of the greater length of summer days, and will flower and produce fruits only if the daily period of light is reduced. (See discussion concerning *Lathyrus venosus* var. *tonsus* (syn. *L. Rollandii*), in Marie-Victorin and Rousseau 1940). Some plants are evidently adapted to a specific length of daylight. Theoretically, within the limits of Canada, we appear to have (1) indifferent arctic-alpine plants, (2) strictly arctic plants, which cannot grow in southern alpine habitats where the period of daylight is too short, and (3) strictly alpine plants, which, although built to survive in the severe conditions of the Arctic, will not grow spontaneously in the far northern habitats because, for example, the summer period of daylight is too lengthy. At the astronomical point of view, the Arctic region might be restricted to the sector north of the arctic circle, but at a biological point of view it is extended to the limit of trees far south of the arctic circle in Eastern Canada.

SCOPE OF THE PRESENT STUDY.

The present article is not an exhaustive floristic work on Ungava and Labrador, but only a preliminary study based mainly on recent surveys. More attention will be given to the two districts surveyed by the author in particular in 1947 and 1948, not only for practical reasons, but also because they are

extreme types which may be considered more or less as samples of the whole territory. The author has also had access to the collections of colleagues who have not yet published their monographs of the areas they have surveyed, mainly Clements, Taylor, Marr, Lepage, Dutilly and Calder. Bryophytes and Thallophytes are considered only briefly in this study, which will limit itself to examining the arctic aspects of the vegetation of the Québec-Labrador peninsula. After describing the main floristic regions, it will be necessary to consider briefly the arctic outposts in the temperate zone and their phytogeographical aspects. For the 1947 trip on the George river, the author was accompanied by four Montagnais guides from Sept-Iles, Antoine Grégoire, Marcel Jourdain, Rémi Régis and Coomis Pinette. In 1948, on the Kogaluk and Payne rivers, Antoine Grégoire, Edgar Tsirnish, Xavier Grégoire and Adélard Jourdain, all coming from Sept-Iles, were the Amerindian companions. They made the trips possible and I owe much to them. In 1948, I added also to my party three other scientists: Edgar Aubert de la Rue, Jean Michéa and Pierre Gadbois. Their task was respectively geological, archeological and geographical.

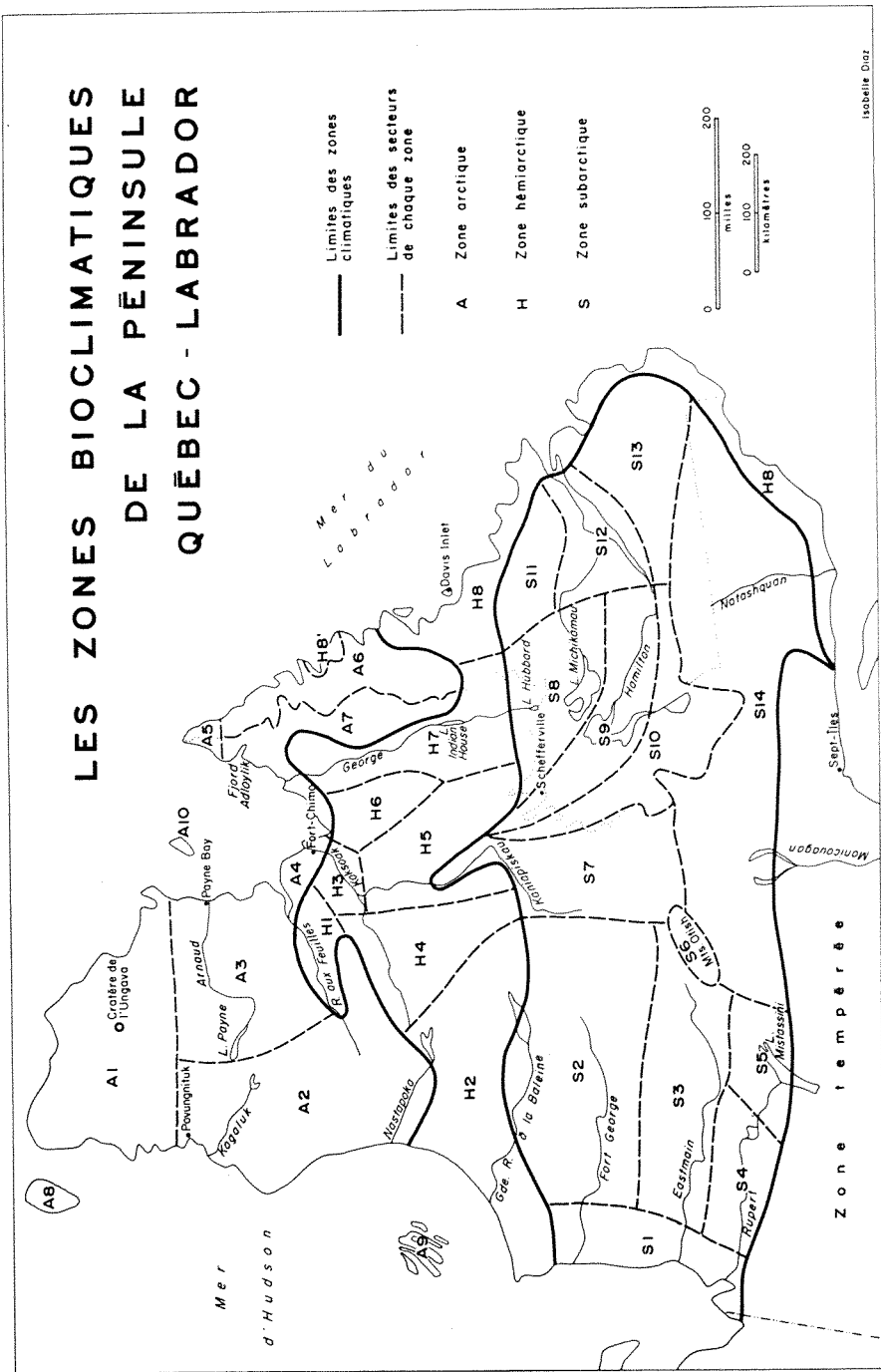
FLORISTIC REGIONS OF THE QUÉBÉC-LABRADOR PENINSULA.

In the portions of Québec and Labrador considered here we can distinguish the following floristic zones: 1) The arctic zone, north of limit of tree growth. 2) The hemiarctic zone, approximately between latitudes 55° and 58° N., which is an area covered by the forest-tundra and will be described later on in its proper chapter. For detailed description, the arctic and hemiarctic zones will be subdivided into smaller regions. The subdivisions which have been chosen correspond more or less to the main hydrographic basins; though convenient from a geographical point of view, they are not really phytogeographical regions.

The subarctic zone, covered only by the subarctic coniferous forest or taiga, approximately between latitudes 50° and 55° N., lies outside of the scope of the present study. However, in the subarctic zone and even in the temperate zone, are certain outposts of arctic vegetation which will be considered briefly at the end of this article. Also outside the scope of the present study, the northern temperate zone, of which the coniferous forest is the main habitat and the middle temperate zone, where the forest is the mixed-woods forest, occupying the southern part of the province of Québec.

The arctic and hemiarctic phanerogamic flora of Québec and Labrador south of the 60° N. lat.

The numbers refer to geographical sectors, figured on the accompanying map and described later on. The numbers preceded by *A*, designate sections of the arctic zone; by *H*, those of the hemiarctic zone; by *S*, those of the subarctic zone.



The list of the phanerogamic flora of the hemiarctic and arctic zones of the Québec-Labrador peninsula is based either on specimens in herbaria or taken from published lists. In the majority of cases, the author has examined the specimens, with the exception of the Clement collections, studied by the

late Fernald, and the majority of those made by Dutilly and Lepage. In both the latter instances, lists have been supplied by the respective collectors. The herbarium specimens are from:

CALDER, J. A.: plants collected at Fort-Chimo, section H-3.

CLEMENT, R. C.: plants collected at Indian House Lake, in section H-7.

HUSTICH, I., BALDWIN, W. K. W., TUOMIKOSKI, R., KUCYNIK, James: plants collected along the east coasts of Hudson bay and James bay, as well as the Hustich collections from Knob lake, etc. Sections A-2, H-2. (They covered also the following subarctic sections, S-1, S-9, S-10, but the results are not included in the following list).

LEPAGE, Ernest, and DUTILLY, Arthème: Eastern Hudson bay and James bay, Richmond gulf as well as exploration of the Ungava peninsula via the Clearwater and Stillwater lakes and the Larch and Koksoak rivers. Sections H-2, H-3, H-4. (They covered also S-1).

MARR, John W., and BONDE, Eric K.: plants collected at Fort-Chimo, along the southwestern part of Ungava bay, and the Leaf river: sections A-4, H-1, H-3.

ROUSSEAU, Jacques: two explorations of Ungava, described below, via the George river, in 1947, and the Kogaluk and Payne rivers, in 1948. Sections surveyed, some only fragmentarily, lie in the arctic, hemiarctic and subarctic zones: A-2, A-3, A-4 (Naujats island), H-3, H-7. (The author surveyed also A-6, A-7, H-9, S-5, S-6, S-8 but results non included here generally, Rousseau and Raymond 1955, Rousseau 1966).

TAYLOR, A. R. A., touched some points in the subarctic, hemiarctic, and arctic Québec in 1944. Sections partly covered: A-2, A-7, H-1. (Was also in subarctic sections S-9 and S-10).

The published results of some expeditions have been incorporated in the following list, though the author had not access to the specimens. References to the publications may be found under the following: Abbe (1936), Gardner (1937 and 1946), Hustich (1949), Hustich and Pettersson (1944-1945), Fernald (1925 and 1934), Macoun (1891) and Wetmore (1923).

Unless stated otherwise, the species are referred to *sensu latissimo*, thus including their varieties as well. For species of sections A-1 and A-5, see Polunin (to be published soon). With a better knowledge of the interior of the Peninsula, the frontier line of the Arctic and Hemiarctic zone will be more precisely delimited.

Only a few species of the Subarctic zone are listed.

POLYPODIACEÆ

ARCTIC SECTIONS SOUTH OF THE LAT. 60°
N., 7 species. HEMIARCTIC, 13.

- Polypodium virginianum* H-2.
Athyrium Filix-femina H-2, H-8.
Athyrium alpestre H-8.
Gymnocarpium Dryopteris (= *Dryopteris disjuncta* and *D. linnæana*)⁽³⁾ A-3, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Dryopteris fragrans A-2, A-3, A-7, H-1, H-2, H-3.
D. Phegopteris A-4, A-6, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
D. campyloptera (spinulosa) H-1, H-2, H-7, H-8, S-8.
Cryptogramma Stelleri H-2.
Cystopteris fragilis A-1, A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Woodsia alpina (Bolton) S. F. Gray (*W. Belli*) A-3(?), H-2.
W. glabella A-3, A-4, A-6, H-2, H-4, H-8.
W. ilvensis A-2, A-4, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
Onoclea sensibilis H-8.

OSMUNDACEÆ

HEMIARCTIC; 1.

- Osmunda Claytoniana* H-8.

OPHIOGLOSSACEÆ

HEMIARCTIC, 4.

- Botrychium lanceolatum* H-2.
B. Lunaria H-2, H-4, H-8.
B. matricariæfolium H-2.
B. multifidum H-2.

EQUISETACEÆ

ARCTIC, 3; HEMIARCTIC, 8.

- Equisetum arvense* (incl. ssp. *boreale*) A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
E. fluviatile H-1, H-2, H-3, H-8.
E. littorale H-7.
E. palustre H-3, H-4.
E. pratense H-7.
E. scirpoides H-3 (?)⁽⁴⁾
E. sylvaticum A-2, A-3, A-4, A-6, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
E. variegatum A-2, A-3, H-2, H-3, H-4.

LYCOPODIACEÆ

ARCTIC, 4; HEMIARCTIC, 8.

- Lycopodium alpinum* A-6, H-2, H-8.
L. annotinum A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
L. clavatum H-2, H-8.
L. complanatum A-3, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
L. lucidulum, H-8.
L. obscurum H-2, H-4, H-7, H-8, S-8.
L. sabinæfolium H-2, H-4, H-7, H-8, S-8.
L. Selago A-1, A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

SELAGINELLACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

- Salaginella selaginoides* A-6, H-2, H-3, H-4, H-8, S-8.

ISÉTACEÆ

HEMIARCTIC, 2.

- Isætes echinospora* ssp. *muricata* (*I. Braunii*) H-2, H-3, H-4.
I. macrospora H-8, S-8.

ABIETACEÆ

HEMIARCTIC, 4.

- Larix laricina* H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Picea glauca H-2, H-4, H-7, H-8, S-8.
P. mariana H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Abies balsamea H-8, S-8.

CUPRESSACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

- Juniperus communis* ssp. *alpina* (= *nana*) A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

SPARGANIACEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 2.

- Sparganium angustifolium* H-7, H-8.
S. hyperboreum A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8.

POTAMOGETONACEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 6.

- Potamogeton alpinus* A-4, H-2, H-7.
Potamogeton filiformis H-2.
P. gramineus H-4, H-8.

3. The names between parentheses are usually former names to which, with the cooperation of Dr Askill Löve, I substituted a new one.

4. A specimen collected by Calder, Herbarium of the Dep. of Agriculture, Ottawa.

P. praelongus H-7 (?), H-8.

P. pectinatus H-4.

P. Richardsonii H-2.

SCHEUCHZERIAEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 2.

Triglochin maritimum H-2, H-3, H-8.

T. palustre A-6, H-2, H-7, H-8.

GRAMINEÆ

ARCTIC, 29; HEMIARCTIC, 52.

Hierochloa monticola (*H. alpina* auct.) A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8.

H. fragrans (*H. odorata* auct.) A-2, A-6, H-2, H-4, H-8.

Oryzopsis canadensis H-2, H-4.

O. pungens H-2.

Phleum commutatum (*P. alpinum*) H-2, H-7, H-8.

Alopecurus alpinus A-7.

A. æqualis A-6.

Agrostis borealis A-2, A-3, A-4, A-6, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

A. scabra ssp. *septentrionalis* H-2, H-8.

Arctagrostis latifolia A-1, A-2, A-3.

Cinna latifolia H-2.

Calamagrostis canadensis A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.

C. deschampsoides H-2.

C. hyperborea H-2.

C. inexpansa H-4, H-8.

C. labradorica H-7.

C. lacustris A-3.

C. neglecta A-3, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

C. Pickeringii H-7.

Calamagrostis purpurascens H-4.

Deschampsia alpina A-6, H-7.

D. atropurpurea A-2, A-3, A-6, H-2, H-7, H-8, S-8.

D. cæspitosa A-2, A-4, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7.

D. flexuosa A-2, A-3, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

Danthonia spicata, H-8.

Trisetum molle A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

Phippsia algida (*Catabrosa algida*) A-3, A-6.

Catabrosa aquatica H-2, H-8.

Poa alpina A-1, A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-7, H-8.

P. arctica A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-7, H-8.

P. eminens H-2, H-8.

P. Fernaldiana H-7.

P. glauca A-2, A-3, A-6, H-2, H-7, H-8, S-8.

P. intermedia A-2.

P. labradorica H-8.

P. pratensis A-2, H-2, H-3, H-8.

Poa rigens (*P. alpigena*) A-6, H-2.

Dupontia Fisheri, A-2, A-3, A-6, H-2, H-7.

Glyceria borealis H-8.

G. nervata H-8.

Puccinellia angustata H-2.

Puccinellia lucida A-7.

P. macra H-2.

P. paupercula A-3, A-7, H-8.

P. phryganodes A-3, A-6, H-8.

Festuca brachyphylla A-1, A-2, A-3, A-4, V-6⁴ A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

F. prolifera H-2, H-3.

F. Richardsonii A-2, A-6, H-2, H-7, H-8.

F. saximontana H-2, H-3.

F. vivipara A-6, H-8.

Bromus pumpellianus H-2.

Schizachne purpurascens H-2.

Agropyron repens H-8.

Agropyron latiglume H-3, H-4.

A. violaceum H-2, H-4, H-8.

A. unguiculate H-3, H-4, H-7.

Hordeum brachyantherum H-8.

H. jubatum H-4, H-8.

Elymus mollis (*E. arenarius*) A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

CYPERACEÆ

ARCTIC, 46; HEMIARCTIC, 78.

Eleocharis acicularis A-3, H-2, H-3, H-8.

Eleocharis Smallii H-2.

Scirpus atrocinctus H-8.

Scirpus cæspitosus A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

Eriophorum alpinum (*Scirpus hudsonianus*) H-2, H-8, S-8.

Eriophorum angustifolium A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

E. brachyantherum (*E. opacum*) H-2, H-8.

E. callitrix A-6, H-2, H-8.

E. Chamissonis (*E. Chamissonis* var. *aquatilis*, sensu Fernald and *E. medium*, sensu Hultén) H-2, H-3, H-8.

E. gracile A-2, A-3, H-7.

E. Rousseauii A-2, H-2, H-3.

E. russeolum (*E. Chamissonis*, sensu Fernald) H-3, H-7, H-8, S-8.

E. Scheuchzeri A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.

E. spissum (*E. callitrix*, sensu Fernald et al., non Cham.) A-6, A-7, H-2, H-3, H-8, S-8.

E. vaginatum A-2, A-3, A-6, H-2, H-7, H-8.

E. viridicarinatum A-2, H-7.

Kobresia myosuroides A-3, A-6, H-8.

K. simpliciuscula A-7, H-2.

- Carex adelostoma* (*C. Morriseyi*) A-6, H-3.
Carex angustior H-8.
Carex aquatilis (including *C. stans*) A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Carex arctica H-3.
Carex atlantica H-8 (?).
C. atrata H-2, H-3.
C. atratiformis H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
C. atrofusca A-3, A-7, H-2, H-3, H-8.
C. bicolor A-3.
C. Bigelowii (incl. *C. anguillata*) A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
C. brunnescens A-2, A-3, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
C. Buxbaumii H-2.
C. canescens A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
C. capillaris A-6, A-7, H-2, H-3, H-8.
C. capitata ssp. *arctogena* A-2, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8.
C. chordorrhiza H-1, H-3.
C. deflexa H-2, H-3, H-7, S-8.
C. disperma H-2, H-3.
C. exilis H-2.
C. glacialis A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
C. glareosa A-3, A-6, H-2, H-7, H-8.
C. glareosa ssp. *marina* H-7.
C. gynocrates A-2, H-2, H-3, H-7, H-8.
C. Haydenii H-3, H-4.
C. holostoma A-2.
C. interior H-2.
C. Lachenalii S-8.
C. lagopina A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-8.
C. Langeana A-3, H-8.
C. lenticularis H-2.
C. leptalea H-2, H-3, H-8.
C. limosa H-3, H-8.
C. macloviana A-6, H-3, H-4, H-8.
Carex maritima A-3, A-4, A-6, H-2, H-3, H-8.
Carex media A-6, H-2, H-4, H-8.
C. membranacea A-2, A-3, A-6, H-3, H-8.
C. microglochis A-6, H-2, H-3, H-7, S-8.
C. misandra A-3, A-6, A-7, H-2, H-8.
C. misandroides H-4.
C. nardina A-3, A-7, H-2, H-3, H-4.
C. nigra H-2.
C. norvegica A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-8.
C. oligosperma H-2, H-8.
C. paleacea H-2, H-8.
C. pauciflora H-2, H-7, H-8.
C. paupercula A-6, H-2, H-3, H-7.
C. physocarpa (*C. miliaris* var. *major*) A-2, A-3, A-4, H-2, H-7, H-8, S-8.
C. praticola H-2, H-3, H-4.
C. Ræana A-3.
C. rariflora A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
C. recta H-2, H-8.
C. rostrata H-2, H-7, H-8.
C. rotundata A-2, A-3, H-1, H-3.
C. rupestris A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, S-8.
C. salina (*C. lanceata*) A-2.
C. saxatilis (incl. *C. saxatilis* var. *laxa* = *C. procerula*) A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-8.
C. scirpoidea A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8.
C. stellulata H-2, H-4.
C. sterilis H-8.
C. stylosa A-6, H-2, H-5, H-7, H-8, S-8.
C. subspathacea A-2, A-6, H-7, H-8.
C. supina H-3, H-4.
Carex tenuiflora A-2, A-3, H-2, H-3, H-7.
C. trisperma H-2, H-7, H-8.
C. ursina H-2.
C. vaginata A-2, H-2, H-3, H-4, H-8.
C. vesicaria H-8.
C. Williamsii A-2, A-3, H-3, H-7.
- ERIOCAULACEÆ
HEMIARCTIC, 1
Eriocaulon septangulare H-8.
Eriocaulon Rollandii S-5 (Rousseau 1957).
- ARACEÆ
HEMIARCTIC, 1
Calla palustris H-8.
- JUNCACEÆ
ARCTIC, 13; HEMIARCTIC, 20.
Luzula arcuata A-1, A-2, A-3, A-7, H-8.
L. confusa A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8.
L. glabrata A-2.
L. grælandica A-2, A-3, H-3, H-7.
L. multiflora A-2, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7.
L. nivalis H-8.
L. parviflora A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
L. spicata A-2, A-3, A-6, H-2, H-7, H-8.
L. sudetica H-2, H-8.
L. Wahlenbergii A-2, A-3, A-7, H-2.
Juncus albescens A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
J. alpinus H-2, H-3, H-7, H-8.
J. arcticus A-2, A-7, H-3, H-8.
J. balticus H-2, H-3, H-4, H-8.
J. biglumis A-2, A-6, H-2, H-8.
J. brevicaudatus H-2, H-8.

J. bufonius H-2, H-8.
J. castaneus A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-3,
 H-4, H-7, H-8.
J. filiformis A-2, A-3, A-6, H-2, H-4, H-7, H-8.
J. subtilis H-3, H-8.
J. trifidus A-2, A-3, A-6, H-2, H-7, H-8.

LILIACEÆ

ARCTIC, 2; HEMIARCTIC, 6.

Tofieldia pusilla (*T. borealis*, *T. minima*), A-2,
 A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Clintonia borealis H-8.
Smilacina trifolia A-6, H-8, S-8.
Maianthemum canadense H-8.
Streptopus amplexifolius H-1, H-2, H-7,
 H-8, S-8.
Streptopus roseus H-4.

IRIDACEÆ

HEMIARCTIC, 1.

Iris Hookeri H-8.

ORCHIDACEÆ

ARCTIC, 3; HEMIARCTIC, 8.

Orchis rotundifolia S-5. (Rousseau 1957).
Habenaria dilatata A-6, H-1, H-2, H-3, H-8.
H. hyperborea H-2.
H. obtusata A-2, A-4, A-6, A-7, H-2, H-8.
H. psycodes var. *Fernaldi* Rousseau & Rou-
 leau S-5 (Rousseau 1957).
H. viridis H-2.
Spiranthes Romanzoffiana H-8.
Listera borealis H-2.
L. cordata H-2, H-7, H-8.
Corallorhiza trifida A-6, H-7, S-8.

SALICACEÆ

ARCTIC, 12; HEMIARCTIC, 24.

Salix anglorum A-1, (fide Ball).
Salix arctica A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-7, H-8.
Salix arctophila A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2,
 H-3, H-7, H-8, S-8.
S. argyrocarpa A-6, H-2, H-3, H-7, H-8.
S. Bebbiana H-3.
S. brachycarpa A-2, A-3, H-2, H-7, S-8.
S. calcicola A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3,
 H-4, H-7, S-8.
S. candida H-2.
S. cordifolia A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2,
 H-3, H-4, H-8, S-8. (incl. *S. callicarpæa*).
S. discolor H-2, H-7.
S. glaucophylloides H-2.
S. hebecarpa H-4.
S. herbacea A-1, A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7,
 H-8.
S. herbacea f. *latifolia* Rousseau et Rouleau A-3.

S. humilis H-2, H-7, H-8.
S. myrtilifolia H-3, H-4.
S. pedicellaris H-2, H-7, S-8.
S. pellita H-2, H-7, S-8.
S. planifolia A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3,
 H-4, H-7, H-8, S-8.
Salix pseudomonticola H-2.
S. pyrifolia H-2, H-8.
S. reticulata A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3.
S. uva-ursi A-2, A-3, A-4, A-6, H-1, H-2,
 H-3, H-4, H-7, H-8.
S. vestita A-3, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
Populus balsamifera (*P. tacamahacca*) H-1,
 H-2, H-3, H-4, H-7,
 H-8, S-8.
Populus tremuloides H-8, S-5.

MYRICACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

Myrica Gale A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-5.

BETULACEÆ

ARCTIC, 2; HEMIARCTIC, 8.

Betula borealis H-7, S-8.
Betula glandulosa A-2, A-3, A-6, A-7, H-1,
 H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
B. Michauxii H-5, H-8, S-6, S-7, S-8.
B. minor H-2, H-3, H-7.
B. papyrifera H-8.
B. pumila H-8.
Alnus crispa A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3,
 H-7, H-8, S-8.
A. rugosa H-2.

SANTALACEÆ

HEMIARCTIC, 1.

Geocaulon lividum (*Comandra livida*) H-2,
 H-4, H-7, H-8, S-8.

POLYGONACEÆ

ARCTIC, 3; HEMIARCTIC, 11.

Oxyria digyna A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, H-2,
 H-7, H-8.
Kænigia islandica A-2, A-3, A-4, A-6, H-2.
Rumex Acetosa H-8.
Rumex Acetosella H-8.
Rumex fenestratus H-2, H-8.
R. subarcticus A-2, H-2.
R. triangulivalvis H-2.
Polygonum aviculare H-7, H-8.
Polygonum boreale H-8.
P. Convolvulus H-8.
P. viviparum A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2,
 H-3, H-7, H-8, S-8.

CARYOPHYLLACEÆ

ARCTIC, 25; HEMIARCTIC, 28.

- Sagina cæspitosa* A-3, A-6, A-7, H-8.
S. intermedia A-2, A-6, H-8.
S. nodosa A-2, H-3.
S. procumbens H-8.
S. saginoides A-2, H-3.
Minuartia biflora (*Arenaria sajanensis*) A-6, H-8.
Minuartia grænlandica (*Arenaria grænlandica*) A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
Minuartia Rossii (*Arenaria Rossii*) A-3.
Minuartia rubella (*Arenaria rubella*) A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-4, H-8.
Minuartia stricta (*Arenaria uliginosa*) H-3.
Arenaria humifusa A-1, A-2, A-3, A-6, H-2, H-8, S-5.
Moehringia macrophylla (*Arenaria macrophylla*) H-3.
Honckenya peploides (*Arenaria peploides*) A-2, A-3, A-4, A-7, H-3, H-7, H-8.
Stellaria calycantha (*S. borealis*) A-2, A-3, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
S. crassifolia A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8.
S. crassipes A-1, A-2, A-3.
S. humifusa A-4, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8.
S. læta A-2, A-3, H-3.
S. longipes A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
S. media H-8.
S. monantha A-2, A-3, H-3, H-4.
S. subvestita A-2, A-3.
Cerastium alpinum A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-4, H-7, H-8.
C. arcticum A-2, A-3.
C. arvense A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
C. beeringianum A-2, A-3, A-4, A-6, H-3, H-4, H-7, S-8.
C. cerastioides A-3, A-6, H-7, H-8.
Lychnis affinis A-2, A-3, A-4, A-7, H-2.
L. alpina A-4, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
L. apetala A-4, H-2.
L. furcata A-6, H-4.
Silene acaulis A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-1, H-2, H-7, H-8.
S. Cucubalus H-8.

PORTULACACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

- Montia lamprosperma* A-6, H-2, H-7, H-8.

NYMPHÆACEÆ

HEMIARCTIC, 1.

- Nuphar variegatum* H-2, H-8.

SARRACENIACEÆ

SUBARCTIC, 1.

- Sarracenia purpurea* S-5. (Rousseau 1957).

RANUNCULACEÆ

ARCTIC, 13; HEMIARCTIC, 16.

- Ranunculus acris* H-8.
R. Allenii A-2, A-6, H-2, H-7.
R. Cymbalaria H-2, H-8.
R. hyperboreus A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-8.
R. lapponicus A-2, A-3, H-3, H-7, H-8.
R. nivalis A-2, A-3, A-6.
R. Pallasii A-2. (Also S-1 fide Lepage).
R. pedatifidus A-1, A-2, A-3, A-6, A-7, H-2.
R. Gmelini var. *Hookeri* (*R. Purshii* auct.) A-2.
R. pygmaeus A-2, A-3, A-6, H-2, H-7, H-8.
R. reptans A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-4, H-7, H-8.
R. trichophyllus A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-7, H-8. (incl. *R. confervoides* = *R. trichophyllus* var. *eradicatus*).
Thalictrum polygamum H-8.
Anemone multifida H-2.
A. parviflora A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3.
A. Richardsonii A-2, A-3, A-4, H-2, H-3.
Calltha palustris H-2.
Coptis grænlandica A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
Actæa rubra H-2.

PAPAVERACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

- Papaver radicans* A-1, A-2, A-3, A-6, A-7, H-7, H-8.

FUMARIACEÆ

HEMIARCTIC, 1.

- Corydalis sempervirens* H-3.

CRUCIFERÆ

ARCTIC, 19; HEMIARCTIC, 21.

- Cochlearia grænlandica* A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-7, H-8.
Draba alpina A-3, A-7.
D. arabisans A-4, A-6, H-2, H-8.
D. aurea A-6, H-2, H-3.

D. crassifolia A-6.
D. fladnizensis A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-8.
D. glabella A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-8.
D. incana A-6, H-2, H-8.
D. lactea A-1, (Rousseau & Raymond 1955).
D. lanceolata H-2.
D. minganensis H-2, H-3.
D. nivalis A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-8.
D. norvegica A-7, H-2, H-8.
D. norvegica (*D. rupestris*) A-3, A-6, H-2.
D. Sornborgeri A-6.
Thlaspi arvense H-8.
Subularia aquatica H-2, H-8.
Capsella Bursa-pastoris H-8.
Raphanus raphanistrum H-8.
Braya purpurascens A-3.
Rorippa islandica H-3, H-8.
Barbarea orthoceras H-3.
Eutrema Edwardsii A-1, A-2, A-3.
Cardamine bellidifolia A-1, A-2, A-3, A-6,
 A-7, H-2, H-7, H-8.
C. pratensis A-2, A-3, H-3, H-7, H-8.
Arabis alpina A-3, A-4, A-6, H-2, H-8.
A. arenicola A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3,
 H-4, H-7.

DROSERACEÆ

HEMIARCTIC, 3.

Drosera anglica H-2.
D. intermedia (*D. longifolia*) H-8.
D. rotundifolia H-2, H-7, H-8, S-8.
D. linearis S-5.

CRASSULACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

Sedum Rosea A-4, A-6, H-3, H-7, H-8.

SAXIFRAGACEÆ

ARCTIC, 16; HEMIARCTIC, 20.

Saxifraga aizoides A-2, A-3, A-4, A-6, A-7,
 H-2, H-3.
S. paniculata (*S. Aizoon*) A-3, A-4, A-6, A-7,
 H-2, H-3, H-7, H-8.
S. cæspitosa A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-8.
S. cernua A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2,
 H-7, H-8.
S. foliolosa A-2, H-7.
S. Hirculus A-2, H-2.
S. nivalis A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-8.
S. oppositifolia A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-8.
S. rivularis (? *S. hyperborea* perhaps) A-1,
 A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-7, H-8.

S. stellaris A-6, A-7, H-8.
S. tricuspidata A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2,
 H-3, S-8.
Mitella nuda H-2, H-7, S-8.
Chrysosplenium tetrandrum A-3, A-4, H-2.
Parnassia glauca (*P. caroliniana*) H-8.
P. Kotzebuei A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-1,
 H-2, H-3, H-7, S-8.
P. multiseta (*P. obtusiflora*, *P. palustris*
auct. am.) A-6(?), H-2, H-3, H-4, H-7,
 H-8.
P. parviflora A-6(?), H-8.
Ribes glandulosum A-3, H-1, H-2, H-3, H-4,
 H-7, H-8, S-8.
R. lacustre H-2.
R. triste H-2, H-4.

ROSACEÆ

ARCTIC, 12; HEMIARCTIC, 31.

Sorbus americana H-2, H-8.
S. decora (incl. *S. grænlandica*) H-2, H-7,
 H-8, S-8.
Amelanchier Bartramiana H-2, H-4, H-7, H-8,
 S-8.
Fragaria virginiana H-2.
Sibbaldia procumbens A-2, A-3, A-6, H-2, H-7,
 H-8.
Potentilla Anserina H-8.
P. Chamissonis A-2.
P. Crantzii A-2, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7,
 H-8.
P. Egedii A-2, A-4, H-2, H-7, H-8.
P. emarginata S-8.
P. fruticosa (= *Pentaphylloides floribunda*)
 H-2.
P. hyparctica (*P. emarginata*) A-1, A-2, A-3,
 A-6, A-7, H-7.
P. multifida H-4.
P. nivea A-2, A-3, A-6, H-2, H-4, H-7, H-8.
P. monspeliensis (*P. norvegica*), H-3, H-4,
 H-7, H-8.
P. pacifica H-8.
P. pectinata H-2, H-4.
P. pulchella H-2.
P. rubricaulis H-2, H-8.
Comarum palustre A-2, A-3, H-1, H-2, H-3,
 H-7, H-8, S-8.
Sibbaldiopsis tridentata A-2, A-3, H-1, H-2,
 H-3, H-4, H-7, H-8.
Geum rivale H-2.
Rubus acaulis A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3,
 H-7, S-8.
R. arcticus A-6, A-7, H-7, H-8.

- R. Chamæmoris* A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
R. strigosus H-2, H-4, H-7, H-8, S-8.
R. peracaulis H-7.
R. pubescens H-8, S-8.
Alchemilla filicaulis H-7, H-8.
Alchemilla glomerulans H-8.
Alchemilla vestita H-7, H-8.
Alchemilla filicaulis S-8.
Sanguisorba canadensis H-7, H-8, S-8.
Dryas integrifolia A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-8

LEGUMINOSÆ

ARCTIC, 9; HEMIARCTIC, 16.

- Trifolium repens* H-8.
Astragalus alpinus A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
Astragalus eucosmus A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4.
Astragalus mistassinicus S-5. (Rousseau 1944).
Oxytropis Belli A-7, H-3.
O. foliolosa A-2, A-3, A-6.
O. hudsonica H-2.
O. johannensis H-3, H-4, H-8.
O. maydelliana A-2, A-7.
O. podocarpa A-3.
O. terræ-novæ A-2, A-3, A-6, H-2, H-8.
Hedysarum alpinum H-3, H-4.
H. Mackenzii A-4, H-2.
Lathyrus japonicus (*L. maritimus* s. amplo. incl. a new species) A-2, A-6, H-2, H-8.
Vicia Cracca H-8.

CALLITRICHACEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 3.

- Callitriche anceps* A-4 (?), H-2.
C. heterophylla H-8.
C. verna H-2, H-3, H-8 (?).

EMPETRACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1 (?)

- Empetrum Eamesii* ssp. *hermaphroditum* (*E. nigrum* auct. am. or *E. hermaphroditum*) A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-1, H-2, H-7, H-8.

VIOLACEÆ

ARCTIC, 4; HEMIARCTIC, 5.

- Viola adunca* H-8.
V. labradorica A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

- V. pallens* A-2, A-3, A-6, H-2, H-7, H-8, S-8.
V. repens (*V. palustris* auct. am.) A-6, H-7, S-8.
V. Selkirkii A-2, H-2.

ELÆAGNACEÆ

HEMIARCTIC, 1.

- Shepherdia canadensis* H-2, H-4, H-8.

ONAGRACEÆ

ARCTIC, 7; HEMIARCTIC, 10.

- Epilobium anagallidifolium* A-3, A-6, H-2, H-7, H-8.
E. angustifolium A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
E. ciliatum H-4.
E. davuricum H-2.
E. glandulosum A-3, H-7.
E. Hornemannii A-2, A-6, H-2, H-3, H-8.
E. lactiflorum A-6(?), H-2, H-3(?), H-8.
E. latifolium A-1, A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8.
E. palustre A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
E. Steckerianum H-3.

HALORAGACEÆ

HEMIARCTIC, 2.

- Myriophyllum exallescens* H-2, H-3.
M. verticillatum H-2.

HIPPURIDACEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 2.

- Hippuris tetraphylla* H-2.
H. vulgaris A-2, A-3, A-6(?), H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

UMBELLIFERÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 5.

- Ligusticum scoticum* H-2, H-8.
Cælopleurum lucidum H-8.
Heracleum lanatum H-2, H-8.
Conioselinum chinense A-6, H-8.
Angelica atropurpurea H-8.

CORNACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 2.

- Cornus canadensis* (*Chamæpericlymenum canadensis*) A-2, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
C. suecica (*Chamæpericlymenum suecica*) A-2, A-3, H-2, H-7, H-8.

PYROLACEÆ

ARCTIC, 3; HEMIARCTIC, 4.

- Pyrola grandiflora* A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
P. minor A-6, A-7, H-2, H-4, H-7, H-8.
P. secunda (*Orthillia secunda*) A-6, H-2, H-7, H-8.
Moneses uniflora H-2, H-7, H-8, S-8.

ERICACEÆ

ARCTIC, 14; HEMIARCTIC, 20.

- Ledum grœnlandicum* A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
L. palustre A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8.
Rhododendron lapponicum A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8.
Loiseleuria procumbens A-2, A-3, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8.
Kalmia angustifolia H-8.
Kalmia polifolia H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
Phyllodoce cœrulea A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
Cassiope hypnoides A-2, A-3, A-6, H-7, S-8.
Cassiope tetragona A-1.
Andromeda glaucophylla H-2, H-3, H-7, S-8.
Andromeda polifolia A-2, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8.
Chamædaphne calyculata H-1, H-2, H-7, H-8, S-8.
Arctous alpina A-2, A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8.
Arctous rubra H-2.
Chiogenes hispidula H-2, H-7.
Vaccinium boreale (*V. angustifolium* auct. non Ait.) H-2, H-7, H-8.
V. cœspitosum A-3, H-2, H-7, H-8, S-8.
V. myrtilloides (*V. canadense*) H-7.
V. Oxycoccus A-2, A-3, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
V. uliginosum (incl. *V. gaultherioides* = *V. uliginosum* var. *alpinum*) A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
V. Vitis-idaea A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

DIAPENSIACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

- Diapensia lapponica* A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8.

PRIMULACEÆ

ARCTIC, 5; HEMIARCTIC, 5.

- Primula egalikensis* A-2, A-6, H-2, H-7, H-8.
Primula incana A-2.
P. laurentiana A-6, H-3, H-4, H-8.
P. stricta A-4, A-6, A-7, H-2, H-7, H-8.
Androsace septentrionalis H-2, H-3.
Trientalis borealis A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

PLUMBAGINACEÆ

ARCTIC AND HEMIARCTIC, 1.

- Armeria maritima* (*A. labradorica*) A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-8.

GENTIANACEÆ

ARCTIC, 3; HEMIARCTIC, 6.

- Gentiana amerella* H-2, H-3, H-4, H-8.
Gentiana propinqua H-2.
Gentiana nesophila H-2.
Gentiana nivalis A-6.
Gentiana tenella A-2, A-3, A-4, A-7.
Lomatogonium rotatum A-4, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
Halenia deflexa H-8.
Menyanthes trifoliata H-3, H-7, H-8, S-8.

BORAGINACEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 2.

- Mertensia maritima* A-2, A-7, H-2, H-8.
Lappula echinata H-8.

SCOPHULARIACEÆ

ARCTIC, 13; HEMIARCTIC, 15.

- Limosella aquatica* H-2, H-3, H-8.
Veronica Wormskjoldii A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
Castilleja septentrionalis A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Euphrasia frigida A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
E. disjuncta H-8.
E. hudsoniana A-6, H-1.
E. Oakesii H-2 (?), H-8.
Bartsia alpina A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.
Pedicularis flammea A-2, A-3, A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8.
P. grœnlandica A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
P. hirsuta A-2, A-3, A-6.

P. labradorica A-2, A-3, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

P. lanata A-3, A-4.

P. lapponica A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-8.

P. palustris H-8.

P. sudetica A-2, A-6, H-2.

Rhinanthus borealis A-6, H-8.

R. Crista-galli (Probably not more than a race of the preceding species) H-8.

R. grænlandicus (Probably a race of the first one) H-2, H-3, H-8.

R. oblongifolius (Probably a race of the first species) H-2, H-3, H-4, H-7.

LENTIBULARIACEÆ

ARCTIC, 4; HEMIARCTIC, 6.

Pinguicula villosa A-2, A-6, H-2, H-3, H-8.

P. vulgaris A-2, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.

Utricularia intermedia H-3.

U. minor A-3, H-8.

U. ochroleuca A-2, A-3, H-3.

U. vulgaris H-2 (?), H-8 (?).

PLANTAGACEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 2.

Plantago juncooides A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-7, H-8.

P. major H-8.

RUBIACEÆ

ARCTIC, 1; HEMIARCTIC, 3.

Galium Brandegeei H-7.

G. labradoricum A-3, H-2, H-7, H-8.

G. trifidum H-7, H-8.

CAPRIFOLIACEÆ

ARCTIC, 2; HEMIARCTIC, 4.

Lonicera villosa A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.

Linnæa borealis A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-7, H-8, S-8.

Viburnum acerifolium H-2.

V. edule H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.

VALERIANACEÆ

HEMIARCTIC, 1.

Valeriana septentrionalis H-2.

CAMPANULACEÆ

ARCTIC, 2; HEMIARCTIC, 2.

Campanula rotundifolia (*sensu lato* incl. *C. dubia* etc.) A-3, A-6, A-7, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

C. uniflora A-1, A-2, A-3, A-6, H-2, H-8.

LOBELIACEÆ

HEMIARCTIC, 1.

Lobelia Dortmanna H-8.

COMPOSITÆ

ARCTIC, 35; HEMIARCTIC, 51.

Solidago macrophylla A-2, A-3, A-6, H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.

Solidago multiradiata A-4, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8, S-8.

Solidago uliginosa H-2 (?).

Aster foliaceus H-8.

A. longifolius H-2.

A. nemoralis H-8.

A. novi-belgii H-8.

A. puniceus H-2, H-7, H-8.

A. radula H-2, H-8, S-8.

Aster Robynsianus S-5, (Rousseau 1957).

Erigeron elatus H-2, H-4.

E. erioccephalus H-1.

E. humilis A-2, A-3, A-6, A-7.

Antennaria angustata A-1, A-2, A-3, A-6, H-4.

A. canadensis H-8.

A. canescens A-2, A-3, A-6, H-1, H-8.

A. Ekmaniana A-1. (See Rousseau & Raymond 1955).

A. hudsonica A-6.

A. isolepis A-2, A-6, H-2, H-4, H-8.

A. labradorica A-2, A-6, H-3.

A. neglecta H-2.

A. petaloidea H-8.

A. pygmaea A-6, H-1.

A. Rousseauii A-2, A-3, H-7, S-8.

A. ungavensis A-2, A-3, H-3.

Gnaphalium norvegicum A-6, H-2.

G. supinum A-2, A-6, H-7.

G. uliginosum H-8.

Achillea borealis H-7, H-8, S-8.

A. lanulosa H-7.

A. Millefolium A-2, H-2, H-8, (*A. lanulosa* except for introduced specimens).

A. nigrescens H-1, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.

A. Ptarmica H-8.

Matricaria ambigua A-2, H-2, H-8.

Chrysanthemum Hultenii A-2, H-2.

- Tanacetum huronense* A-2, H-2.
Artemisia borealis A-2, A-6, H-2, H-3, H-7, H-8.
Petasites palmatus A-2, A-3, H-2, H-3, H-7, H-8, S-8.
P. sagittatus A-2, H-2, H-3, H-7.
P. trigonophyllus A-2, H-2, H-3.
Arnica alpina A-6, A-7.
A. attenuata H-2.
A. terræ-novæ A-6.
A. plantaginea A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
A. Sornborgeri (fide Boivin) H-7.
Senecio congestus A-2, A-6, H-2, H-7, H-8.
Senecio indecorus A-6 (?).
S. pauciflorus A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-4, H-7, H-8.
S. pauperculus H-2 (?).
- S. pseudo-Arnica* H-8.
S. vulgaris H-8.
Agoseris naskapensis S-6 (Rousseau & Raymond 1951).
Taraxacum ceratophorum A-2, A-3, H-2, H-8.
T. hyperboreum A-2.
T. lacerum A-2, A-3, A-4, A-6, H-2, H-7, H-8, S-8.
T. lapponicum A-2, A-3, A-6, A-7, H-2, H-3, H-7, H-8.
T. phymatocarpum A-2.
T. pseudonorvegicum H-3.
T. russeolum H-3.
T. umbrinum A-2, A-3.
Crepis nana A-6.
Hieracium canadense H-2.
H. grænländicum H-8.

TOTAL AMOUNT OF SPECIES.

The total amount of species, mentioned in the preceding list, is 320 species (belonging to 47 families) for the arctic zone, and 555 species (belonging to 61 different families) for the hemiarctic zone, of the Québec-Labrador peninsula. To give a true picture, we should include the species of sectors A-1 and A-5, which were to be studied in an other article by Polunin and which will appear elsewhere. We should also mention the species discovered after 1950 in these zones by Lepage and Dutilly, and also by other botanists. But this would not increase greatly the above numbers.

The amount might be increased by weeds that could be found in Sector H-8. This part was frequently visited by ships and was colonized for about three centuries.

The most important families in the arctic and hemiarctic parts of Québec-Labrador peninsula are the following:

	Arctic		Hemiarctic	
	No. of species	% for the zone	No. of species	% for the zone
Cyperaceæ	46	14.4%	78	14.0%
Graminæ	29	9.0%	52	9.4%
Juncaceæ	13	4.0%	20	3.6%
Salicaceæ	12	3.7%	24	4.3%
Caryophyllaceæ	25	7.8%	28	5.0%
Ranunculaceæ	13	4.0%	16	2.9%
Cruciferae	19	5.9%	21	3.8%
Saxifragaceæ	16	5.0%	20	3.6%
Rosaceæ	12	3.7%	31	5.6%
Ericaceæ	14	4.4%	20	3.6%
Scrophulariaceæ	13	4.0%	15	2.7%
Compositæ	35	10.9%	51	9.2%
Totals	237 or	74%	376 or	68%

If we consider only the families by far the most important, the *Cyperaceæ*, *Gramineæ* and *Compositæ*, their totals represent a total of 34% of the arctic zone and 32% of the hemiarctic zone, as tabulated here. The same three families in the whole area of Québec, according to Marie-Victorin (*Flore laurentienne* 1935), would represent 31% of the species described or listed, when the twelve families altogether would gather 52% of the whole phanerogamic and pteridologic flora of the Province.

The arctic zone proper

GENERAL CHARACTERS.

In the arctic zone proper, coniferous trees or any others, except for scrubby dicotyledons, are entirely absent. Instead of a forest covering, a dwarf and largely herbaceous or cryptogamous — often discontinuous — set of communities occurs. Although arctic Québec is the most southernly arctic region, it is less known botanically than the most northern portion of the Canadian Eastern Arctic.

SUBDIVISIONS OF ARCTIC QUÉBEC-LABRADOR.

It is still premature with the information now on hand, to attempt to characterize the phytogeographical districts of the Québec-Labrador arctic area. For the sake of convenience the zone could be divided into districts, based mainly upon the hydrographic systems. Two of the districts (A-1 and A-5) have been studied by Polunin in his article "Canadian Eastern Arctic" of the "*Arctic Encyclopedia*". Of the five remaining groups, two will be described in greater detail below, the Kogaluk and Payne regions. They have been chosen because they represent important sectors of Arctic Québec and are well known to the author.

A. 1. *Cape Wolstenholme-Wakeham bay*. The northwestern extremity of Québec, north of the 60° lat. N. on Hudson bay coast and 60°30' on Ungava bay side. In this region, the main river system of which is the Povungnituk, the botanical surveys cover mainly the sea-shore and McGill lake in the interior, including Ungava crater, surveyed by Jacques Rousseau in 1951.

A. 2. *Kogaluk region*. Belonging to the Hudson bay drainage system, lies between the 60° lat. N. and the limit of trees south of lake Minto, but north of the eastern part of Leaf river. The main river in this district is the Kogaluk, surveyed for the first time by the author in 1948. (Rousseau 1948b and 1949, Aubert de la Rüe 1949-50, Gadbois 1949). This region will be studied below. Port Harrison, also in this region, was visited by Malte in 1928 and 1933, by Polunin in 1936, by Gardner and subsequently, more briefly by others.

A. 3. *Payne river region*. In the Ungava bay drainage system, between the 60° lat. N. and the limit of trees a few miles north of Leaf river. The most important hydrographic system in the region is Payne river, having its source

in Payne lake, a lake sixty miles long. The geologist Flaherty (Cf. Flaherty 1918) surveyed its lowest part in 1912 and Ney and Courtright collected plants around Payne bay post in 1936, but it was only in 1948 that the river was scientifically surveyed from source to mouth, by Rousseau's party. (Rousseau 1948b and 1949, Aubert de la Rüe 1949-50, Gadbois 1949). This region will be described below.

A. 4. *South shore of Ungava bay*. For some miles inland, the southern shore of Ungava bay is treeless. Rousseau visited Naujats island in 1947 and Marr, in 1948 visited the part near the outlet of Leaf river. On the whole, the region is poorly known.

A. 5. *Port Burwell region*. This is the northernmost part of Labrador and north-eastern Québec, north of the 60°. This region has been studied by Polunin.

A. 6. *Labrador arctic lobes and Torngat mountains*. South of the preceding region, this part of the country, destitute of forest, extends as far south as the 56° N. lat. and embraces the highlands of northern Labrador and N. E. Québec. The sector begins east of George river. The Torngat mountains which form part of this sector were studied botanically by Abbe (1936), Polunin, Malte, Gardner (1937), Rousseau in 1951 and others have botanized at various landings. Tanner and Hustich made a study of the vegetation of a part of this sector (Tanner 1947). Section A-6, when more fully known, will no doubt have to be divided otherwise to fit in with the phytogeographical requirements. Between Hebron and Port Manvers, in certain bays, are found northern outposts of the coniferous forest. They will be considered here as part of section H-8, Labrador hemiarctic coast.

A. 7. *Adloylik fjord region*, N. E. Labrador. Surveyed by Jacques Rousseau, in 1951. Results unpublished.

A. 8. *Mansel island*.

A. 9. *Belchers islands and other islands of eastern Hudson bay*. Fragmentarily visited by Gardner, Lepage and Dutilly.

A. 10. *Akpatok island*. Surveyed by Nicholas Polunin.

The Kogaluk and Payne regions (A-2 and A-3)

History of the surveys. Before the author's explorations of the Kogaluk and the Payne, only the lowest parts of these rivers were known. Low (1900) had visited the mouth of the Kogaluk; Todd (1945) and Doult travelled later about 25 miles inland from its mouth. As for Flaherty (1918), his explorations extended from Ungava bay to the North Payne, which should well bear the name of Flaherty river. The first botanical survey of the territory, as well as the first exploration of the Kogaluk and Payne rivers, was accomplished in 1948 (Rousseau 1948b and 1949, Aubert de la Rüe 1949). Accompanying

the author were Edgar Aubert de la Rüe, geologist, Jean Michéa, as archæologist, Pierre Gadbois, geographer, and four Montagnais Indians from Seven Islands.

Topography and geology. The geographical features (topography, geology, hydrography, meteorology and soil) are described briefly and only as far as the comprehension of plant habitat demands. The entire region is precambrian and formed of granitic and gneissic material with the exception of the Payne bay post vicinity where shally rockis found. The whole, an undulated plain worn away by the Quarternary glacier, is covered by numerous boulders and dotted by innumerable lakes. On the Hudson bay slope, the terrain is low and flat with only a few small hills. Between the Kogaluk and Payne systems is a "broken" country with summits of approximately 400 to 600 feet. Around Payne lake, the country is as plain as along the Kogaluk system. The farther the Payne is descended, the more hilly is the surrounding country.

Hydrography. The Kogaluk and Payne rivers are quite different in aspect. The first is more or less a chain of quaternary lakes separated by falls and having only a few small affluents. There are no falls or cascades on the Payne. Rapids, however, are numerous — the majority of which need no portages when following the current. The affluents of the Payne are much more numerous than those of the Kogaluk. In spite of the rapidity of the current of the Payne, aquatic *Ranunculi* establish themselves in the river to a depth of five to ten feet.— The color of the water, as viewed from the air, varies occasionally. The light green of the lakes and rivers, no doubt, is due mainly to the pigmentation extracted from decaying *Cladonia*. Some lakes are of a dark green, almost black, a color produced no doubt by the presence of various algæ. In swift rivers, the dark green lines of the bottom are caused by the feathery nature of aquatic *Ranunculi*. Only few lakes are of a milky color. On Anticosti island, the author noticed that this color was caused by marly bottoms. In northern Ungava, the same appearance must be owing to a clayey bottom, as clay formations are present here and there. The circumstances of the trip did not allow time to ascertain whether other factors may possibly have been responsible for the production of such conditions.

Meteorology. The only meteorological data from the interior in this area are those from the year 1948, a particularly early summer. The lakes had already thawed out before July 14. Two years earlier, Payne lake was still a mass of frozen ice on July 23 as may be judged from an aerial photograph. In the summer of 1948, a temperature of 88° F was read during the day, and at night, it frequently remained as high as 60° F. Only two nights, during the first half of August, the thermometer dipped to 32° and there was a light frost. Based upon such records, the isotherm for the summer of 1948 would be decidedly over 50° F. (10 C). If such conditions recurred for a few years, the vegetation no doubt would change and even spruces could well introduce themselves. But the summer of 1948 was extreme, and the normal summer isotherm

calculated over a period of twenty years would certainly give a much lower figure.— Near Hudson bay, there were no snow patches in the middle of July. On the Kogaluk, three patches⁵ were observed; in the valley between the Kogaluk and Payne systems, none whatsoever. Near the Payne estuary, there were still some in the middle of August which apparently persisted from one winter to the next. The condition of vegetation in many habitats revealed the presence of snow patches under normal conditions but, with the exceedingly warm and dry summer recorded, their disappearance in 1948 requires no further explanation. Furthermore, the differences in climatic and physiographic conditions between the neighborhood of Hudson bay, the center of the peninsula and the neighborhood of Ungava bay, justifies the persistence of more numerous snow patches in the Ungava bay region. We may assume that in the immediate vicinity of Hudson and Ungava bays, the maritime climate allows for a greater precipitation in winter than in the interior, say between Payne lake and Tasiak lake. In summer, the proximity of the sea favors the maintenance of a lower temperature along the Hudson bay and Ungava bay coasts. Consequently snow patches melt easily in the center rather than near the shore. Near the mouth of the Kogaluk, where the climate favors the preservation of snow patches, there are practically no sheltered places where snow could be protected. Such places are more numerous toward Ungava bay. The factors conditioning the accumulation and conservation of snow patches inevitably will have some influence upon the vegetation.— In the tundra, strong winds prevail and are sometimes severe enough to prevent canoe portage. When the sky is overcast, the wind is cold, but after a few consecutive days of sunshine, the wind has the warmth of hot air from a furnace and has a highly dehydrating capacity. This has a manifest effect upon the lichen polygons, which will be discussed below.

Soil. Bare rock surfaces are numerous, but the areas covered by vegetation or at least by soil predominate. Among the sediments, mention must be made of sand and clay loams of glacial origin, and also of marine origin. The latter are on the Hudson bay side where at least two fossiliferous terraces were found at the first falls of any importance, twenty miles inland (Abrard et Aubert de la Rüe, 1949). No fossils were observed along terraces of the Payne estuary. If they are of fluvio-marine origin, as they appear to be, this does not necessarily mean that they were built during an azoic period. In fact, even today, although the Kogaluk and Payne flow through a "living" country and harbour a rich ichthyological fauna (considered from the point of view of quantity), neither mollusk shells nor fish skeletons were observed along the river beaches, except in the regions of the brackish estuary. In addition to the sand and clay formations of glacial or fluvio-marine origin, a thin humic soil is formed on rock by the decomposition of vegetation. Depressions are sometimes filled with

5. *Sphaerella nivalis*, — the cause of the red snow phenomenon was observed during that trip, but this species was found by the author at the Ungava crater (section A-1) in 1951.

some peat. The climatic conditions are responsible for the following modifications of the soil, solifluxion, soil polygons, tundra ostioles and ochreous holes which will be considered below after the paragraph on the tundra and peat-bogs.

Tundra and peat-bogs. Leandri (1948), following von Bulow (1929), considers the tundra as a type of peat-bog which receives its water from the permafrost. It is to be noted that plants of peat-bogs and the tundra are to a certain extent the same, as for instance *Ledum grænlanticum* and other members of the family. If to classify a habitat as a peat-bog we rely mainly on ericaceous elements, dry quartzite hills of Nova Scotia would be peat-bogs, because *Ledum grænlanticum* and *Kalmia angustifolia*, are found in such habitats as well, accompanied by other acidophilous plants such as: *Drosera rotundifolia*, *D. intermedia*, *Viola lanceolata* and even *Sarracenia purpurea*, when the roots have had a chance to establish themselves in small pockets of humid *Sphagnum*. Nor is the presence simply of a subsoil of organic matter the main character, since such subsoils are found in all the badly drained forests which have nothing at all to do with peat-bogs.

It is often in the driest sections of the tundra that peat-bog elements are the most characteristic. The main element on the surface in the Kogaluk and Payne regions is often a mixture of lichens of the genus *Cladonia* which are popularly known as "Caribou-moss". These, with some of their associates, should be better considered as floristic elements of dry habitats rather than of peat-bogs. If they occur in peat-bogs, it is only in the driest sections. Typical peat-bog normally increases in thickness, which is not the case with the tundra where the coat of organic matter over the permafrost is generally thin. Although there is water in the tundra subsoil, resulting from the melting of icy loam, the surface itself generally remains dry and more exposed to oxidation than the permanently watered humus in peat-bogs. Of course, in certain parts of the tundra, there could be peat-bogs owing to the accumulation of humus in poorly drained depressions, but we should not lump the dry tundra with the peat-bog.

The word "tundra" asks also for supplementary precision as it really has two meanings. It could apply to the whole arctic region, which is destitute of trees. In this sense, it is in opposition to the forested regions and covers all lakes, rivers and the tidal zone, as well as arctic meadows. It is then a *region*. Likewise, when considering the "boreal forest", from a climatic point of view and not as a forest, we include in this term the lakes, rivers, peat-bogs and the true forest. The second meaning of tundra is that of the localized *habitat*, either dry or humid, of the arctic region discussed in the first part of this paragraph. Consequently, in the tundra considered as a region we find the following habitats: dry and humid tundra (in the restricted sense) peat-bogs, lakes, rivers, brooks, shores, tidal flats, rocky exposures and so on. In this article, *tundra* is employed only in the restricted sense.

Solifluxion and marshy areas. The upper limit of the permafrost, in this sector, in 1948, lays at a depth of fifteen to eighteen inches in the clayey areas entirely covered by vegetation, according to Gadbois' observations (Gadbois 1949). When a slight slope occurs the surface soil with its cover of water-soaked vegetation will slide a little after the thawing. The phenomenon of solifluxion is responsible for the establishment of marshes made of the more or less parallel bands of vegetation so distinctive in appearance when viewed from the air (Rousseau 1949).

Soil polygons. Of considerable interest also are the wide *soil polygons*, so common south of Leaf river, but also present in the Kogaluk-Payne territory. The oversized polygons are composed mainly of a whitish carpet of *Cladonia* surrounded by a shrubby border of *Betula glandulosa*, *Salix* and other small scrubby plants, like *Empetrum hermaphroditum* and *Vaccinium Vitis-idaea* ssp. *minus*. Their formation could well be the same as that of reticulate soils denuded of vegetation and which consist of "polygons" with a border of pebbles larger than those in the center. The steps in the construction of these polygons is apparently the following: The soils impregnated with water expanded with the first frosts. With the very low temperatures in winter, there is a contraction and the soil covering is cut into polygons. With a thawing of the surface, the border of the polygon is partly washed, in consequence of which a reticulate superficial ditch, is produced. This ditch, in the summer, favors the concentration of humidity and the shrubs will grow there more easily than in the dry center. (See Rousseau 1919A).

Tundra ostioles. (Fig. 2). Where the soil is clayey, another phenomenon occurs, which has some bearing on the vegetation. This results in the production of numerous clay holes, from which, in the summer, water and plastic clay exude. In small areas, there may be sometimes thousands of them. On account of their resemblance, when seen from the air, with the stomata ostioles on a surface of a leaf, the name of *tundra ostiole* was proposed (Rousseau 1949a)⁶ Their formation could be explained as follows: a) When the clayey loam impregnated with water freezes at the beginning of winter, the soil is not immediately entirely frozen to the depth of the permafrost, but it must subsist for some time an unfrozen layer between two icy strata. The intermediate unfrozen layer starts to freeze and there is a first expansion. The expansive strength developed between the superficial layer and the pressure finds a valve in the weak spots. Some clay is pushed outside like the contents of a bottle of milk left to freeze or a tube of tooth-paste under pressure. The plants disturbed in this area are exposed to be killed by frost. In spring, there will be a more or less circular lifeless spot. Because the soil has no vegetation covering in this spot, the soil thaws out more easily and the water circulating between the mud cracks will exsude there, with some clay. The surface of the ostiole

6. As suggested by Askell Löve recently, this could be the equivalent of a structure studied by Ph. Sorensen and bearing locally, in Scandinavia, the name *flag*.

is convex at first, owing to the internal pressure of the clay exsudation. The lip of the ostiole, because of the pressure also, is often slightly raised. When in time the ostiole becomes concave, water accumulates and Algæ develop, mainly.

<i>Glæocapsa alpicola</i>	<i>Schizothrix lacustris</i>
<i>Glæocystis Grevillei</i>	<i>Schizothrix Purcellii</i>
<i>Nostoc commune</i>	<i>Scytonema myochrous</i>
<i>Nostoc macrosporum</i>	<i>Stigonema ocellatum</i>

Amongst the first phanerogams to occupy these holes is *Juncus albescens*. The tundra ostiole, although distinct from the pingo (Porsild 1938) is a related structure.

Ochreous holes. Of different origin are the reddish holes in the tundra of common occurrence between Fort Chimo and Payne Bay, which were named *ochreous holes* (Rousseau 1949a). They are absolutely lifeless and are of interest to the vegetation from a negative point of view. Unlike to tundra ostioles, the ochreous pits are neither round nor oval, but of diverse shapes. They are not formed on light soil but in places where the vegetation lies directly on gneissic rock. The superficial holes contain angular or acicular pieces of rock and because of their concave nature, water. It is not easy to know whether the saucer-shaped holes are caused by the superficial breakage of limited portions of the mother rock, on account of its contraction in winter, but the angular and acicular pebbles owe their origin to frost. The pits are coated with ochre which apparently comes from the pyrotine of the subjacent rock. By oxidation, the pyrotine gives iron oxide (the base of ochre), sulfuric acid and hydro sulphydric acid. The acids are toxic to plants and account for the lack of vegetation. The oxidation of pyrotine is perhaps also facilitated by some microorganism, a point which the author has not been able to verify.

Cladonia polygons. (Fig. 1). These polygons have nothing to do with reticulate soil or with the soil polygons discussed above. They have no relation to soil modifications and are of interest only for their actual vegetation cover. The *Cladonia*, popularly "Caribou moss", which constitute the most important elements of the tundra and the taïga, form extensive whitish carpets which from a distance, look like a covering of snow. In the early morning, when they are impregnated with dew, they constitute a continuous mattress and are as soft as moist sponges; but when the sun heats the soil they become crisp and breakable. At the same time, with the evaporation of the dew under the sun's action, they contract and the carpets divide for the whole day into a number of polygonal "tiles". The next night, with a fresh covering of dew, the "floor" softens and spreads out again into a continuous carpet, which divides again when it is dried by the sun. In many places, this phenomenon, as unnoticeable as the tide, occurs daily. However, in some parts of the tundra, in especially dry places, there is not enough condensation at night to produce any effect. This happens particularly in places which are continuously swept



FIGURE 1. During the early hours of the day, the *Cladonia* carpet is uniform and soft. When dried out after a few hours of sunlight, it crisps and gives birth to the "Cladonia polygons". Height of land between Tasiak and Payne lakes. (Ph. Jacques Rousseau).

by a dry and warm wind. With the breaking of the crests of the tiles and the coming of rain there will be no resultant continuous carpet of *Cladonia*, but a rugose surface with the appearance of gigantic piece of morocco-leather. These polygons generally have a diameter of 40 to 50 cm. For such polygons, either diurnal or permanent, the name *lichens polygon* or, better, *Cladonia polygons*, has been proposed (Rousseau 1949 a).

Economic plants: a) *Edible plants.* As berries, we find the bakeapple (*Rubus Chamæmorus*), the arctic-alpine blueberry (*Vaccinium uliginosum* and *V. gaultherioides*), the mountain cranberry (*Vaccinium Vitis-Idæa*), rare cranberries (*V. Oxycoccus*) and in emergencies the less palatable bearberry (*Arctous alpina*) or the crowberry (*Empetrum hermaphroditum*). The only edible roots are those of the alpine knotgrass (*Polygonum viviparum*), which have a vague hazelnut flavor, and in some other sectors perhaps, but not in the parts surveyed by the author, those of the licorice-root (*Hedysarum alpinum*), with a licorice-like flavor. The yellow root of the woolly lousewort (*Pedicularis lanata*) is eaten much like the carrot. Among the leafy edible plants, mention must be made of the mountain sorrel (*Oxyria digyna*), of relatively poor food value but having a delicious acid flavor, the scurvy grass (*Cochlearia grænlandica*)

rich in vitamin-content, and the northern fireweed (*Epilobium latifolium*) which may be prepared like spinach. A common edible mushroom is *Boletus scaber*, but another species closely related to it is regarded with some suspicion. The "tripe-de-roche" or rock tripe (different species of *Umbilicaria* or *Gyrophora*) give a gelatinous substance after boiling and cooling off, but in some instances, it may be necessary to add a pinch of sodium bicarbonate to counteract its laxative effect. b) *Animal food*. Reindeer moss (*Cladonia rangiferina*) and other *Cladonia* are good fodder plant for the caribou (fig. 3) and eventual herds of reindeer. Forest Indians and Eskimos even eat the partially predigested foodstuff taken from animal stomachs. The two species of lemmings live on the bark of the arctic birch (*Betula glandulosa*) and other vegetable substances; being themselves the staple food of the white fox, they are of great economic importance and in fact control the fox cycle. As indicated by the stomach contents observed, the willow ptarmigan relies mainly upon the leaves of arctic willows as well as on berries and other plants (see also Polunin 1949). c) *Fuel*. The fuel of vegetable origin includes the arctic birch (*Betula glandulosa*), which, because of the resinous matter in the leaves may be used even when green; the creeping or rampant willows and alder, when dry, but giving only a rather poor flame; and in extreme cases, lichens, although they give a thick white smoke and burn too rapidly. For fuel, the shrubs of the tundra

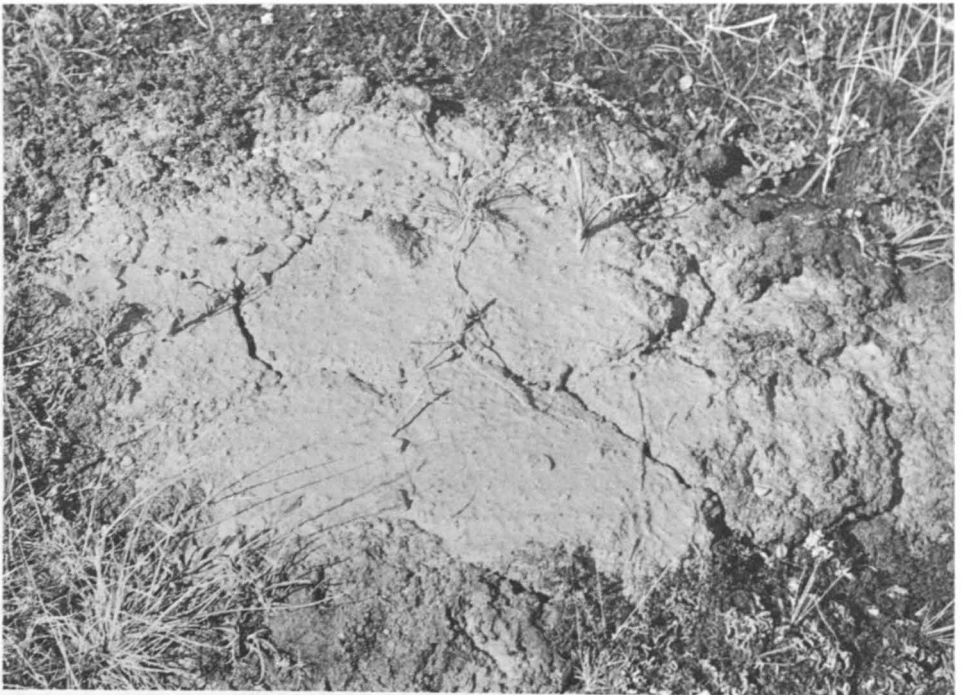


FIGURE 2. An ostiole in the tundra along the Kogaluk river. (Ph. Jacques Rousseau).

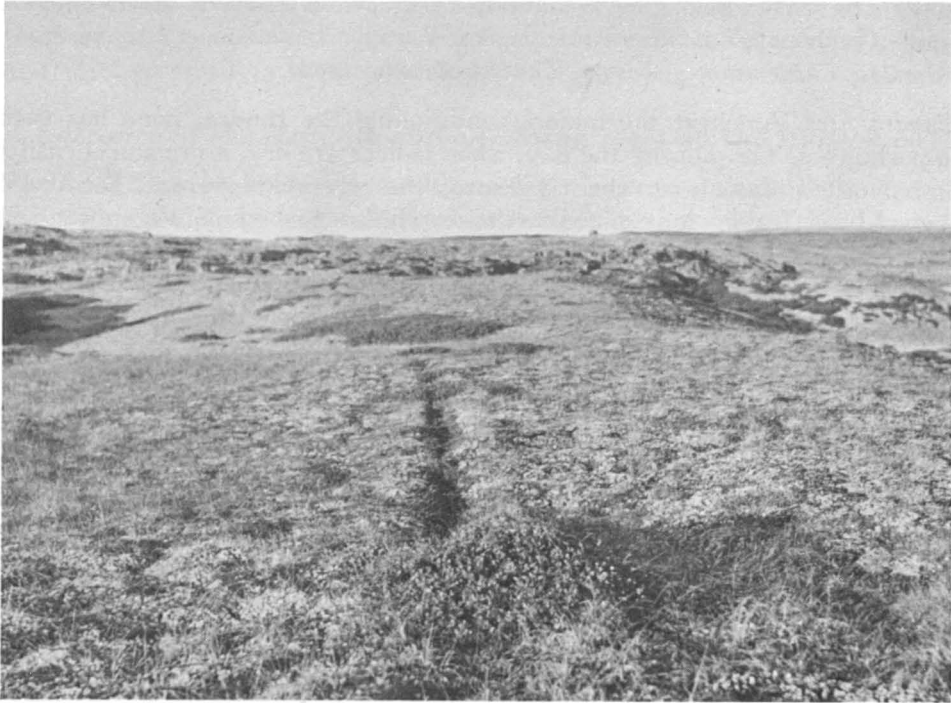


FIGURE 3. The caribou has become so rare now in the Kogaluk district that the old caribou trails along the eskers have been more or less invaded by *Betula glandulosa*. Near lake Tasiak. (Ph. Jacques Rousseau).

are far from inexhaustible (fig. 4). Depending solely upon them, permanent camps with several fires burning at the same time would have some difficulty keeping supplied. The heads of arctic cotton (*Eriophorum* sp.) were used by Eskimos as wicks in their soapstone oil lamps. Other plants, mainly *Sphagnum*, are reported to be employed for this purpose. d) *Antibiotic plants*. A lichen brought back by the author (*Cladonia uncialis*) and studied by Dr Maurice Panisset (Montréal) revealed antibiotic properties against tuberculosis. (See Panisset 1951, and Rousseau 1951). Contrary to the wish of the collaborators, and due to the lack of interest in the proper quarters, the research could not be continued.

Coprophytic fungi. On specimens of arctic animal dung brought back by the author from the Kogaluk and Payne districts, some coprophytic fungi were developed in laboratory. Amongst them R. F. Cain found the following species. On the dung of Canada goose: *Ascobolus stercorarius*. Hare: *Chætomium torulosum*, *Coniochæta leucoplaca*, *Delitschia Marchalii*, *Delitschia Auerswaldii*, *Sporormia australis*, *Sporormia corynespora*, *Sporormia fimetaria*, *Sordaria maxima*. Lemming: *Chætomium aureum*, *Chætomium torulosum*, *Chætomium cochlioides*, *Chætomium globosum*, *Chætomium funiculum*, *Sordaria fimicola*

and a new species belonging to an undescribed genus, *Phæotrichum circinatum* Cain. Caribou: *Chætomium aureum*, *Chætomium torulosum*, *Chætomium cochlioides*, *Chætomium globosum*, *Coniochæta discospora*.

Tundra fires. Amongst the factors conditioning the tundra, none has such importance as fire. During the day, when lichens are dry, a fire starts easily. In only a few hours it can entirely destroy the vegetable cover and the humic surface litter, leaving in its place bare rocks where a new crop of vegetation will establish itself only in the course of time. It may take centuries in some cases to turn to the former stage. With the destruction of the tundra, the disappearance of the lemming ensues and consequently that of the white fox, as well as that of the caribou and the ptarmigan.

Sectors of the Kogaluk and Payne regions. If we divide the arctic zone into high-arctic and low-arctic, the low-arctic would no doubt apply to the Quebec-Labrador peninsula. The Kogaluk and Payne river regions could naturally be divided into the following sectors: 1.— Entrance of the Kogaluk and adjacent territory on the Hudson bay east coast. 2.— The Kogaluk from the first rapids to the head of Tasiak lake. 3.— The high land between the Kogaluk and the Payne river systems. This last sector will overlap the artificial divisions of the Kogaluk and Payne rivers, based only on the hydrographic systems, but is



FIGURE 4. The only source of fuel inland consists of scrubby willow and arctic birch. Only very rarely one meets large shrubs, from four to six feet high, as those illustrated. Lake Iglulukch, Kogaluk river. (Ph. Jacques Rousseau).

convenient nevertheless for the floristic inventory. 4.— The Payne river, from the head of Payne Lake to the estuarine zone. 5.— The Payne river estuary and adjacent territory on Ungava bay.

Entrance of the Kogaluk and adjoining coast on the Hudson bay

The localities studied were those surrounding the Povungnituk H. B. Co. post and the mouth of the Kogaluk river sheltered by islands from the open water of Hudson bay.

Halophitic formations. At the Povungnituk post, on beaches, occasionally covered by brackish water, are found an abundance of plants customary in such habitats, such as:

Arenaria (Honckeya) peploides var. *diffusa*
Elymus mollis ssp. *villosissimus*
Mertensia maritima var. *tenella*
Potentilla Egedii var. *groenlandica*

There are also other species having no particular halophilous affinity, and indicating a rather low degree of salinity, such as

Cerastium alpinum
Chrysanthemum Hultenii
Matricaria ambigua

and *Primula incana laurentiana*, which in Anticosti and along the Gaspé coast grows only above the shore line, *Sagina saginoides*, and *Papaver radicum*, attracted by the sandy loose soil, and *Saxifraga hyperborea*.

Permanent brackish lagoons, soaked by the sea during the spring tides, contains two aquatic species, *Ranunculus Pallasii* and *R. hyperboreus*. Certain lagoons such as the large-sized one behind the Povungnituk H. B. Co. post, are filled with brackish water only in the course of spring tides, being otherwise merely humid. There the usual species appropriate to brackish marshes or at least saline habitats are found:

Carex lagopina
Carex subspathacea
Juncus albescens
Plantago juncooides var. *decipiens* f. *pygmaea*
Primula egaliksensis

associated with others belonging simply to humid clay or humid soil habitats in general:

<i>Carex membranacea</i>	<i>Pedicularis hirsuta</i>
<i>Carex rariflora</i>	<i>Ranunculus pedatifidus</i>
<i>Chrysanthemum Hultenii</i>	<i>Salix arctophila</i>
<i>Dupontia psilosantha</i>	<i>Saxifraga cernua</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Saxifraga foliolosa</i>
<i>Gentiana tenella</i>	<i>Saxifraga Hirculus</i>
<i>Juncus arcticus</i>	<i>Saxifraga rivularis</i> or <i>S. hyperborea</i>
<i>Juncus castaneus</i>	

Freshwater shores. At the entrance of the Kogaluk, behind the screen of islands, the huge flow from the Kogaluk washes away nearly all salinity, even within the tidal range. The real halophilous elements are missing excepting perhaps a *Lathyrus related to japonicus* and to a certain degree *Primula egaliksensis*. Below the line of the high normal level, we find:—

<i>Draba nivalis</i>	<i>Sagina nodosa</i> f. <i>bulbillosa</i>
<i>Melandrium affine</i>	<i>Saxifraga rivularis</i> or <i>S. hyperborea</i>
<i>Primula incana</i>	<i>Stellaria læta</i>
<i>Sagina intermedia</i>	<i>Stellaria monantha</i>

and above, between the shore line and the edge of the low bank, among the more conspicuous elements, where the lavender of the beach pea and the gold of the *Oxytropis* dominate, we find:

<i>Armeria maritima</i> ssp. <i>labradorica</i>	<i>Potentilla (Comarum) palustris</i>
<i>Draba glabella</i>	<i>Primula egaliksensis</i>
<i>Lathyrus japonicus</i> (a new species related to)	<i>Primula incana</i>
<i>Luzula spicata</i>	<i>Salix arctophila</i>
<i>Oxytropis maydelliana</i>	<i>Salix cordifolia</i> or <i>S. callicarpæa</i>
<i>Parnassia Kotzebuei</i>	<i>Tanacetum huronense</i> var. <i>monocephalum</i>
<i>Pedicularis hirsuta</i>	

Shore slopes. Between the shore properly speaking and the dry tundra lies a declivity where the soil is naturally more crumbly and allows the growth of species only found occasionally in the dry tundra. The most important elements of this habitat are:—

<i>Antennaria angustata</i>	<i>Pedicularis labradorica</i>
<i>Antennaria canescens</i>	<i>Phyllodoce cærulea</i>
<i>Astragalus alpinus</i>	<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Campanula uniflora</i>	<i>Potentilla Chamissonis</i>
<i>Eutrema Edwardsii</i>	<i>Potentilla hyparctica</i>
<i>Erigeron humilis</i>	<i>Pyrola grandiflora</i>
<i>Lycopodium annotinum</i> var. <i>pungens</i>	<i>Tanacetum huronense</i> var. <i>monocephalum</i>
<i>Melandrium affine</i>	<i>Taraxacum phymatocarpum</i>
<i>Oxytropis maydelliana</i>	<i>Trisetum molle</i>
<i>Pedicularis flammea</i>	

Dry tundra. On the top of the bank, the typical tundra of the coast begins, as a slightly undulating meadow intermittently cut by granitic exposures. This section of the tundra normally contains three habitats: the dry tundra, the ponds, and the humid tundra. In the dry tundra, the base is a carpet of lichens, mainly *Cladonia alpestris* intermixed with *Pertusaria panygera*, and other lichens and mosses. From the carpet emerge three types of plants: erect shrubs approximately one to two feet high, prostrate shrubs and herbaceous elements. The most important shrubs amongst the tallest and erect ones are:—

<i>Betula glandulosa</i>
<i>Ledum palustre</i> var. <i>decumbens</i>
<i>Salix anglorum</i>
<i>Salix planifolia</i>

Of these, *Betula glandulosa* is by far the most important and is the dominating ligneous species in the tundra. The very small or completely prostrate shrubs are:

<i>Adromeda polifolia</i>	<i>Rubus Chamæmorus</i>
<i>Arctous alpina</i>	<i>Salix reticulata</i> var. <i>semicalva</i>
<i>Cassiope tetragona</i>	<i>Vaccinium Vitis-idæa</i> var. <i>minus</i>
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	<i>Vaccinium gaultheriodes</i>
<i>Rhododendron lapponicum</i>	

The herbaceous elements consist mainly of the following:

<i>Arctagrostis latifolia</i>	<i>Luzula confusa</i>
<i>Minuartia rubella</i>	<i>Luzula grænlandica</i>
<i>Calamagrostis canadensis</i>	<i>Lycopodium Selago</i>
<i>Deschampsia cæspitosa</i> var. <i>littorale</i>	<i>Oxytropis terræ-novæ</i>
<i>Diapensia lapponica</i>	<i>Pinguicula vulgaris</i>
<i>Dryas integrifolia</i>	<i>Poa arctica</i>
<i>Dryopteris fragrans</i>	<i>Saxifraga oppositifolia</i>
<i>DuPontia Fisheri</i>	<i>Saxifraga tricuspidata</i>
<i>Epilobium latifolium</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Hierochloa monticola</i>	<i>Trisetum molle</i>

Of these, *Dryopteris fragrans* is nearly restricted to the vertical faces of rock exposures, *Minuartia rubella* is often the exclusive element of the surface of the most sterile rocks, the *Pinguicula* grows in damp crevices of the rocks, while in the interior it naturally grows in the muddy parts of the tundra. On exposed rock, the normal elements are *Diapensia*, the two *Saxifragæ*, and the *Silene*.

Tundra ponds. Of small size, outside of Algæ, they harbor only *Hippuris vulgaris*, but this paucity of species may well be due only to local conditions as we will see by the study of inland examples. Growing amongst the aquatic mosses were the following algæ: *Glæocapsa dimidiata*, *Glaucozystis nostochinearum*, *Synechococcus æruginosus*. The bottoms of the shallow ponds are frequently covered by granular masses of algæ giving the water a special green color. In two different ponds, the algæ laying under one foot of water were: in the first pond, the association *Glæocapsa alpicola* and *Glæodinium montanum* and in the second pond the association *Glæocapsa alpicola* and *Plectonema nostocorum*.

Humid tundra. The lasting humidity is due to the fact that in small depressions the water produced by the melting of the permafrost cannot easily escape. Nevertheless, this habitat cannot be considered as a peat-bog anymore than can the dry tundra, which contains many of the peat-bog elements that are, sometimes, not found in the humid sections. Here we find:—

<i>Bartsia alpina</i>	<i>Pedicularis lapponica</i>
<i>Carex physocarpa</i>	<i>Poa arctica</i>
<i>Carex subspathacea</i>	<i>Ranunculus lapponicus</i>
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	<i>Salix anglorum</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Salix herbacea</i>
<i>Eriophorum Scheuchzeri</i>	<i>Saxifraga aizoides</i>
<i>Habenaria obtusata</i> var. <i>collecteana</i>	<i>Tofieldia pusilla</i>
<i>Pedicularis flammea</i>	<i>Vaccinium gaultherioides</i>

Damp rock surfaces: On the granitic rocks over which a thin film of water flows, algal communities occur, such as:—

Coccochloris stagnina f. *rupestris*
Glæocapsa alpicola
Nostoc commune
Schizothrix figuratum

Schizothrix lacustris
Scytonema crustaceum
cytonema figuratum

The Kogaluk river, from the first rapid to the end of Tasiak lake

The river, having an approximate length of 100 miles, may be described as more or less a series of lakes, formed by glacial knolls which empty by falls and rarely by rapids. Generally the narrow portion of river which unites two lakes is rather swift, but does not itself contain any true rapids. The shores of the Kogaluk are either narrow strips of gravelly and sandy beaches, or accumulations of boulders, with occasionally stretches of rock exposure. These are the normal conditions at the more-than-twenty falls which cut the river from its source to its mouth. On either side of the river normally lies undulating tundra where dry formations alternate with humid formations and rock exposures. In a few localities, the shores are slightly hilly, but with elevations rarely more than one hundred or two hundred feet higher than the river. In several spots also, a vertical granitic cliff with a loose basal slope constitutes a habitat inviting species of peculiar requirements. We will rapidly pass in review the different habitats.

Flowing water of the river. Only two vascular species are found in the river's water: *Hippuris vulgaris* f. *fluvialilis* and *Ranunculus confervoides*. They constitute the occasional feathery growth found at the river's bottom from its mouth to the source.

Shores of the river (Fig. 5). Inundated over a part of the year, the shores do not harbor many elements of the grassy tundra. A few having an affinity for wet habitats such as *Rubus Chamæmoris*, will establish himself occasionally in company of sand-loving elements, such as: *Minuartia rubella*, *Armeria maritima* ssp. *labradorica*, and *Empetrum hermaphroditum*. These are often found in dry habitats, but can tolerate a short annual submersion, especially before the definite start of the growing-season. Among the shore elements the most striking feature in the 75 miles of the lower Kogaluk is the complete absence of *Alnus*. East of this point, where is found the first grove of *Alnus crispa*, about six feet high, along one of the very rare rivulets flowing into the Kogaluk, the plant then becomes more and more common along the shoreline and the embankment, where it generally ranges in height from one to three feet. Amongst the *Antennaria*, a new species *A. Rousseauii*, described by A. E. Porsild (1949), revealed itself to be common, not only along the Kogaluk and the Payne, but also along the George, surveyed the year before by Rousseau. No doubt it is as common an Ungava element as *A. angustata*, *A. canescens*, and *A. isolepis*. The flora of the shore, where *Cardamine bellidifolia* and *Tana-*



FIGURE 5. A typical view of Kogaluk river about seventy five miles upstream from Hudson bay. The Kogaluk consists of a chain of lakes separated by low falls. In the background, a typical shoreline in this part of the territory: a gently rising slope harboring *Betula glandulosa* and other scrubby shrubs. (Ph. Jacques Rousseau).

cetum huronense var. *monocephalum* are perhaps the most characteristic elements, may be summarized as following:

<i>Agrostis borealis</i>	<i>Carex tenuiflora</i>
<i>Alnus crispa</i>	<i>Cassiope hypnoides</i>
<i>Antennaria angustata</i>	<i>Cerastium alpinum</i>
<i>Antennaria canescens</i>	<i>Cerastium Beerianum</i>
<i>Antennaria isolepis</i>	<i>Deschampsia cæspitosa</i>
<i>Antennaria Rousseauii</i>	<i>Deschampsia flexuosa</i>
<i>Arenaria (Minuartia) rubella</i>	<i>Elymus mollis</i>
<i>Armeria maritima</i> var. <i>labradorica</i>	<i>Empetrum hermaphroditum</i>
<i>Arnica plantaginea</i>	<i>Erigeron humilis</i>
<i>Bartsia alpina</i>	<i>Festuca brachiphylla</i>
<i>Calamagrostis canadensis</i> var. <i>arctica</i>	<i>Gnaphalium supinum</i>
<i>Campanula uniflora</i>	<i>Hierochloa monticola</i>
<i>Cardamine bellidifolia</i>	<i>Juncus filiformis</i> var. <i>pusillus</i>
<i>Carex Bigelowii</i>	<i>Juncus trifidus</i>
<i>Carex Bigelowii</i> f. <i>anguillata</i>	<i>Luzula grælandica</i>
<i>Carex brunnescens</i>	<i>Luzula multiflora</i> var. <i>congesta</i>
<i>Carex lagopina</i> var. <i>debilis</i>	<i>Luzula sudetica</i>
<i>Carex rariflora</i>	<i>Luzula Wahlenbergii</i>

<i>Lycopodium annotinum</i> var. <i>pungens</i>	<i>Salix planifolia</i>
<i>Oxyria digyna</i>	<i>Salix reticulata</i> var. <i>semicalva</i>
<i>Oxytropis johannensis</i>	<i>Saxifraga caespitosa</i> f. <i>uniflora</i>
<i>Parnassia Kotzebuei</i>	<i>Saxifraga Hirculus</i>
<i>Petasites trigonophyllus</i>	<i>Sibbaldia procumbens</i>
<i>Poa arctica</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Comarum palustre</i> var. <i>parviflora</i>	<i>Solidago macrophylla</i> var. <i>thyrsoides</i>
<i>Comarum palustre</i> var. <i>villosa</i>	<i>Stellaria crassipes</i>
<i>Potentilla (Sibbaldiopsis) tridentata</i>	<i>Tanacetum huronense</i> var. <i>monocephalum</i>
<i>Primula egaliksensis</i>	<i>Taraxacum ceratophrorum</i>
<i>Ranunculus pygmaeus</i>	<i>Taraxacum lacerum</i>
<i>Ranunculus reptans</i>	<i>Trisetum mollis</i>
<i>Rubus acaulis</i>	<i>Vaccinium gaultheroides</i>
<i>Rubus Chamæmorus</i>	<i>Vaccinium Vitis-Idaea</i> var. <i>minus</i>
<i>Salix arctophila</i>	<i>Veronica Wormskioldii</i>
<i>Salix callicarpæa</i>	
<i>Salix herbacea</i>	

In a spring oozing from the gravelly shores, the algal flora contains amongst other species, *Microspora stagnorum* and *Mougeotia parvula*. Although lichens, for the major part, are plants of dry habitats, *Buellia occidentalis* (which grows

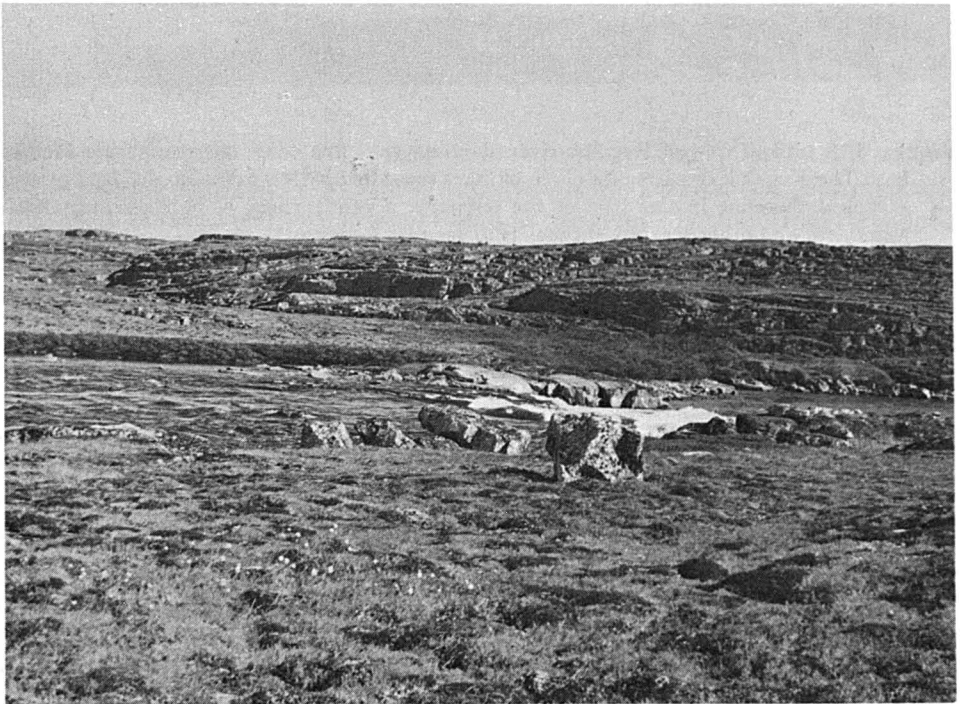


FIGURE 6. An outcrop of gneiss along the Kogaluk, some sixty miles east of Hudson bay. In such a habitat grow: *Ledum grænlanticum*, *Salix herbacea*, *Salix uva-ursi*, *Empetrum hermaphroditum*, *Campanula uniflora*, *Carex capitata* ssp. *artogena*, *Lycopodium Selago*. Note *Eriophorum spissum* in the lower left hand corner. etc. (Ph. Jacques Rousseau).

also on the humid ostioles as well as on dry granitic rocks), is a common species on boulders of the shore submerged under one to three feet of water during the spring and the first part of summer. Also *Cetraria hepatizon* is a common inhabitant of the under sides of the shoreline boulders. The bryophytic flora of the gneissic and granitic rocks of the shore contains *Tetraplodon mnioides*.

Shore embankment. Many of the preceding species may grow on shore embankments and are not necessarily characteristic of the low areas. Such is the case with species of the preceding list belonging to the genera, *Alnus*, *Antennaria*, *Armeria*, *Arnica*, *Erigeron*, *Lycopodium*, *Oxytropis*, *Oxyria*, *Parnassia*, *Rubus*, *Salix*, *Sibbaldia*, *Trisetum*, and *Veronica*, which contain the majority of the species in the preceding list. Accompanying these are. *Arctous alpina*, *Carex capitata* ssp. *arctogena*, *Phyllodoce cærulea*, and some others which are simple escaping from the dry tundra crowning the bank. The species most typical of embankments are:

<i>Astragalus alpinus</i>	<i>Pedicularis lapponica</i>
<i>Campanula uniflora</i>	<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Cornus</i> (<i>Chamaepericlymenum</i>) <i>suecica</i>	<i>Potentilla hyperarctica</i>
<i>Dryopteris fragrans</i>	<i>Primula incana</i>
<i>Epilobium angustifolium</i> f. <i>intermedium</i>	<i>Saxifraga rivularis</i> or <i>S. hyperborea</i>
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	<i>Senecio congestus</i> var. <i>palustris</i>
<i>Luzula Wahlenbergii</i>	<i>Stellaria calycantha</i>
<i>Papaver radicum</i> ssp. <i>labradoricum</i>	<i>Taraxacum lapponicum</i>
<i>Pedicularis flammea</i>	

Of these, *Papaver radicum*, the *Primula* and *Senecio palustris* var. *congestus* do not apparently penetrate more than twenty miles into the interior. Sometimes the shore embankments are almost devoid of vegetation, showing only a few green spots where *Betula glandulosa* dominates.

Dry tundra in the lowlands. This is approximately the same as the tundra in the maritime district at the entrance of the Kogaluk, but some elements like *Oxytropis maydelliana* are definitely absent. The shrubs are the thirteen species already mentioned for the entrance of the Kogaluk, with *Betula glandulosa* dominating and accompanied by such important additions, as *Ledum grænlandicum*, *Salix herbacea*, *Salix uva-ursi*, *Salix brachycarpa*. (fig. 6). The more or less herbaceous elements are mainly:—

<i>Bartsia alpina</i>	<i>Lycopodium Selago</i>
<i>Campanula uniflora</i>	<i>Pedicularis flammea</i>
<i>Carex Bigelowii</i>	<i>Phyllodoce cærulea</i>
<i>Carex capitata</i> ssp. <i>arctogena</i>	<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Carex holostoma</i>	<i>Pyrola grandiflora</i>
<i>Cassiope hypnoides</i>	<i>Rubus Chamæmorus</i>
<i>Cornus</i> (<i>Chamaepericlymenum</i>) <i>suecica</i>	<i>Saxifraga cernua</i>
<i>Diapensia lapponica</i>	<i>Saxifraga tricuspida</i>
<i>Dryas integrifolia</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Epilobium latifolium</i>	<i>Taraxacum umbrinum</i>
<i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i>	<i>Tofieldia pusilla</i>
<i>Eriophorum spissum</i>	<i>Veronica Wormskioldii</i>
<i>Eriophorum Rousseauianum</i>	

Among these elements of the dry tundra, we notice such plants as the *Eriophorum* which normally belong to moist habitats. This may be explained as follows: the dry tundra, which harbours such as: *Cladonia alpestris*, *Cladonia coccifera*, and other lichens such as: *Alectoria ochroleuca*, *Cetraria nivalis* and *Icmadophila ericetorum* and among phanerogams, *Saxifraga tricuspidata*, *Diapensia lapponica*, and *Silene acaulis*, is also a wet habitat to plants which, like *Eriophorum* have a root system penetrating deeply into the soil, to a depth where the icy subsoil, continuously melting, creates a marshy condition. *Boletus scaber* is the most common mushroom in the tundra, and *Amanitopsis vaginata* also frequent.

Highlands exposures. The highlands are only rocky hills about 100 to 200 feet higher than the river. They are partly the same as those mentioned in the preceding paragraph, except that we must draw attention to the presence of species, — such as, *Cardamine bellidifolia*, — which are quite an important element along sandy shores, and a few species which have not been found near the Hudson bay shore. An example of these last in *Anemone Richardsonii*. The plants of rocky hill are:—

<i>Anemone Richardsonii</i>	<i>Juncus albescens</i>
<i>Arenaria humifusa</i>	<i>Luzula confusa</i>
<i>Antennaria angustata</i>	<i>Luzula parviflora</i>
<i>Calamagrostis canadensis</i>	<i>Luzula Wallenbergii</i>
<i>Cardamine bellidifolia</i>	<i>Pedicularis lapponica</i>
<i>Cerastium arcticum</i>	<i>Poa glauca</i>
<i>Carex Bigelowii</i>	<i>Poa arctica</i>
<i>Carex brunnescens</i>	<i>Potentilla Chamissonis</i>
<i>Carex capitata</i> ssp. <i>arctogena</i>	<i>Phyllodoce cærulea</i>
<i>Carex saxatilis</i>	<i>Pyrola grandiflora</i>
<i>Cassiope tetragona</i>	<i>Salix herbacea</i>
<i>Cystopteris fragilis</i>	<i>Salix planifolia</i>
<i>Diapensia lapponica</i>	<i>Saxifraga foliolosa</i>
<i>Draba fladnizensis</i>	<i>Saxifraga rivularis</i> (incl. <i>S. hyperborea</i>)
<i>Dryopteris fragrans</i>	<i>Saxifraga nivalis</i>
<i>Epilobium angustifolium</i> f. <i>intermedium</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Eriophorum spissum</i>	<i>Solidago macrophylla</i> var. <i>thyrsoidea</i>
<i>Euphrasia frigida</i>	<i>Taraxacum lacerum</i>
<i>Festuca brachyphylla</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
<i>Hierochlæ monticola</i>	

On humid hills two important mosses are *Preissia quadrata* and *Sphagnum Girgenshonii*.

Humid tundra. Many of the elements of the dry tundra will likewise appear in this section, mainly *Rhododendron lapponicum*, *Andromeda polifolia*, *Vacci-*

nium uliginosum, and *Salix planifolia*; but the most characteristic elements in the humid sections of the tundra are:

<i>Agrostis borealis</i>	<i>Habenaria obtusata</i> var. <i>collectanea</i>
<i>Arnica plantaginea</i>	<i>Pinguicula villosa</i>
<i>Bartsia alpina</i>	<i>Pinguicula vulgaris</i>
<i>Carex salina</i>	<i>Potentilla</i> (<i>Comarum</i>) <i>palustris</i> var.
<i>Carex rotundata</i>	<i>villosa</i>
<i>Carex tenuiflora</i>	<i>Rhododendron lapponicum</i>
<i>Cornus</i> (<i>Chamæpericlymenum</i>) <i>suecica</i>	<i>Salix arctophila</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Tofieldia pusilla</i>
<i>Eriophorum spissum</i>	

Humid slope at the base of cliffs. Different from the humid parts of the low tundra, are these gravelly slopes at the base of cliffs or under a névé, from which water continuously oozes. Some of the elements are those of the shore embankment, probably because that habitat, as far as irrigation goes, is about the same; others are typical of the rocky exposures. On account of the crevices through which water continually trickles, some of these gravelly slopes are really moist habitats. Here the main species are:

<i>Anemone Richardsonii</i>	<i>Pedicularis lapponica</i>
<i>Cardamine bellidifolia</i>	<i>Petasites palmatus</i>
<i>Cerastium alpinum</i>	<i>Pinguicula villosa</i>
<i>Cerastium arvense</i>	<i>Poa arctica</i>
<i>Cystopteris fragilis</i>	<i>Ranunculus nivalis</i>
<i>Draba nivalis</i>	<i>Ranunculus pygmaeus</i>
<i>Luzula confusa</i>	<i>Rubus acaulis</i>
<i>Luzula Wahlenbergii</i>	<i>Saxifraga cernua</i>
<i>Lycopodium Selago</i>	<i>Saxifraga rivularis</i> or <i>S. hyperborea</i>
<i>Oxyria digyna</i>	<i>Veronica Wormskioldii</i>

Tundra ponds. Compared with the small ponds studied at the entrance of the Kogaluk, the tundra ponds here are richer and contain:—

<i>Carex aquatilis</i> var. <i>stans</i>	<i>Ranunculus Gmelini</i> var. <i>Hookeri</i>
<i>Hippuris vulgaris</i>	<i>Sparganium hyperboreum</i>
<i>Ranunculus Pallasii</i>	<i>Utricularia ochroleuca</i>

With the preceding plants, amongst Algæ are found *Glæocapsa dimidiata*, and *Ophrydium* sp. parasitized by *Zoochlorella parasitica*. In the muddy sections, *Plectonema nostocorum*, *Anacystis firma* and *Desmonema Wrangeli* grow amongst decaying *Stigonema*. In places *Glæocystis Grevillei* may cover the surface of the dried ponds while the liverwort *Gymnocolea inflata* grows in the ponds.

Alpine gullies. In a way, the flora of these is somewhat related to that of low shore embankments, and of the tundra itself. Some elements, however, like *Epilobium Hornemannii*, *Cardamine pratensis* var. *angustifolia*, *Carex lagopina*, and *Solidago macrophylla* var. *thyrsoidea* seem to show a preference for this type of habitat where snow lasts longer, and which, in the absence

of real brooks may constitute an outlet for the tundra towards the main stream. If there is a flowing rivulet, its bed is generally occupied by *Viola pallens*. Some of these inland depressions are true centers of accumulated snow. The flora starts developing only late in the season although sometimes the area becomes quite dry. The species which will accept such adverse conditions most easily are:

<i>Agrostis borealis</i>	<i>Rubus acaulis</i>
<i>Antennaria Rousseauii</i>	<i>Ranunculus Allenii</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Salix anglorum</i>
<i>Carex lagopina</i>	<i>Solidago macrophylla</i> var. <i>thyrsoides</i>
<i>Carex miliaris</i>	<i>Stellaria calycantha</i>
<i>Cardamine pratensis</i> var. <i>palustris</i>	<i>Tanacetum huronense</i> var. <i>monocephalum</i>
<i>Carastium beeringianum</i>	<i>Trisetum molle</i>
<i>Pedicularis lapponica</i>	

The characteristic Algæ of the alpine gullies or rivulets are *Lyngbya ochracea* (also found at Fort-Chimo in the same habitat), *Microspora stagnorum*, *Zygnema leiospermum*, and species of *Mougeotia* and *Spirogyra*, both sterile at the moment of gathering. Amongst Fungi, *Panixa corium* grows in the grassy formations.

Eskers. A very specialized habitat is the esker, consisting of loose soil exposed to the sun on both sides, and therefore an exceedingly dry habitat. The number of species harbored there is very small, and in some instances on the summit there are hardly more than a dozen. The most characteristic are:—

<i>Arctous alpina</i>	<i>Oxytropis terræ-novæ</i>
<i>Betula glandulosa</i>	<i>Pedicularis labradorica</i>
<i>Carex Bigelowii</i>	<i>Salix uva-ursi</i>
<i>Carex capitata</i> ssp. <i>arctogena</i>	<i>Vaccinium gaultherioides</i>
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	<i>Vaccinium Vitis-Idæa</i> ssp. <i>minus</i>

In these habitats, *Betula glandulosa* is very small in stature except on the slopes (fig. 3).

High land between the Kogaluk and Payne river systems

Between lake Tasiak and the source of the Kogaluk, and the large Payne lake, some sixty miles long, there were about twenty-five miles to portage (fig. 7). The fact that the canoes were put to use more than thirty times during this interval indicates that the country is cut by numerous lakes, and also by small streams. Some stretches of water were no more than a few hundred feet long, but a couple extended for two or three miles. The whole region is occupied by low hills separated by valleys offering a decrease in height from approximately one hundred to three hundred feet. The flora is almost the same as along the Kogaluk, and we found habitats which approximately correspond to the humid or dry shores, shore embankment, dry and humid tundra, and, in great abundance, rocky gneissic exposures. Nevertheless, many species were found

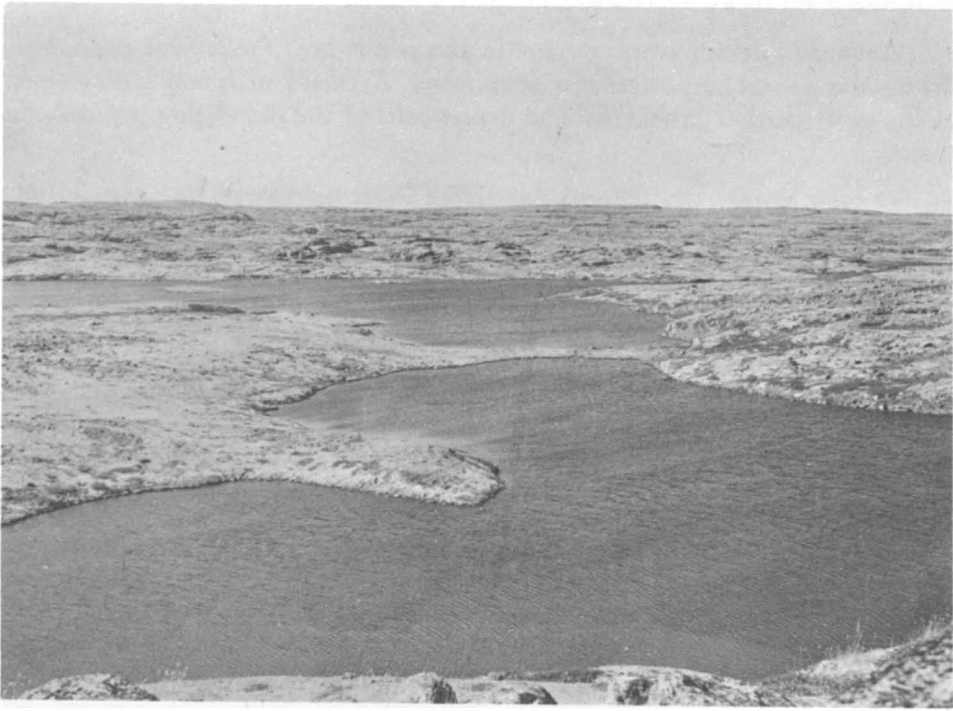


FIGURE 7. Typical view of the height of the land between lake Tasiak and Payne lake, a slightly hilly country spotted with numerous lakes. The vegetation is that of the typical dry tundra of the district, partly described in fig. 6. (Ph. Jacques Rousseau).

which were not previously noted along the Kogaluk. This could be attributed to the fact that this lengthy portage lasting over five days, allowed a more exhaustive sampling of the flora. The new elements from the shores of small lakes were:

Antennaria ungvensis
Carex Williamsii

Carex lagopina
Eriophorum angustifolium

and in the dry tundra: *Loiseleuria procumbens* and *Taraxacum hyperboreum*. On the humid slope, where formations of *Linnæa borealis* and *Lycopodium complanatum* and the violets appeared as advanced outposts of the subarctic habitats the following were found:

Calamagrostis canadensis var. *arcta*
Carex lagopina
Carex norvegica ssp. *inserrulata*
Carex saltuensis
Carex saxatilis
Deschampsia atropurpurea
Juncus biglumis

Juncus castaneus
Linnæa borealis ssp. *americana*
Lycopodium complanatum
Scirpus cæspitosus
Viola labradorica
Viola Selkirkii

And finally on rocky exposures: *Woodsia ilvensis*.

Amongst the noteworthy Algæ in the ponds are: *Plectonema nostocorum*, *Schizothrix Lamyi* and *Stigonema panniforme*. *Zygnema stellinum* is an element of the swift current brooklets. The depressions of the old clayey ostioles contain:

Glæocapsa alpicola
Glæocystis Grevillei

Nostoc macrosporum
Schizothrix Purcellii

On the humid slope of mountains, *Ankistrodesmus spiralis* grows with *Dichothrix orsiniana* and *Zygnema* sp.

Lichens are particularly abundant in this habitat. *Buellia occidentalis* is to be noted on the humid clayey ostiole, while the following are found in the dry tundra:—

Alectoria jubata
Alectoria ochroleuca
Cetraria islandica
Cetraria nivalis
Cladonia alpestris
Cladonia mitis

Cladonia coccifera
Dactylina arctica
Nephroma arcticum
Sphærophorus fragilis
Stereocaulon alpinum



FIGURE 8. Payne river with its fluvio-marine terraces near 59°30' Lat. N. The plant formations in this sector are mainly those of the dry tundra. (Ph. Jacques Rousseau).

On humid slopes of hills we find:

<i>Cladonia coccifera</i>	<i>Psoroma hypnorum</i>
<i>Cladonia gracilis</i> var. <i>chordalis</i>	<i>Solorina crocea</i>
<i>Nephroma arcticum</i>	<i>Stereocaulon alpinum</i>

On the granitic rocks in the tundra are:

<i>Cetraria hiascens</i>	<i>Hæmatomma lapponicum</i>
<i>Cladonia amaurocræa</i>	<i>Parmelia centrifuga</i>
<i>Cladonia bellidiflora</i>	<i>Umbilicaria hyperborea</i>

In the bryophytic flora of this area, are found amongst other species, in the dry tundra, *Rhacomitrium lanuginosum*, and on humid slopes of hills, the following:

<i>Aulacomnium palustre</i>	<i>Lophozia ventricosa</i>
<i>Barbilophozia Hatcheri</i>	<i>Pleurozium Schreberi</i>
<i>Blepharostoma tricophyllum</i>	<i>Pohlia nutans</i>
<i>Calliergonella sarmentosum</i>	<i>Polytrichum juniperinum</i> var. <i>alpestre</i>
<i>Calliergonella Schreberi</i>	<i>Preissia quadrata</i>
<i>Drepanocladus uncinatus</i>	<i>Ptilidium ciliare</i>
<i>Dicranum Bonjeani</i>	<i>Sphagnum compactum</i>
<i>Dicranum elongatum</i>	<i>Sphagnum Girgensohnii</i>
<i>Dicranum fuscescens</i>	<i>Sphagnum robustum</i>
<i>Dicranum scoparium</i>	<i>Sphenolobus minutus</i>
<i>Fissidens osmundioides</i>	<i>Temnoma setiforme</i>

and in the humid border of lakes and ponds are:

<i>Calliergon sarmentosum</i>	<i>Pohlia Drummondii</i>
<i>Calliergon stramineum</i>	<i>Preissia quadrata</i>
<i>Drepanocladus aduncus</i> var. <i>typicus</i>	<i>Scapania paludosa</i>
<i>Drepanocladus exannulatus</i>	<i>Sphagnum squarrosum</i>
<i>Drepanocladus uncinatus</i> var. <i>typicus</i>	<i>Sphenolobus minutus</i>
<i>Pogonatum alpinum</i>	

Payne river, from the source to the estuarine zone

This area of the country appears in the interior as a plateau, a few feet above the river, but even when the river approaches the coast and becomes lower in altitude, the plateau keeps more or less to its old level (fig. 8 and 9).

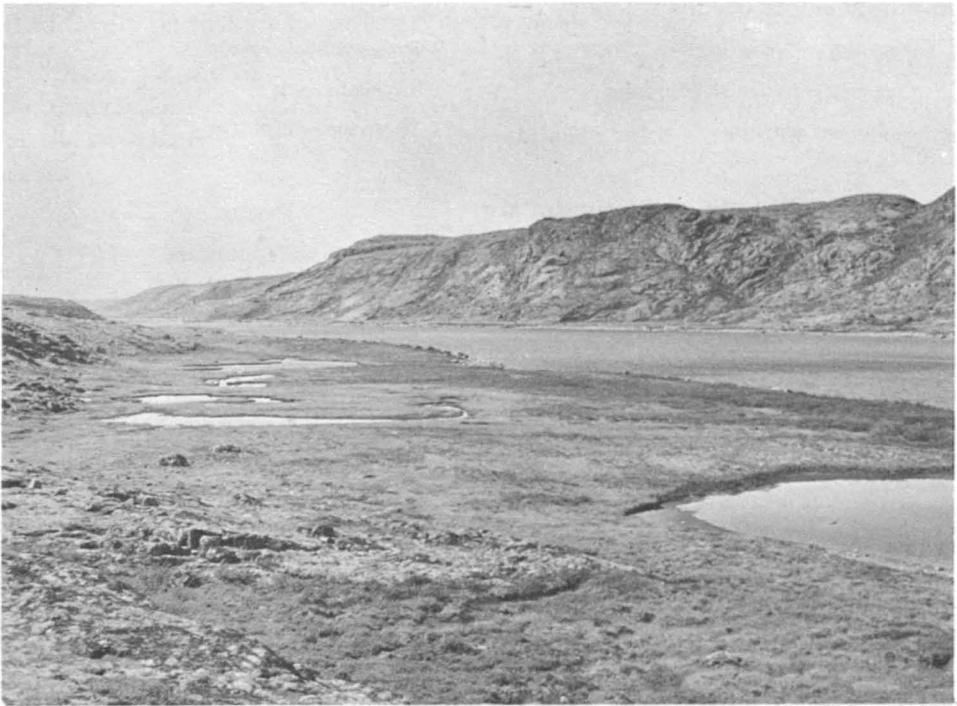


FIGURE 9. Payne river, near Long. $71^{\circ}25'$ W. On the former bed of the river, about six feet higher than the actual level of the river, tundra ponds encircled by ordinary wet tundra vegetation. (Ph. Jacques Rousseau).

The flora does not differ essentially from that already observed along the Payne and in the territory lying between the Kogaluk and the Payne, if we note the fact that *Alnus crispa* and *Betula glandulosa* become more and more luxuriant as we proceed eastwards towards Ungava Bay, except below the estuary where they practically disappear. Another fact also is the presence of more temperate elements such as: ⁷

Dryopteris disjuncta

Epilobium angustifolium

Equisetum sylvaticum var. *pauciramosum*

Galium labradoricum

Petasites palmatus

Ribes glandulosum

Vaccinium caespitosum

7. About one mile south of Payne Lake, not far from the outlet, Yves Cartier, a geographer, found in 1965 an outpost of *Picea mariana*. A joint paper on the subject, by Albert Legault, Yves Cartier and Jacques Rousseau was delivered at the ACFAS congress of 1965, in Montréal. (To be published).

Other noteworthy species not previously listed for the vicinity of the Kogaluk system include the following growing on gravely and sandy flats and rare sand dunes:

<i>Arabis arenicola</i>	<i>Carex bicolor</i>
<i>Arenaria (Minuartia) grænlantica</i>	<i>Epilobium glandulosum</i>
<i>Calamagrostis lacustris</i>	<i>Epilobium palustre</i>
<i>Calamagrostis neglecta</i>	<i>Potentilla tridentata</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Stellaria læta</i>

Growing under the six to eight feet high *Alnus crispa* groves, on humid soil, or under *Betula glandulosa* and *Salix* near brooks, are:

<i>Carex miliaris</i> var. <i>aurea</i>	<i>Sagina Linnæi</i>
<i>Coptis grænlantica</i>	<i>Senecio pauciflorus</i> var. <i>atropurpureus</i>
<i>Ranunculus lapponicus</i>	<i>Vaccinium Oxycoccus</i>
<i>Ranunculus sulphureus</i>	

and on humid shores or at the humid base of slopes:

<i>Cassiope hypnoides</i>	<i>Ranunculus pygmaeus</i>
<i>Chrysosplenium tetrandrum</i>	<i>Salix herbacea</i>
<i>Draba nivalis</i>	<i>Salix cordifolia</i> var. <i>callicarpæa</i>
<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Salix planifolia</i>
<i>Pedicularis grænlantica</i>	<i>Saxifraga rivularis</i>
<i>Phyllocoe cærulea</i>	<i>Stellaria longipes</i> and f. <i>humilis</i>
<i>Rubus acaulis</i>	<i>Stellaria monantha</i> and ssp. <i>atlantica</i>
<i>Rubus Chamæmorus</i>	<i>Stellaria subvestita</i>
<i>Ranunculus hyperboreus</i>	

The low tundra, punctured by numerous ostioles, is mainly covered with the following shrubs: *Betula glandulosa*, *Ledum palustre*, *Empetrum hermaphroditum*, *Rubus Chamæmorus*. On dry knolls, *Arctous alpina*, *Salix wa-ursi*, *Vaccinium uliginosum* var. *alpinum* (*V. gaultherioides*). In the interior of lemming holes, where the sun rays do not penetrate, we find occasionally yellowish green sterile *Stellaria*.

Arctagrostis latifolia grows in tundra depressions as well as on shore line, while *Deschampsia atropurpurea* inhabits gneissic shores. In dry tundra, *Carex rupestris* grows amid *Cladonia*, and the fairly common *Pedicularis labradorica*, with occasional *Oxytropis terræ-novæ*, and the above-mentioned ubiquitous shrubs of the tundra. *Carex membranacea* borders cool brooks, *Carex scirpoidea* covers the dry "roche moutonnée", *Sagina cæspitosa* grows in association with *Juncus albescens* in the clayey ostioles previously described above.

Euphrasia frigida and *Dupontia Fisheri* f. *micrantha* grow together on the littoral line. Marshy parts of the tundra, isolated from the shore by sandy dunes, harbors *Salix arctophila*, *Salix planifolia*, *Eriophorum angustifolium* and *E. vaginatum*.

Cerastium alpinum is found in the different habitats from the shore to the dry tundra. The sandy or gravelly habitats support three-varieties of *Calamagrostis canadensis* (var. *arcta* var. *robusta*, var. *scabra*), *Poa arctica*, *Taraxacum lepponicum*. *Antennaria Rousseauii* abounds along dry shores and alternates with the extensive formations of *Eriophorum Scheuchzeri* in the humid parts. Sometimes, a sandy humid shore is covered with a thin peaty bed in which *Ranunculus lapponicus* freely establishes itself. Of the shore elements, *Papaver radicum* not seen in the interior, reappears a few miles above the brackish estuary. *Tanacetum huronense*, a characteristic element along the Kogaluk, is absent here. In the river itself, to a depth of four to eight feet, long threads of *Hippuris vulgaris* f. *fluviatilis* and *Ranunculus trichophyllus*, the latter reaching many feet in length, give to parts of the normally white bed, a dark green color as seen through the clear water. *Ranunculus trichophyllus* flowers very well even under water, and the petals carried away by the current accumulate in some places and form a long band, several inches in width, along the shoreline.

In this territory are found the following algæ in the thin film of water flowing on the granitic « roche moutonnée » :

Calothrix parietina
Glæocapsa alpicola

Stigonema panniforme
Synechococcus æruginosus

In cold spring filled with *Sphagnum* mixed with sterile *Mougeotia*, *Spirogyra*, and *Zygnema*, occur *Microspora stagnorum* and *Palmodictyon viride*.

On the still submerged or emerging shore grow :

Entophysalis Brebissonii
Microspora stagnorum
Mougeotia elegantula

Schizothrix Purcellii
Scytonema figuratum
Stigonema panniforme

In the tundra ponds grow sterile *Mougeotia* and *Oedogonium*, with *Microspora stagnorum* and *Oocystis solitaria*. Finally on the boulders, and caribou horns in dry habitats occur :

Protococcus viridis
Stichococcus bacillaris
Stichococcus subtilis

Among the Fungi, *Boletus scaber* is the common mushroom of the dry tundra, growing with *Calvatia cretacea* and *Omphalia fibuloides*. On the sandy elevations there occurs *Lycoperdon umbrinum*, and on the humid sandy shore, *Humarina* sp. (apparently a new species).

The main Lichens encountered in the dry tundra are: *Cladonia gracilis* var. *elongata*, *Dactylyna arctica* and those previously mentioned (in similar habitats) and, on the granitic rocks of the tundra :

Buellia occidentalis
Parmelia centrifuga
Parmelia omphalodes
Rhizocarpon geographicum

Umbilicaria cylindrica
Umbilicaria hyperborea
Umbilicaria torrefacta

To elements of the bryophytic flora already mentioned for other parts of the territory, must be added: *Polytrichum piliferum* growing on sandy embankments of the river with *Pogonatum capillare*.

Sphagnum Lindbergii is found on the gneissic rocks and *Dicranoweisia crispula* on humid slopes in the tundra.

Payne river estuary

From the mouth of the Payne, in Kayak bay, to the point where the tidal current flows inland, the distance is of approximately fifty miles. At this point there is no trace of rapids at high tides — at which time the shore is submerged under brackish water. Beyond this brackish shore lies a zone seldom attained by high water, and beyond this, a rocky bank the crest of which is covered by tundra when it is not simply a rocky exposure consisting of ferruginous schists or serpentine. On either shore of the river the hills reach a few hundred feet in height, and bear scattered snow patches which ordinarily last from one winter to another (fig. 10).

Ordinary tidal zone. Only a few plants inhabit this zone and some of them do not belong exclusively to this habitat. This, for instance, is the case of *Armeria maritima* var. *labradorica*, usually a plant of sandy areas, etc. and *Cardamine bellidifolia*, a common species of the river shores in the interior. In their company grow *Arenaria (Honckenya) peploides* ssp. *diffusa*, *Carex glareosa*, *Cochlearia grænlandica*, *Plantago juncooides* var. *decipiens*, *Puccinellia phryganodes*, *Poa alpina*, *Stellaria crassifolia*, and occasionally *Arctogrostis latifolia*. In the normally submerged brackish habitat, the most noteworthy Algæ seem to be *Cladophora glomerata*, *Entocladia polymorpha* and *Entophysalis brebissonii*.

The shore above the tidal zone. Above the ordinary tidal zone lies a section of the shore which is only occasionally reached by water. This usually occurs during the high spring tides or after the break-up of ice when the level of the river is very high. It is difficult in such circumstances to judge whether the action of the brackish water has much influence there. In some sectors, the beach is habitually humid and harbours:

<i>Anemone parviflora</i>	<i>Juncus albescens</i>
<i>Arnica plantaginea</i>	<i>Juncus castaneus</i>
<i>Carex atrofusca</i>	<i>Parnassia Kotzebuei</i>
<i>Carex membranacea</i>	<i>Salix arctophila</i>
<i>Carex norvegica</i> ssp. <i>inserrulata</i>	<i>Salix calcicola</i>
<i>Carex rotundata</i>	<i>Salix reticulata</i> var. <i>semicalva</i>
<i>Equisetum variegatum</i>	<i>Saxifraga oppositifolia</i>

Of the preceding the *Arnica* is frequently infested by *Sphærotheca humilis* var. *fuliginea*. On humid clayey slopes of terraces, the dominant element is *Sibbaldia procumbens* at times associated with *Epilobium anagallidifolium* and *Caloplaca*



FIGURE 10. Payne River post, at low tide. Close to Ungava bay, the hilly terrain harbors a much richer flora than inland. Nevertheless, plants such as *Betula glandulosa* and shrubby willows are very scarce possibly because of their being put to use as fuel by the Eskimo. In the lowland area around the post, *Lycopodium Selago* is strikingly common. (Ph. Jacques Rousseau).

subolivacea, a Lichen. On sandy or schistous shores, just above the littoral line, we usually find *Cerastium alpinum*, *Cerastium arvense*, *Melandrium affine*, and *Puccinellia phyanodes*. On the « roche moutonnée » of the shore, but higher than the tidal zone, an interesting fungus is *Panixa sulcata* with abundant *Alectoria ochroleuca*, a lichen.

The rocky shore is generally formed of a gneissic « roche moutonnée » or a soft green schist. The formations are here much richer than in equivalent habitats along the Kogaluk or the Payne above the estuary, as may be judged from the following list. As the rocky shore is generously supplied with water percolating from above, some elements from the ordinary wet habitats succeed here as well.

Antennaria angustata
Antennaria canescens
Arenaria (Minuartia) rubella
Arabis alpina
Arabis arenicola

Arnica plantaginea
Astragalus alpinus
Astragalus eucosmus
Campanula rotundifolia
Campanula uniflora

<i>Cardamine bellidifolia</i>	<i>Parnassia Kotzebuei</i>
<i>Carex lagopina</i>	<i>Pedicularis hirsuta</i>
<i>Carex Langeana</i>	<i>Pedicularis flammea</i>
<i>Carex maritima</i>	<i>Poa alpina</i>
<i>Carex nardina</i>	<i>Poa glauca</i>
<i>Carex norvegica</i> ssp. <i>inserrulata</i>	<i>Potentilla hyperarctica</i>
<i>Carex rupestris</i>	<i>Potentilla nivea</i>
<i>Cerastium alpinum</i>	<i>Puccinellia paupercula</i>
<i>Cerastium Beerianum</i>	<i>Ranunculus pedatifidus</i> var. <i>leio-</i>
<i>Cerastium cerastoides</i>	<i>carpus</i>
<i>Cochlearia grælandica</i>	<i>Rhododendron lapponicum</i>
<i>Cystopteris fragilis</i>	<i>Salix calcicola</i>
<i>Draba glabella</i> var. <i>typica</i> and var. <i>brachy-</i>	<i>Salix reticulata</i> var. <i>semicalva</i>
<i>carpa</i>	<i>Saxifraga cæspitosa</i>
<i>Draba nivalis</i>	<i>Saxifraga cernua</i>
<i>Dryas integrifolia</i>	<i>Saxifraga nivalis</i>
<i>Dryopteris fragrans</i>	<i>Saxifraga oppositifolia</i>
<i>Erigeron humilis</i>	<i>Saxifraga rivularis</i> or <i>S. hyperborea</i>
<i>Euphrasia frigida</i>	<i>Saxifraga tricuspidata</i>
<i>Eutrema Edwardsii</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Gentiana tenella</i>	<i>Stellaria læta</i>
<i>Luzula arcuata</i>	<i>Stellaria longipes</i>
<i>Luzula confusa</i>	<i>Taraxacum ceratophorum</i>
<i>Melandrium affine</i>	<i>Teraxacum lacerum</i>
<i>Oxyria digyna</i>	<i>Trisetum molle</i>
<i>Oxytropis foliolosa</i>	
<i>Oxytropis podocarpa</i>	
<i>Papaver radicum</i>	

The *Gentiana* mentioned above is the diminutive form of *Gentiana tenella* described by Aven Nelson as *G. monantha*. It grows in grassy mats above the shorebank.

The Lichen flora contains, amongst other species:

<i>Caloplaca elegans</i>	<i>Stereocaulon denudatum</i>
<i>Lecanora contractula</i>	<i>Umbilicaria hyperborea</i>
<i>Lecanora polytropha</i> f. <i>ecrustacea</i>	

and on the bryophytic flora such a universal species as *Ceratodon purpureus*.

Of all habitats surveyed in the Payne and Kogaluk rivers, this is doubtlessly the richest in number of species but surprisingly enough it does not seem to suit *Betula glandulosa* and *Alnus crispa*. Furthermore, of the dominant species at the entrance of the Kogaluk, *Lathyrus japonicus* and *Oxytropis maydelliana* seem to be completely absent here.

The cracks of the quartz blocks on the shore are filled by a gelatinous cement of a metallic blue-green color containing the following algal association:

<i>Glæocapsa alpicola</i>	<i>Schizothrix lacustris</i>
<i>Nostoc microscopicum</i>	<i>Stigonema minutum</i>

Rocky highlands. The rocky highlands comprise four types. The one of serpentine does not apparently harbor any special plant not found in the vicinity, on green schists or ferruginous exposures. In addition to this type of rock, there are to be considered the schistose hills, the cliffs of finely broken schists, and the ferruginous exposures.

The flora of the schistose hills is for the greater part a repetition of elements along the rocky shore beyond ordinary tidal influence, with a few exceptions such as *Oxytropis podocarpa* which is here missing. The *Asragalus*, *Campanula*, *Draba*, *Saxifraga*, *Silene*, *Pedicularis* and *Ranunculus* listed above, as well as *Carex nardina*, *Carex rupestris*, *Oxytropis foliolosa*, and *Potentilla nivea* are all common. The dominating shrubs are:

Rhododendron lapponicum
Salix cordifolia

Salix herbacea
Salix uva-ursi

Among the herbaceous elements where *Saxifraga aizoon* (*S. paniculata*) and *Carex scirpoidea* tend to dominate, while *Kobresia myosuroides* is of extremely rare occurrence, the following seem to be restricted to the highlands in this sector:

Arenaria (Minuartia) Rossii
Bartsia alpina
Carex scirpoidea
Draba fladnizensis
Kobresia myosuroides
Pedicularis lanata
Pedicularis lapponica

Sagina caespitosa
Saxifraga paniculata ssp. *neogaea* f.
frigida
Taraxacum umbrinum
Tofieldia pusilla
Woodsia glabella

On broken schist, none of the endemic species found in equivalent habitats at Mont Saint-Pierre, in Gaspé peninsula appear to occur. Of the elements found here which are widely dispersed, *Equisetum arvense* ssp. *boreale* is the most uniformly distributed. In some sections *Draba norvegica* dominates, and, in others, *Cerastium cerastioides*. Additional species characteristic of this habitat are:

Carex lagopina
Carex lagopina var. *debilis*
Catabrosa algida
Cerastium alpinum
Euphrasia frigida

Kænia islandica
Poa alpina
Luzula spicata
Ranunculus hyperboreus
Ranunculus nivalis

At the base of these broken schists is a zone of drainage where the algal association contains: *Schyzothrix Heufleri*, *S. Purcellii*, *Stigonema panniforme* with as associates the bryophytes *Calliergon sarmentosum*, *Grimmia apocarpa* var. *alpicola*, and *Marchantia polymorpha*.

On rusty colored ferruginous hills, in addition to the common *Saxifraga oppositifolia*, are a few species which, although they are apparently absent

from other rocky exposures, are so abundant just here that they gave the habitat a specific aspect. They are:

<i>Arenaria humifusa</i>	<i>Draba alpina</i>
<i>Arenaria (Minuartia) rubella</i> f. <i>epilis</i>	<i>Draba fladnizensis</i> var. <i>heterotricha</i>
<i>Braya purpurascens</i>	

With them grow the lichens *Buellia discænsis* and *Caloplaca elegans*.

Dry tundra. In general the tundra bordering Payne estuary differs by only a few elements from that found in the interior. The shrubs are normally the same species. As for the herbaceous elements, many of those, which along the Kogaluk and the upper part of the Payne, were restricted to rocky exposures, — here occupy flat lowlands. This is probably owing to the fact that the region is quite hilly and the habitats not distinctly marked. To the species already mentioned for the tundra in the interior, one may add the following:

<i>Carex misandra</i>	<i>Pedicularis lapponica</i>
<i>Eutrema Edwardsii</i>	<i>Pyrola grandiflora</i>
<i>Juncus trifidus</i>	<i>Saxifraga nivalis</i>
<i>Kobresia myosuroides</i>	<i>Stellaria crassipes</i>
<i>Pedicularis lanata</i>	

Of these, *Eutrema* and *Pedicularis lanata* are rather common, though more or less scattered as individual elements. *Pyrola grandiflora* is more common. *Lycopodium Selago* was so common hereabouts that one day a few children made, without difficulty, a collection of some twenty-five pounds of the plant for a chemical analysis. On the south side of the Payne estuary, the slope is made up of three or four succeeding terraces, where the vegetation, without necessarily being that of a humid habitat, is at least partially protected from drought. The carpet is of a more spongy texture. *Salix vestita* is the dominating shrub and there is an abundant growth of *Astragalus alpinus*, *Astragalus eu-cosmus*, and luxuriant *Oxytropis foliolosa*. In the depressions of the old tundra-ostioles, *Juncus albescens* is accompanied by the following Algæ:

<i>Glæocapsa alpicola</i>	<i>Schizothrix lacustris</i>
<i>Glæocystis Grevillei</i>	<i>Scytonema myochrous</i>
<i>Nostoc commune</i>	<i>Stigonema ocellatum</i>

Boletus scaber and *Calvatia cretacea* are frequent fungi here.

Humid tundra. In humid parts, and especially along the small rivelets in the tundra, the elements are about the same as those on the shore of the Payne river itself, with the addition of a number from the dry tundra. *Carex misandra* is much more common here. *Chrysosplenium tetrandrum* and *Saxifraga rivularis* sometimes form nearly pure formations very locally. Other characteristic species are the following:

<i>Arctagrostis latifolia</i>	<i>Phyllodoce cærulea</i>
<i>Carex atrofusca</i>	<i>Potentilla hyparctica</i>
<i>Cassiope hypnoides</i>	<i>Ranunculus hyperboreus</i>

<i>Cerastium alpinum</i>	<i>Salix brachycarpa</i>
<i>Cerastium arvense</i>	<i>Salix calcicola</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Salix reticulata</i> var. <i>semicalva</i>
<i>Festuca brachyphylla</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Juncus trifidus</i>	<i>Stellaria longipes</i> f. <i>humilis</i>
<i>Luzula Wahlenbergii</i>	<i>Taraxacum umbrinum</i>

In the marshy parts, *Utricularia minor* and *Utricularia ochroleuca* predominate and in ponds, we find, amongst the Algæ, *Scenedesmus obliquus*, and *Tolypothrix lanata*.

It is curious to note the effect of drought on certain tundra ponds situated at the level of the spring tides and receiving the brackish water to become temporary lagoons. *Hippuris tetraphylla* continues to grow luxuriantly along with *Cardamine pratensis*, *Carex Ræana* (dedicated of the arctic explorer John Ræ, 1813-1893 and probably the rarest *Carex* of Ungava), *Kænigia islandica* and *Dupontia Fisheri* var. *aristata*, while simultaneously *Draba fladnizensis* invades the bottom where it is covered with the dry crusty remains of Algæ.

The hemiarctic zone

DEFINITION.

The *tundra* is characterized by the complete absence of trees, all the ligneous elements being limited to shrubs of small stature. The *taiga* is a forest, but with trees widely dispersed and a soil-covering mainly of lichens. The trees generally are of no commercial importance and the whole formation gives rather the impression of a park than of a true forest. Between the tundra and the taiga, in the Québec-Labrador peninsula, lies a wide strip of land, approximately two hundred fifty miles in width, where tundra patches alternate with taiga bands. To be more precise, the highlands are covered by the tundra while the valleys and river-borders are covered by the taiga (Rousseau 1948 a and 1949). This habitat is the *forest tundra* (fig. 11). The passage from the taiga to the forest tundra is quite abrupt. On the George river, in eastern Ungava, the territory south of lat. 55°5' N. is covered by the typical taiga. At 55°5' the first tundra patch appears on a hill. Such patches increase in number until about lat. 55°9' N. North of this point, the taiga, generally restricted to the immediate vicinity of rivers and to the foot of hills, never covers more than twenty-five per cent of the territory. Often, as for instance near lat. 55°10' N. on the George, the zone denuded of trees goes down to the river. The continuous stretch of tundra, north of the absolute limit of trees rather than the timberline, which naturally stops farther south, belongs to the Arctic. The taiga itself, in my opinion, belongs to the subarctic zone. Of the same opinion are Harshberger (1911), Marie-Victorin (1935), Villeneuve (1948) and others, whereas Hustich (1949) considers the forest tundra the basic habitat of the subarctic region and places the taiga together with the evergreen forest of the Laurentian boreal forest region. In the zone typification,

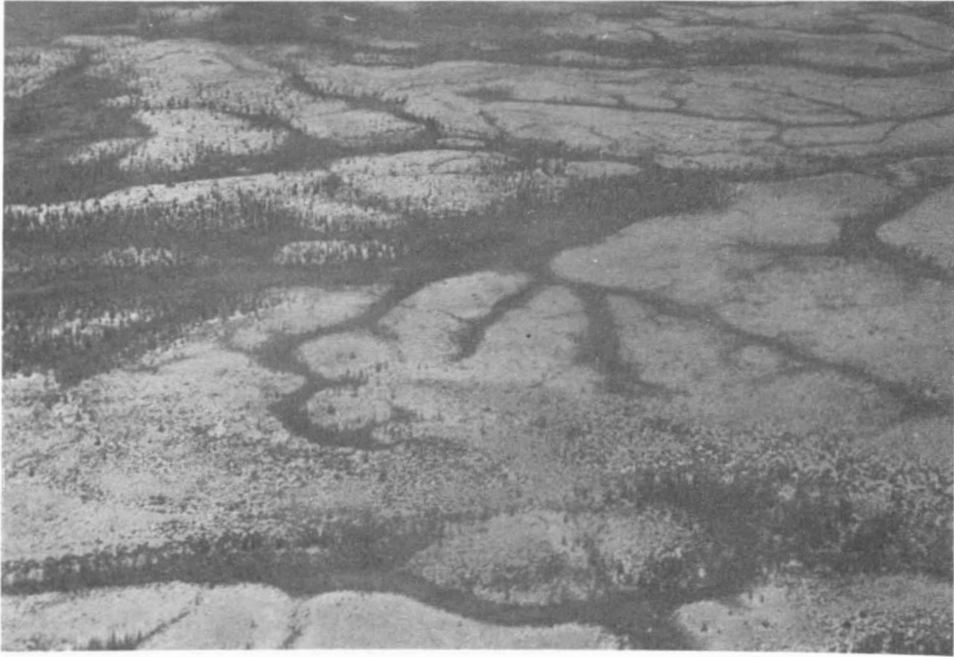


FIGURE 11. Typical view of the hemiarctic zone. The taiga is restricted to the valleys while the slightly more elevated ground is covered with typical tundra vegetation. The white color is due to *Cladonia*, of the *C. alpestris* type. In this zone, the taiga strips is subarctic character; the tundra is, by definition arctic character. Vicinity of Fort Chimo. (Ph. Jacques Rousseau).

the whole vegetation and climatic factors should be considered. Permafrost was found in the taiga (Jenness' map, 1949). Further the taiga is entirely north of the 32°F. isotherm for the whole year (Map, Geographical Bureau 1949). Such considerations alone would place the taiga in the subarctic zone. If we acknowledge this point, the *forest-tundra is a mixed arctic and subarctic zone*. Considering the percentage of tundra (approximately 75%), this sector should be classified as arctic rather than subarctic. For the reasons above, and considering the size of the forest tundra area in Québec Labrador, it is important to characterize this zone by a name. Most appropriate would seem that of "*hemiarctic zone*", referring to its partly arctic nature. The hemiarctic zone is truly a mixed zone, where the treeless and 'subarctic' parts are distinctly separate, and not a transitional habitat. We will find there, of course, as to the north of the absolute limit of trees, a transitional habitat between the taiga and tundra proper, but this is generally of small extent. The tundra and taiga formations are quite ordinarily clear-cut and easily distinguishable.

LIMIT OF THE HEMIARCTIC ZONE.

Starting from the absolute limit of trees, a few miles north of the Leaf river, this zone extends southwards approximately to Lat. 55° N. (exactly $55^{\circ}9'$ N. on the George river), except near the Coast of Labrador where it reaches approximately the vicinity of Blanc-Sablon. In general, this is the region covered by the forest-tundra, as illustrated by Hustich (1949).

SUBDIVISIONS OF THE HEMIARCTIC ZONE.

This zone, studied from the forest point of view, has been divided by Hustich (1949) into two main divisions: the "Koksoak-forest-tundra section" covering only the valley of the Kaniapiskau and Koksoak, and the "Ungava forest-tundra section" covering the remainder of the zone. The reason for separating the Koksoak section was that this valley has a decidedly more luxuriant vegetation than its surroundings, which appear largely barren. No doubt, many floristic regions will ultimately have to be delimited in this zone, as may already be judged by the flora known from distinct sectors. At present it is impossible to suggest, even tentatively, a phytogeographical subdivision. For this reason, it would be better temporarily to consider the geographical units as based on the hydrographic system. The sections then would be the following.

H. 1. *Middle Leaf river region*. This extends from a line starting on Hudson bay coast, north of Richmond gulf, to a point, south of Leaf river, about 50 miles east of Minto lake and continuing after that point north of Leaf river, to a few miles from Ungava bay. (The vicinity of Ungava Bay itself belongs to the "arctic south shore of Ungava bay" already listed in the arctic zone). The Leaf river region is the contact between the arctic and the hemiarctic in western Québec. It is separated from the Kogaluk and Payne arctic regions by the absolute limit of trees. Part of the Leaf river region was surveyed botanically by John W. Marr in 1948. The results are unpublished, but the author has had access to the botanical collections which were identified mainly by Marcel Raymond. In 1946, Polunin carried out intensive investigations around Gregory lake at $58^{\circ}27'$ N. as $70^{\circ}08'$ W. (cf. Polunin 1949 a and b).

H. 2. *Richmond gulf region*. This lies near Hudson bay, and covers the basins of Nastapoka river, Richmond gulf, and the Hudson bay coast, extending south to Fort George and little Whale river (including Upper Seal lake). Gardner visited different parts of this region before 1938, while Richmond gulf was surveyed by Abbe in 1939 (see Marr 1948) and by Lepage and Dutilly in 1944, and lake Bienville by Polunin (1949) in 1946. The great Whale river district was surveyed in 1947 by Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski. (See Hustich 1949).

H. 3. *Koksoak region*: This comprises basin of the Koksoak river, from the fork of the Larch and Kaniapiskau rivers, and extends to the limit of the "arctic

south shore of Ungava". In this region lies Fort-Chimo, the "airport gateway" to the North. Nearly all botanists coming to the Arctic botanize there nowadays. Abbé Ernest Lepage and father Arthème Dutilly, travelling from Richmond gulf to Fort-Chimo in 1944, surveyed the Koksoak, followed by Polunin, in 1946 and 1949 Rousseau in 1947 and 1948 and John W. Marr and J. A. Calder in 1948. Previously, minor collections were made by post-managers, missionaries and cursory visitors. All their results remain unpublished except for the few notes by Pulunin (1949 A et B). From seeds collected by the author at Fort-Chimo and grown at the Copenhagen botanical garden, Bocher described *Luzula grænlandica* var. *fuscoatra* (Böcher, 1950).

H. 4. *Stillwater-Larch region*. This is the district between the Richmond gulf region and the Koksoak and Kaniapiskau drainage basins. The main hydrographic elements of this region are Stillwater lake and Larch river. In 1944, Lepage and Dutilly made a botanical survey of this region, when they crossed from Richmond gulf to Fort-Chimo. (Dutilly & Lepage 1950 and 1951).

H. 5. *Kaniapiskau region*. This comprises the hydrographic basin of this river, from the fork at Koksoak river to the taiga near the 55° parallel of latitude. The forest covering in this region is known through Low's (1896) geological survey. Hustich worked in its extreme south near Knob lake in 1948. Otherwise, this sector may be considered as entirely unexplored from the botanical point of view. On the other hand, this is the area of Ungava the best surveyed from the geological point of view. Visited later by Lepage and Dutilly. (Dutilly & Lepage 1962).

H. 6. *Whale river region*. As there are three Whale rivers in Ungava, confusion must be avoided. Little Whale river and Great Whale river flow into Hudson bay, while the Whale river flows into Ungava bay. In the section "Whale river", I place the basin of the False river, the Whale river, and all the small rivers east of this last to approximately long. 66°30' W., excluding the arctic shore of Ungava bay. The Whale river region is entirely unknown botanically except for a brief visit on foot to False river by Polunin in 1949, the results from which have not at the time of writing been worked up, and some explorations by the same worker in their hinterland around Lac Ralleau in the same summer.

H. 7. *George river region*. The basin of this river, one of the most important in Ungava, is in the hemiarctic zone from lat. 55°9' N. to 58° 35' N., approximately. The region, surveyed by Rousseau in 1947, will be studied in greater detail below. R. C. Clement botanized at Indian House lake in 1944-45.

H. 8. *Labrador coast*. This irregular section may be taken to include the Labrador coast from Okkak bay (with some northern outposts) to Blanc-Sablon, and consequently the greater part of the basins of the Fraser and Assiwaban rivers. The taiga, according to Tanner's map (1947), penetrates as a

wedge into the southern portion of this territory, and the Labrador arctic lobe (already mentioned above as section A-6 of the arctic zone) penetrates as a northern wedge into the interior at least as far as the source of Assiwaban river. Of this section, only the coast where many botanists have collected at ports of landing is known. These botanists are mentioned in the introduction, in the paragraph entitled "Previous studies in the vegetation of the Labrador coast". Except for the interior, which should perhaps be separated, this section corresponds to a natural phytogeographical division, "the Atlantic coast section", as described by Hustich (1949) Outposts of the Labradorian taiga (H-8¹) exist north of the limit of section H-8, between Port Manvers and Hebron in section A-6 (Labrador arctic lobe).

H. 9. *Korok river*. Surveyed by Jacques Rousseau in 1951. Results unpublished.

The George river region H-7

History of the surveys.— The whole length of this river was traveled for the first time by Mrs. Leonidas Hubbard in 1905, followed by Dillon Wallace a few weeks later (cf. Rousseau 1949). From Mrs Hubbard's account (1908) we are given a few hints concerning the trees along this river. The next complete exploration of the river, and its first scientific survey, was made by Rousseau in 1947 (cf. Rousseau 1949). This region will be considered in some detail as an example in the hemiarctic zone.

Topography.— At the source of the George river, in the subarctic zone, the terrain forms a plateau. At 54° 57' N. the first undulations appear. From lake Indian House to Ungava bay, both shores of the river are hilly, the summits of the hills rising from five hundred or one thousand feet above to level of the river (fig. 12). Special attention must be given to some hills. On the river side, there is an abrupt cliff, with a broken scree slope at its base; the opposite side has no cliffs. To this type of mountain, which constitutes a highly specific habitat — and of which Bic mountains in Rimouski county and the summits along the north shore of the Gaspé peninsula are so characteristic — the Seven Island Montagnais have given the name "*tissekau*", which will be adopted in the present study (fig. 16).

Geology.— The only published geological information about this region is a short note of Ritchie (1949) based on a manuscript report by Rousseau (1948 e). The whole region belongs to the precambrian and is composed of granites, gneisses, and paragneisses except for two narrow bands of anorthosite approximately five miles wide which lies near 55° 6' and 55° 25' N. The whole region has been strongly marked by the passage of glaciers: moraines, erratic boulders, striæ, roche moutonnée, eskers, etc., being plentiful.

Hydrography.— On the subarctic plateau, the region is covered by lakes, some of which seem to have no outlet and but merely to drain by filtration, which favors the formation of peat-bogs. The river, with Hubbard lake as its

source, is nearly 400 miles long. The first 70 miles are a chain of lakes dotted by scattered boulders and linked by rapids. After this, through 45 miles of swift current, the waters flow to Indian House lake, a narrow lake about one to two miles wide and 54 miles long. From Indian House lake to Helen fall, the 157 miles of river break over 35 rapids, altogether some 45 miles in length. The river is one of the most rapid in Ungava and for this reason was traveled only in parts by Naskapi Amerindians. The tidal zone starts at lat. $58^{\circ}17'$ N. and the spring tide is supposed to rise the height of forty feet. In the region of the George river post, the muddy tidal flats are approximately one mile wide (Cf. Rousseau 1949).

Meteorology.—A meteorological station was operated at Indian House lake during part of world war II and for a short time afterwards, but the only data accessible to the author are the maxima and minima which he observed during the 1947 survey. From the 16th of July to the 8th of August, when he was travelling down the river, the night minima were between 32° and 54° F. in the camps, which were near the river level and consequently more or less in the subarctic patches. When the sky was clouded over, the maximum during the day was sometimes not higher than 48° F. After sunset, there was a sudden drop in the temperature. For example, on the 15th of July, the thermometer indicated 60° at 9 p.m. Fifteen minutes later the thermometer was at 48° F. Another point to be considered is that there is often a great difference between the night temperature six inches above the soil and that of five feet above. The temperature near the soil was sometimes two to four degrees lower than that at five feet. The temperature near the surface of the soil, although not as important for meteorological purposes as that a few feet above, is very significant as far as the vegetation cover is concerned. As in the Payne and Kogaluk regions, windy conditions are normal and the wind attained a velocity which, at times, hindered the advance of the expedition. From the southern part of Indian House lake northward all the way to the estuary, scattered snow-patches are apt to remain from one winter to another.

Soil.—Except at a few hundred feet from the river, rock *in situ* is generally found only in and beside the rapids. Elsewhere the river bed is an almost continuous series of moraines, the "wall" of boulders being sometimes many miles long and twenty or even more feet high. Here and there, sand exposures are found along the river and, in rare instances, especially below Indian House lake, clay shores. In the upper part of the river, soil is rarely seen. Sandy eskers are very common everywhere. At a short distance from the immediate border of the river, from the beginning of Indian House lake to the estuary, the rocky hills are strewn with boulders and have only a thin covering of soil. All that was said in the previous chapter about the arctic zone, its tundra and peat-bogs, solifluxion and marshy areas, soil and *Cladonia* polygons, etc., may be repeated here.

Economic plants. Apart from the absence here of *Pedicularis lanata* and *Hedysarum alpinum*, they are the same as in the Payne and Kogaluk sections, with, of course, the addition of trees. Of these Black Spruce (*Picea mariana*) is the most common, White Spruce (*Picea glauca*) being rare, and Larch (*Larix laricina*) largely confined to the margins of the rivers and lakes. The Black Spruce could be used as fuel or for tent poles, or utilized otherwise: but it is seldom if ever of any real economic importance. The White Spruce is big enough to use more widely, but too rare. Balsam fir (*Abies balsamea*) is limited to the southern extremity of the area, being always small and rare.

Coprophytic Fungi. On specimens of animal dung brought from George river, coprophytic Fungi developed in laboratory and were identified by Roy F. Cain (Cain 1957) as following: On dung of rock ptarmigan: and willow ptarmigan: *Coniochæta discospora* (arctic and hemiarctic): also *Sporormia octomera* in the hemiarctic outpost of Korok river. Caribou: *Sordaria fimicola* (hemiarctic), *Sordaria tetraspora* (hemiarctic), *Sporormia intermedia* (subarctic), *Sporormia polymera* Cain n. sp. (Cain 1957) (hemiarctic), *Sporormia venustata* (hemiarctic), *Trichodelitschia bisporula* (hemiarctic and subarctic). Wolf: *Sphæronæmella fimicola* (hemiarctic). Arctic hare: *Sporormia australis* (arctic).

Sectors of the George river in the hemiarctic zone. Before dividing the George river district into smaller ecological sections, we must remember that its source lies in the subarctic zone and its mouth practically in the arctic zone. All of the general aspects described here concerning the George could apply in part to these portions of the river that lie outside the hemiarctic zone. Instead of dividing the region into geographical sectors, it would be better to consider separately the different types of habitat, as follows: (1) The tidal shores; (2) the shores above the estuary; (3) the subarctic forest patches or taiga patches; (4) the tundra patches; (5) peat-bogs; (6) ponds and other aquatic habitats; (7) weeds.

Tidal beach

With the flow of the tide, the reversible current forces water back to lat. 58°17' N. on the George river, completely covering two very important rapids. As the spring tide reaches to a height of about forty feet, it is normal for great tidal flats to be uncovered at low tide. Around George river post (fig. 12) they are approximately one mile wide. These muddy flats have no vegetation except for occasional Algæ. Where the tidal shore is sandy and steeper, and consequently less extensive, the vegetation is more pronounced. We can distinguish three steps in the tidal sections. In the lowest part of the shore, near the limit of low tide and consequently covered by brackish water twice each day, grow:

Calamagrostis labradorica
Carex marina
Carex subspathacea
DuPontia Fisheri

Festuca Richardsoni
Potentilla Egedii var. *grænlandica*
Stellaria crassifolia
Triglochin palustris

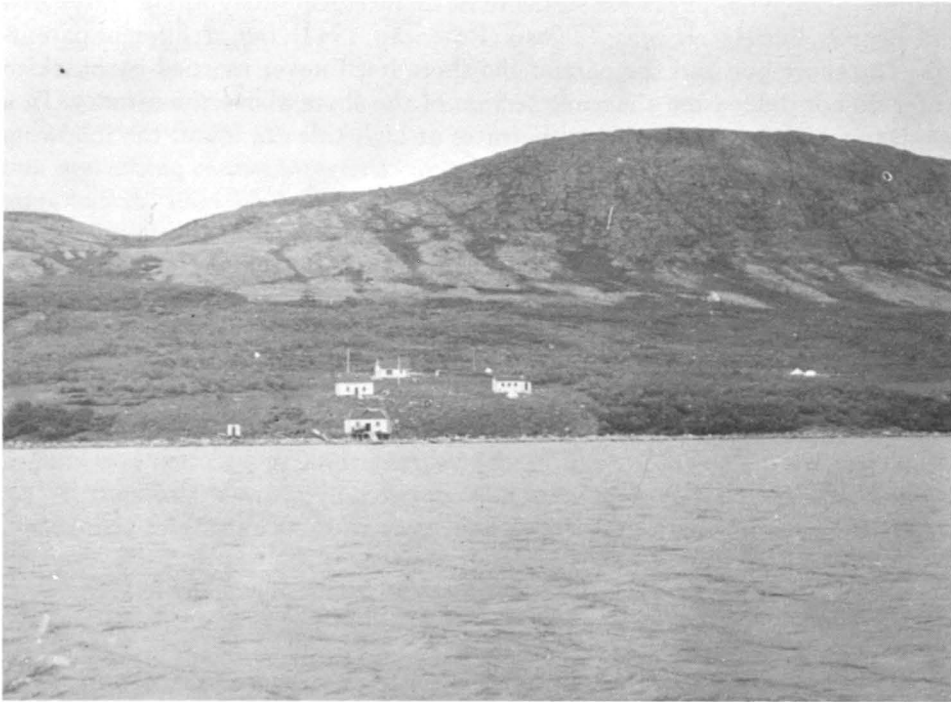


FIGURE 12. George River post. Covering the slopes, a scrubby community, consisting mainly of willow, the previous growth of conifers having been cut for fuel by the Eskimo. Fig. 12 to 27 incl. represent habitats along the George river, from the post to lake Hubbard, its source. The succession of the pictures correspond to the topographical sequence. (Ph. Jacques Rousseau).

In the central section of the tidal zone, touched by brackish water every day, but for a shorter period, the following species form a turf in which the *Plantago juncooides* is dominant and *Sedum Rosea* is found in great abundance:

<i>Arenaria (Honckenya) peploides</i> ssp. <i>diffusa</i>	<i>Plantago juncooides</i> var. <i>decipiens</i>
<i>Euphrasia frigida</i>	<i>Potentilla Egedii</i> var. <i>grænlandica</i>
<i>Galium Brandegeei</i>	<i>Primula stricta</i>
<i>Lomatogonium rotatum</i>	<i>Sedum Rosea</i>
<i>Parnassia multiseta</i>	

In the higher portions of the shore, which are never covered by brackish waters nor by freshwater during the neap, all these species mentioned above will be found again, in the company of:

<i>Agropyron ungvavense</i>	<i>Montia lamprosperma</i>
<i>Astragalus alpinus</i>	<i>Potentilla (Comarum) palustris</i> var.
<i>Carex rariflora</i>	<i>parviflora</i>
<i>Cochlearia grænlandica</i>	<i>Primula egaliksensis</i>
<i>Elymus mollis</i>	<i>Stellaria humifusa</i>

Of these, *Agropyron ungavense* seems to be an intergeneric hybrid of *Agropyron* and *Elymus*, like *Agroelymus Adamsii* (Rousseau, 1942), but of different parentage. The shore-line and the part of the shore itself never reached by brackish water do not differ from the same section of the shore above the estuary. In a pond, to which brackish water penetrates at high tide are found the following Algæ: *Calothrix stellaris*, *Cladophora crispata*, *Dictyosphærium pulchellum* and *Gomphosphæria lacustris*. Mosses of this habitat are *Calliergon sarmentosum* and *Drepanocladus exannulatus* var. *typicus*, while in a similar habitat, on Naujats island, in the arctic zone near the outlet of George river, *Tortula ruralis* constituted an important element.

Shore above the estuary

The sandy or gravelly shore is generally dry, but for a part of the year is submerged by the river. Very often the vegetation of this section is a kind of dry turf in which *Betula glandulosa* will occasionally grow, with *Alnus crispa*, although frequently both of them remain very short. The species are mainly the following:

- | | |
|---|--|
| <i>Achillea lanulosa</i> | <i>Festuca brachyphylla</i> |
| <i>Achillea borealis</i> | <i>Hierochlæ monticola</i> |
| * <i>Agrostis borealis</i> | <i>Kalmia polifolia</i> |
| <i>Alchemilla filicaulis</i> | * <i>Lonicera villosa</i> var. <i>calvescens</i> |
| <i>Antennaria Rousseauii</i> | * <i>Luzula parviflora</i> var. <i>melanocarpa</i> |
| * <i>Arabis arenicola</i> | <i>Luzula spicata</i> |
| <i>Arctous alpina</i> | <i>Luzula grælandica</i> |
| <i>Arenaria (Minuartia) grælandica</i> | <i>Lychnis alpina</i> var. <i>americana</i> |
| <i>Artemisia borealis</i> f. <i>Wormskioldii</i> | <i>Oxyria digyna</i> |
| <i>Astragalus alpinus</i> | * <i>Pedicularis grælandica</i> |
| <i>Calamagrostis canadensis</i> var. <i>Langsdorfii</i> | <i>Petasites palmatus</i> |
| <i>Calamagrostis neglecta</i> | * <i>Phleum commutatum</i> |
| <i>Campanula rotundifolia</i> | <i>Poa arctica</i> |
| <i>Cardamine bellidifolia</i> | <i>Poa glauca</i> |
| * <i>Carex aquatilis</i> | <i>Polygonum viviparum</i> |
| * <i>Carex Bigelowii</i> | <i>Potentilla Crantzii</i> |
| <i>Carex brunnescens</i> | <i>Potentilla emarginata</i> |
| <i>Carex capitata</i> ssp. <i>arctogena</i> | <i>Potentilla (Sibbaldiopsis) tridentata</i> |
| <i>Carex microglochin</i> | * <i>Pyrola grandiflora</i> |
| * <i>Carex militaris</i> | <i>Rhinanthus oblongifolius</i> |
| * <i>Carex rariflora</i> | <i>Ribes glandulosum</i> |
| * <i>Castilleja septentrionalis</i> | * <i>Rubus acaulis</i> |
| <i>Cerastium arvense</i> | <i>Rubus Idæus</i> var. <i>strigosus</i> |
| <i>Deschampsia atropurpurea</i> | <i>Rubus paracaulis</i> |
| <i>Deschampsia cæspitosa</i> var. <i>glauca</i> | * <i>Salix arctophila</i> |
| <i>Dryopteris campyloptera</i> | <i>Salix brachycarpa</i> |
| <i>Epilobium angustifolium</i> var. <i>intermedium</i> | <i>Salix calcicola</i> |
| * <i>Epilobium glandulosum</i> | * <i>Salix callicarpxæa</i> |
| <i>Epilobium latifolium</i> | <i>Salix herbacea</i> |
| * <i>Equisetum arvense</i> ssp. <i>boreale</i> | <i>Salix planifolia</i> |
| <i>Euphrasia frigida</i> | <i>Salix uva-ursi</i> |
| | <i>Sanguisorba canadensis</i> |

- | | |
|--|---|
| * <i>Scirpus cæspitosus</i> | * <i>Tofieldia pusilla</i> |
| * <i>Solidago macrophylla</i> var. <i>thyrsoides</i> | <i>Trisetum molle</i> |
| <i>Solidago multiradiata</i> | * <i>Vaccinium gaultherioides</i> |
| <i>Stellaria calycantha</i> | <i>Vaccinium Vitis-idea</i> ssp. <i>minus</i> |
| * <i>Taraxacum lacerum</i> | * <i>Veronica Wormskioldii</i> |
| * <i>Taraxacum lapponicum</i> | |

The species in the preceding list marked by an asterisk frequently grow in the humid sections of the shore as well as on the dry part.

Of the preceding, the ecologically important species are *Antennaria Rousseauii*, *Minuartia grælandica*, *Betula glandulosa*, *Carex anguillata*, *C. miliaris*, *Luzula spicata*, *Pedicularis grælandica*, *Polygonum viviparum*, *Potentilla (Sibbaldiopsis) tridentata*, *Salix arctophila*, *S. brachycarpa*, *S. callicarpæa*, *S. herbacea*, *S. planifolia*, *Solidago macrophylla*, *Taraxacum lapponicum*, *Trisetum molle*, *Veronica Wormskioldii*, varying locally according to the sector of the shore. Furthermore, they are found everywhere along the river. On the contrary, *Alchemilla filicaulis* is very localized; and *Arabis arenicola*, *Artemisia borealis*, *Astragalus alpinus*, *Lychnis alpina* var. *americana*, grow only at the lower part of the river. Many of the species listed above are plants of the dry tundra which have found, along some portions of the shore, a favorable habitat. This is the case with *Arctostaphylos (Arctous) alpina*, *Carex capitata* ssp. *arctogena*, *Hierochlæ monticola*, *Kalmia polifolia*, *Luzula sudetica*, *Salix uva-ursi*.

Prominent among associates in the various wet places are: *Andromeda glaucophylla*, *Eriophorum angustifolium*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Juncus albescens*, *Parnassia Kotzebuei*, *Pinguicula vulgaris*, *Viola labradorica* and *V. repens (V. palustris)*. Less important species are:

- | | |
|--|--|
| <i>Bartsia alpina</i> | <i>Juncus castaneus</i> |
| <i>Calamagrostis canadensis</i> var. <i>scabra</i> | <i>Juncus filiformis</i> |
| <i>Cardamine pratensis</i> var. <i>palustris</i> | <i>Galium trifidum</i> |
| <i>Carex atratiformis</i> | <i>Luzula grælandica</i> |
| <i>Carex canescens</i> | <i>Luzula spicata</i> var. <i>Kjelmani</i> |
| <i>Carex glareosa</i> | <i>Myrica Gale</i> |
| <i>Carex Williamsii</i> | <i>Pedicularis flammea</i> |
| <i>Corallorhiza trifida</i> | <i>Poa alpina</i> |
| <i>Epilobium anagallidifolium</i> | <i>Potentilla (Comarum) palustris</i> var. |
| <i>Equisetum sylvaticum</i> | <i>parvifolia</i> |
| <i>Eriophorum angustifolium</i> | <i>Streptopus amplexifolius</i> |
| <i>Eriophorum russeolum</i> | <i>Vaccinium Oxycoccus</i> |

Of the last list, *Cardamine pratensis* var. *palustris*, *Carex Williamsii*, *Corallorhiza trifida*, *Epilobium anagallidifolium* and *Pedicularis flammea* were rather uncommon species. The chief bryophytes of this habitat are *Drepanocladus uncinatus* var. *typicus*, *Grimmia alpicola* var. *rivularis* f. *papillosa* and *Pogonatum capillare*.

On the steep embankment of the river, the preceding species listed from dry or humid shores are also found, but some of them seem to be more appropriate to the rocky banks, as, for instance:

<i>Carex rupestris</i>	<i>Ribes glandulosum</i>
<i>Carex tenuiflora</i>	<i>Saxifraga paniculata</i>
<i>Dryopteris Phegopteris</i>	<i>Saxifraga foliolosa</i>
<i>Epilobium palustre</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Juncus alpinus</i> var. <i>alpestris</i>	<i>Stellaria longipes</i>
<i>Potentilla nivea</i>	<i>Woodsia ilvensis</i>

On the nearly vertical humid cliffs, bordered at their summit by shrubs, there grows *Umbilicaria vellea*, one of the more palatable rock tripes. On these cliffs, the dominating Bryophytes are the following:

<i>Calliergon sarmentosum</i>	<i>Racomitrium fasciculare</i>
<i>Drepanocladus uncinatus</i> var. <i>typicus</i>	<i>Sphagnum Girgensohnii</i>
<i>Hypnum patientiæ</i>	<i>Tetraplodon mnioides</i>
<i>Pogonatum alpinum</i>	

And on the steep sandy embankment with *Empetrum hermaphroditum* dominant are:

<i>Equisetum pratense</i>	<i>Ledum grænlandicum</i>
<i>Festuca brachyphylla</i>	<i>Ledum palustre</i> var. <i>decumbens</i>
<i>Festuca Richardsoni</i>	<i>Linnæa borealis</i> ssp. <i>americana</i>
<i>Hierochlæ monticola</i>	<i>Potentilla monspeliensis</i>

Nevertheless, the normal embankment of the river is either made up of an almost barren boulder accumulation or of the luxuriant birch-alder community. (fig. 15). Among the boulder, we find some of the elements of the dry shore; but the most common elements are: *Campanula rotundifolia*, *Castilleja septentrionalis*, *Epilobium latifolium*, *Oxyria digyna* and *Salix callicarpæa*, with, in the lowest part of the river, *Cerastium Beerianum*, *Papaver radicum* forming sometimes almost pure stands, and some *Arnica plantaginea* and rare *Rubus arcticus*.

As for the birch-alder community (fig. 15 and 26). It is almost a continuous band of *Alnus crispa* and *Betula glandulosa*, with as usual shrubby associates *Salix planifolia*, *Salix callicarpæa*, and *Ribes glandulosum* and, as very occasional associates, *Amelanchier Bartramiana*, *Betula borealis*, *Populus balsamifera*, *Salix argyrocarpa*, *Sorbus decora* and *Viburnum edule*. As for the herbaceous elements, a great number are similar to shore and embankment species, though none of them is really common, excepting perhaps *Viola repens*. But other species, not yet encountered on the shore and the embankment, were growing in the birch-alder, community such as:

<i>Alchemilla vestita</i>	<i>Lycopodium annotinum</i> var. <i>acri-</i> <i>folium</i>
<i>Calamagrostis neglecta</i>	<i>Mitella nuda</i>
<i>Cornus canadensis</i>	<i>Petasites palmatus</i>
<i>Cornus suecica</i>	<i>Petasites sagittatus</i>
<i>Dryopteris disjuncta</i>	<i>Trientalis americana</i>
<i>Galium Brandegeei</i>	



FIGURE 13. Near Helen's Falls, on George river, a stand of tall *Picea mariana*, and a *Cladonia*-carpeted portage. At Helen's falls, the vegetation is much more luxuriant than in the interior. This is a part of the Ungava bay "croissant forestier". Inland, tall trees such as those shown in the picture, are lacking. (Ph. Jacques Rousseau).



FIGURE 14. Black spruce, about ten-feet high, is restricted to the bottom of valleys. Beyond the taiga strip, we have the dry tundra. George river, near Lat. $57^{\circ}48'$ H. (Ph. Jacques Rousseau).

Of the preceding, *Alchemilla vestita* and *Petasites sagittatus* were particularly rare. *Cornus canadensis*, *Dryopteris disjuncta*, *Lycopodium annotinum*, *Mitella nuda*, and *Trientalis americana* are species which normally inhabit the taiga as well as the boreal coniferous forest.

A specialized habitat that could be considered as a part of the shore is the *tissekau* (fig. 16), of which a description has been given above. Here normally grow the species of the embankment and shores, especially humid shores. In some places *Alnus crispa* is dominant, in other *Betula glandulosa* associated with *Ledum grælandicum*. After these, the chief elements are, in order of importance: *Vaccinium Vitis-idæa* var. *minus*, *Cornus canadensis*, *Lycopodium annotinum* and *Ledum palustre* var. *decumbens*. Of the Cyperaceæ, one of the main types is *Carex scirpoidea*. *Dryopteris disjuncta* (*Gymnocarpium Dryopteris*), *Calamagrostis neglecta*, and *Pedicularis labradorica* are rather rare.

Taiga strips (fig. 13, 14.)

Restricted generally to the lower part of the valleys or to hillsides, the taiga strips show relatively luxuriant growth towards their centers. In the portions bordering the tundra patches, the trees are smaller, being sometimes hardly more than shrubs. For a few feet, there is a transitional zone between the habitats representing the typical taiga and tundra. Are the subarctic thickets progressing, or receding? Some ecologists consider the presence of juniperoid *Picea mariana* at the limit of subarctic forest patches, as a proof of forest regression, while the occurrence in the thickets of *Picea mariana* with drooping branches is regarded as evidence of forest progression. Though these characters may apply elsewhere, they are of no value in Ungava. In all parts of the hemiarctic zone visited, the forest thickets were surrounded by juniperoid *Picea mariana*, and in the center of the stand, there were trees with drooping branches. Sometimes, both types could be seen side by side, either in the center or on the border of the stand. If the presence of these trees is caused in part by ecological factors, perhaps some genetical factors could also be involved.

In the taiga, *Picea mariana* is the most important element and often the only tree (fig. 21). *Larix laricina* occurs along the rivers or on the borders of lakes. Exceptionally, at Fort-Chimo, it constituted sometimes the most important element on higher slopes. This may be owing to the fact that *Picea mariana* had been liberally cut for fuel (being less heavy to carry than Larch, on account of the lower water content of the former). In the George river taiga of the hemiarctic zone, *Picea glauca* occupies the same area as *Picea mariana* (fig. 18), but can easily be distinguished from it, even at a great distance, because it is usually much taller: it remains a very rare tree. *Populus balsamifera* var. *subcordata* establishes itself in homogeneous thickets in the Spruce forest, at some distance from the river, but is rarely met. One of these thickets was found as far north as lat. 58°30' N. near the George river post. *Populus tremuloides* and *Betula papyrifera* seem to be completely lacking in this territory. *Abies balsamea* (fig. 23) is present in the southern part of that

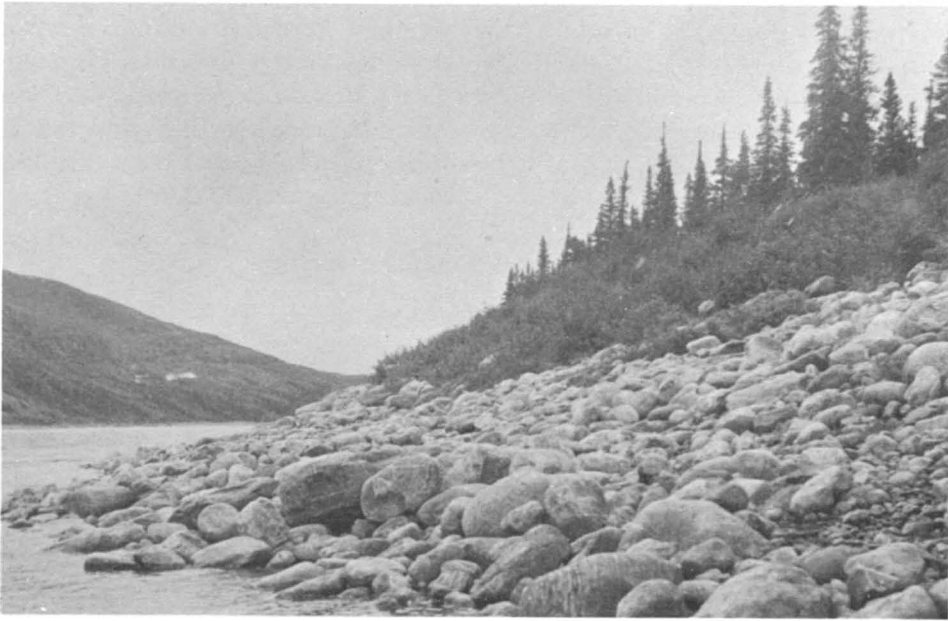


FIGURE 15. The George river shore for a considerable stretch is covered with an accumulation of boulders, the upper part of which harbors by *Alnus crispa* and *Betula glandulosa*. In the most barren parts, we find *Oxyria digyna*, *Epilobium latifolium*, and occasionally, in the lower portion, *Papaver radicum*. Around 57°39' lat. N. (Ph. Jacques Rousseau).



FIGURE 16. A typical *tissekau*, near Pyramid mountain on the banks of the George river (Lat. 57°30' N.). The *tissekau* is a hill which gently slopes from one side and ends abruptly on the other side in a cliff, at the foot of which is an accumulation of broken rocks. (Ph. Jacques Rousseau).

territory but disappears almost at the beginning of the hemiarctic zone; it grows there as a very small tree and often as the depressed f. *hudsonia*. Throughout the territory, we find the prostrate *Larix laricina* f. *depressa* and *Picea mariana* f. *grisea* especially in the border zone between the taiga and tundra patches. The dead conifers appear to be subject to the attack of the same fungi as those farther south. Thus the cubic brown rot, apparently caused by *Fomes pinicola*, is found in the northern part of the zone. At the northern limit of trees, *Phyllacteria terrestris* grows on decaying larch twigs.

At a rather short distance of Ungava bay, near Helen's falls on George river and approximately the equivalent distance on other rivers in the western direction, the forest is much more luxuriant than on the more southern plateau of the interior. This might be due partly to the lower altitude near Ungava bay, but still more probably to the sea humidity. This relatively dense forested area was named by the author « *le croissant forestier de la baie d' Ungava* » (the Ungava bay forest crescent). Another exceptionally luxuriant forest for the hemiarctic is the narrow one bordering Kaniapiskau river, really a « *forêt-galarie* ».

The common shrubs in the taiga patches, in addition to the prostrate conifers already mentioned, are:

<i>Betula glandulosa</i>	<i>Salix callicarpæa</i>
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	<i>Salix discolor</i>
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	<i>Sorbus decora</i>
<i>Kalmia polifolia</i>	<i>Vaccinium cespitosum</i>
<i>Ledum grænländicum</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
<i>Ribes glandulosum</i>	<i>Vaccinium Vitis-idæa</i> ssp. <i>minus</i>
<i>Rubus acaulis</i>	<i>Viburnum edule</i>
<i>Rubus Chamæmorus</i>	

The shrubs are common in nearly all of the taiga patches in the area, the most frequent being *Betula glandulosa*, *Empetrum hermaphroditum*, *Rubus Chamæmorus* and *Vaccinium Vitis-idæa* ssp. *minus*. To these must be added *Alnus crispa*, frequent in the taiga patches on the slopes of steep hills and *Juniperus communis* ssp. *alpina* found more commonly around the George river post. *Phyllodoce cærulea* in some parts is not only a tundra element but invades the taiga itself, especially in the southern part of the hemiarctic zone; *Salix vestita* is limited to a few patches with a soil formed of soaked *Sphagnum*.

The soil itself is covered either by a mattress of soaked *Sphagnum* or by a carpet of *Cladonia*. This last Lichen formation contains mainly *Cladonia gracilis* var. *elongata*, *Cladonia digitata*, *Cladonia impexa* mixed with another Lichen *Nephroma arcticum*, and some Bryophytes, mainly:

<i>Aulacomnium palustre</i>	<i>Dicranum fuscens</i>
<i>Barbilophozia Hatcheri</i>	<i>Drepanocladus uncinatus</i> var. <i>typicus</i>
<i>Barbilophozia barbata</i>	<i>Lophozia ventricosa</i>
<i>Calliergonella Schreberi</i>	<i>Polytrichum commune</i>



FIGURE 17. A typical tundra patch along Indian House lake. On the other shore of the lake a taiga strip covers the hillside. In the foreground, poles of an abandoned Naskapi tent. The Naskapi from the Barren ground band have nearly all disappeared now and the last remnants, not more than three families, have deserted the territory. (Ph. Jacques Rousseau).

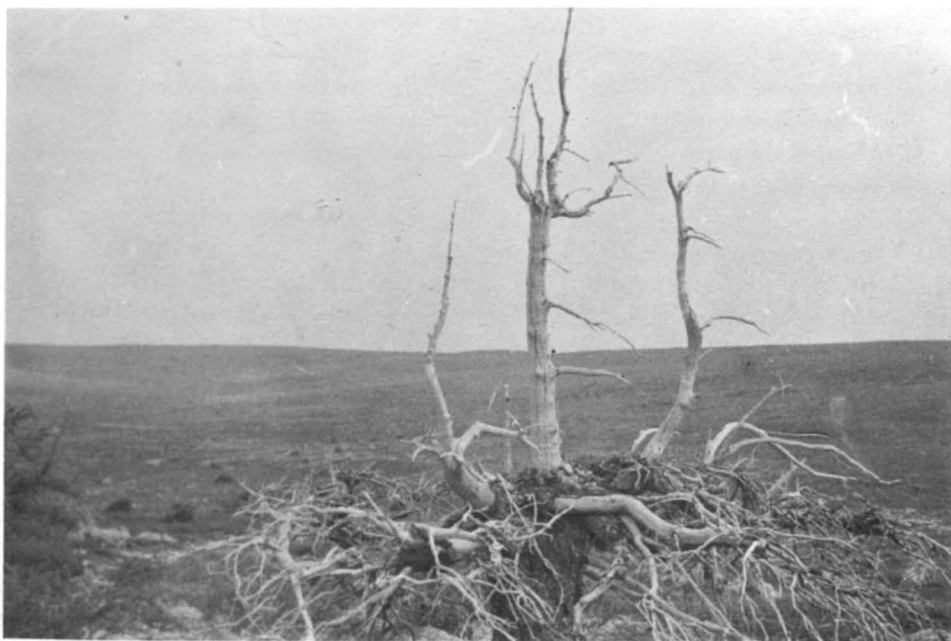


FIGURE 18. A few miles west of Indian House lake, trees have nearly all disappeared save perhaps for only a few scattered specimens one such as this old depressed *Picea glauca*. (Ph. Jacques Rousseau).

The dryer portion supports the following:

<i>Carex deflexa</i>	<i>Lycopodium Selago</i>
<i>Chiogenes hispidula</i>	<i>Mitella nuda</i>
<i>Cornus canadensis</i>	<i>Moneses uniflora</i>
<i>Coptis grænländica</i>	<i>Pyrola grandiflora</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Pyrola minor</i>
<i>Linnæa borealis</i> ssp. <i>americana</i>	<i>Solidago macrophylla</i>
<i>Luzula parviflora</i> ssp. <i>melanocarpa</i>	<i>Trientalis americana</i>
<i>Lycopodium annotinum</i> var. <i>pungens</i>	<i>Viola labradorica</i>
<i>Lycopodium complanatum</i>	

Of these, *Cornus canadensis*, *Deschampsia flexuosa*, *Linnæa borealis*, *Lycopodium annotinum* and *Solidago macrophylla* are common. *Lycopodium complanatum* is found rather occasionally, but is then abundant.

In the most humid parts of the taiga, the soil is covered with *Sphagnum recurvum*. In the soil covered with *Sphagnum*, entirely different herbaceous associates are found, although the shrubs are generally the same and in the drier habitats. The herbaceous elements are:

<i>Bartsia alpina</i>	<i>Eriophorum angustifolium</i>
<i>Carex canescens</i>	<i>Eriophorum russeolum</i>
<i>Carex gynocrates</i>	<i>Galium Brandegeei</i>
<i>Carex pauciflora</i>	<i>Listera cordata</i>
<i>Carex rariflora</i>	<i>Petasites palmatus</i>
<i>Carex trisperma</i>	<i>Pyrola secunda</i> ssp. <i>obtusata</i>
<i>Castilleja septentrionalis</i>	<i>Ranunculus lapponicus</i>
<i>Dryopteris Phegopteris</i>	<i>Streptopus amplexifolius</i> ssp. <i>americanus</i>
<i>Dryopteris campyloptera</i>	<i>Taraxacum lacerum</i>

Although this list contains a few species peculiar to forests, such as *Listera cordata*, *Streptopus* and *Pyrola secunda*, some are ordinary elements of the humid shores, like the *Eriophorum*, *Castilleja* and even *Bartsia*, while others again are elements of peatbogs, e.g. *Carex gynocrates*.

Tundra patches (fig. 14, 17, 19, 20)

We should distinguish, for the sake of convenience, the tundra patches near the river, the very dry eskers, the summit of the hills in the vicinity of the river and the tundra patches a few miles distant from the river. As mentioned previously, the tundra patches start near 55°5' N. and are definitively dominant around 55°9' N. In the tundra patches, important elements are the Lichens, which are generally the same there as on the eskers and the summits of the hills.



FIGURE 19. Ten miles west of Indian House lake a persistent snow patch. They are frequent elsewhere along the George river as well. The surface of the soil is an almost continuous moraine. (Ph. Jacques Rousseau).



FIGURE 20. Fluvio-marine terraces on George river, at Indian House lake. The taiga strips are limited to the lower parts. The hills are occupied by typical dry tundra. (Ph. Jacques Rousseau).

a) On tundra patches near the river (fig. 17, 20), the dominant shrubs are:

<i>Arctous alpina</i>	<i>Rubus Chamæmorus</i>
<i>Betula glandulosa</i>	<i>Salix herbacea</i>
<i>Chamædaphne calyculata</i>	<i>Salix humilis</i>
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	<i>Salix uva-ursi</i>
<i>Ledum grænlandicum</i>	<i>Vaccinium boreale</i>
<i>Ledum palustre</i> var. <i>decumbens</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
<i>Loiseleuria procumbens</i>	<i>Vaccinium Vitis-idæa</i> ssp. <i>minus</i>

Of these the most common plants are *Arctous*, *Betula*, *Empetrum*, *Ledum*, *Salix uva-ursi*, (fig. 22), *Vaccinium uliginosum* and *Vaccinium Vitis-Idæa* ssp. *minus*. *Chamædaphne calyculata*, through rather common, is not an element of the tundra north of the tree line; nor are *Vaccinium boreale* and *Salix humilis*, which themselves are rare in the hemiarctic zone. Attention must be drawn also to the presence of occasional prostrate shrubs, such as the depressed forms of *Larix laricina* and *Picea mariana*, which are likewise absent from the arctic zone proper. As for the herbaceous elements, they are:

<i>Arenaria (Minuartia) grænlandica</i>	<i>Eriophorum angustifolium</i>
<i>Carex Bigelowii</i>	<i>Festuca brachyphylla</i>
<i>Carex brunnescens</i>	<i>Hierochlæ monticola</i>
<i>Carex capitata</i> ssp. <i>arctogena</i>	<i>Juncus trifidus</i>
<i>Carex glacialis</i>	<i>Linnæa borealis</i> ssp. <i>americana</i>
<i>Carex gynocrates</i>	<i>Luzula confusa</i>
<i>Carex scirpoidea</i>	<i>Lycopodium complanatum</i>
<i>Cornus canadensis</i>	<i>Pedicularis labradorica</i>
<i>Deschampsia atropurpurea</i>	<i>Phyllodoce cærulea</i>
<i>Diapensia lapponica</i>	<i>Poa longipila</i>

Of these, the dominating species are *Carex capitata* ssp. *arctogena* and *Diapensia lapponica* with *Hierochlæ monticola* represented by scattered individuals and some *Luzula confusa* and *Pedicularis labradorica*. *Arenaria grænlandica* is often the only species on sterile rocks: *Lycopodium complanatum* and *Linnæa borealis* belong more appropriately to the protected slopes. The old caribou horns lying on the soil in this habitat as well as on eskers or in the taiga strips, owe their green color to two Algæ, *Protococcus viridis* and *Stichococcus subtilis*. They are also frequently covered by two Lichens, *Caloplaca stillicidorum* and *Caloplaca subolivacea* and by the Mosses, *Sphagnum capillaceum* var. *tenellum* and *Tetraplodon mnioides*. In the tundra patches as well as on eskers the common mushroom is *Boletus scaber*. In sectors more or less invaded by the birch-older community, *Carex stylosa* was growing.

b) Eskers (fig. 24, 25). They do not differ essentially in vegetation from the ordinary tundra patches. Their slopes are covered with the higher shrubs of the tundra such as *Ledum grænlandicum*, *Ledum palustre* var. *decumbens*, *Betula glandulosa*, the prostrate *Picea glauca* f. *parva*, as well as the prostrate Black Spruce, *Ribes glandulosum* and *Salix callicarpæa*. On the summits, the dominant are only very low or creeping plants, such as *Arctous alpina*, *Empetrum*



FIGURE 21. A typical taiga strip along the shores of the George river at Lat. $55^{\circ}49' 30''$ N. (Ph. Jacques Rousseau).

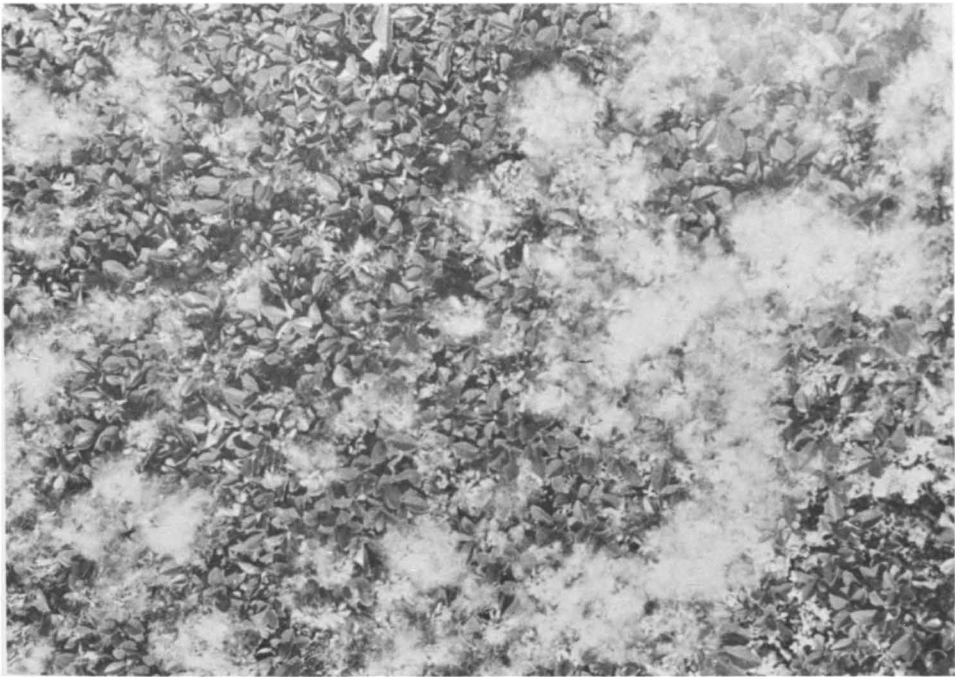


FIGURE 22. A *Salix uva-ursi* stand on a barren low hill along George river at Lat. $55^{\circ}10'$ N. This is approximately the southern limit of the hemiarctic zone in this section. (Ph. Jacques Rousseau).

hermaphroditum, *Salix uva-ursi* and *Vaccinium Vitis-Idæa* ssp. *minus*, all equally important and intermixed with:

<i>Carex Bigelowii</i>	<i>Poa glauca</i>
<i>Carex capitata</i> ssp. <i>arctogena</i>	<i>Potentilla (Sibboldiopsis) tridentata</i>
<i>Deschampsia cæspitosa</i>	<i>Stellaria longipes</i>
<i>Luzula confusa</i>	<i>Vaccinium canadense</i>
<i>Lycopodium obscurum</i> var. <i>dendroideum</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
<i>Lycopodium sabinæfolium</i> var. <i>sitchense</i>	

There are also occasional species found in the typical sections of the tundra bordering the river. Of the preceding species, the two *Lycopodia* are found only at 55°9' N, the southern limit of the hemiarctic zone. *Boletus scaber* and an *Omphalia* (apparently *O. fibuloides*) are two common mushrooms in this habitat.

The Lichens found in the tundra patches near the river as well as on the dry esker are mainly the following:

<i>Alectoria chalybeiformis</i>	<i>Cladonia rangiferina</i>
<i>Alectoria ochroleuca</i>	<i>Dactylina arctica</i>
<i>Cetraria nivalis</i>	<i>Stereocaulon alpinum</i>
<i>Cladonia coccifera</i>	<i>Stereocaulon denudatum</i>
<i>Cladonia deformis</i>	<i>Umbilicaria hyperborea</i>
<i>Cladonia impexa</i>	<i>Umbilicaria proboscidea</i>

In the equivalent habitats at Fort-Chimo, one of the common *Cladonia* species would be *Cladonia uncialis*.

c) On summit of the hills, in the vicinity of the river. (fig. 14, 20) the species of the phanerogamic flora are more or less the same here as on the eskers. The summits, being mainly a rocky outcrop, harbor Lichens peculiar to such habitats, such as:

<i>Actinogyra Muhlbergii</i>	<i>Lecidea arcuantula</i>
<i>Alectoria divergens</i>	<i>Lecidea lapicida</i> f. <i>ochromeliza</i>
<i>Alectoria jubata</i>	<i>Lecidea Merrillii</i>
<i>Alectoria ochroleuca</i>	<i>Lecidea silacea</i>
<i>Buellia atrata</i>	<i>Parmelia enteromorpha</i>
<i>Buellia occidentalis</i>	<i>Parmelia stygia</i>
<i>Cetraria fahlunensis</i>	<i>Rhizocarpon geographicum</i>
<i>Cetraria nivalis</i>	<i>Solorina crocea</i>
<i>Cladonia deformis</i>	<i>Umbilicaria erosa</i>
<i>Hæmatomma lapponicum</i>	<i>Umbilicaria proboscidea</i>

The accompanying Bryophytes are mainly:

<i>Aulacomnium turgidum</i>	<i>Polytrichum piliferum</i>
<i>Dicranum fuscescens</i>	<i>Ptilidium ciliare</i>
<i>Drepanocladus uncinatus</i> var. <i>typicus</i>	<i>Rhacomotrium lanuginosum</i>
<i>Gymnocolea inflata</i>	<i>Scapania nemorosa</i>
<i>Polytrichum juniperium</i> var. <i>alpestre</i>	<i>Sphenobolus minutus</i>



FIGURE 23. *Abies balsamea* in the neighbourhood of the George river at Lat. 55°09' N. Trees are profusely branched at the base where there is a protection cover of snow during winter. Emerging above the snow line, a simple trunk branched at the tip only. Apparently, the branches of the middle portion have been chewed away by rodents, as has been confirmed by traces of the teeth on some cut twigs, or destroyed by severe climatic conditions just above the snow. Ph. Jacques Rousseau.



FIGURE 24. Camping on an esker of the George river area, at Lat. 55°09' N. North of this latitude, the camps had to be always set out in the open since trees were restricted generally to the immediate environs of the shore or to slopes. Photo Jacques Rousseau.

d) On tundra patches, on elevated hills, at some distance from the river (fig. 18 and 19), few miles west of Indian House lake, the region becomes decidedly richer in arctic species. All the types already found on tundra patches and eskers near the river are there, as well as practically the same dominants; but they are accompanied also by other arctic-alpine elements, such as the following:

<i>Bartsia alpina</i>	<i>Pyrola grandiflora</i>
<i>Cardamine bellidifolia</i>	<i>Ranunculus Allenii</i>
<i>Cassiope hypnoides</i>	<i>Ranunculus pygmaeus</i>
<i>Castilleja septentrionalis</i>	<i>Salix arctophila</i>
<i>Cerastium alpinum</i>	<i>Saxifraga rivularis</i>
<i>Cerastium cerastoides</i>	<i>Senecio congestus</i> var. <i>palustris</i>
<i>Dryopteris fragrans</i>	<i>Senecio pauciflorus</i> var. <i>atropurpureus</i>
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	<i>Sibbadia procumbens</i>
<i>Eriophorum Chamissonis</i>	<i>Silene acaulis</i>
<i>Gnaphalium supinum</i>	<i>Solidago macrophylla</i> var. <i>thyrsoides</i>
<i>Lycopodium Selago</i>	<i>Veronica Wormskioldii</i>
<i>Oxyria digyna</i>	<i>Viola repens</i> (V. <i>palustris</i> auct.)
<i>Poa Fernaldiana</i>	
<i>Polygonum viviparum</i>	

Present also in the same habitat were the following plants of wider distribution in this region:

<i>Carex rariflora</i>	<i>Petasites palmatus</i>
<i>Cystopteris fragilis</i>	<i>Salix brachycarpa</i>
<i>Dryopteris campyloptera</i>	<i>Salix cordifolia</i>
<i>Eriophorum angustifolium</i>	<i>Salix planifolia</i>
<i>Eriophorum spissum</i>	<i>Taraxacum lapponicum</i>
<i>Luzula parviflora</i> ssp. <i>melanocarpa</i>	<i>Tofieldia pusilla</i>
<i>Lycopodium annotinum</i> var. <i>pungens</i>	<i>Viola labradorica</i>

To the above list, one might add *Eriophorum russeolum* which grows around ponds in this area. It must be noted however that *E. russeolum* does not belong to the hemiarctic and subarctic strictly.

Peatbogs

The distinction between the humid tundra and the peatbog is not always clear, apart from the accumulation of peat. In the peat-bog, many of the species of the tundra are present, such as *Ledum grænlandicum* (commonly parasitized by *Chrysomyxa Ledi*), *Kalmia polifolia*, *Andromeda glaucophylla* and especially *Chamaedaphne calyculata*. Among the elements more particularly restricted to this habitat in the hemiarctic, we should mention *Calamagrostis pickeringii* var. *debilis*, *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia*, *Epilobium palustre*, *Eriophorum russeolum*, *E. spissum*, *Galium labradoricum*, *Menyanthes trifoliata*. In the more humid parts, *Vaccinium Oxycoccus*, *Carex trisperma* and *C. chordorrhiza* are also common and widespread species, while *Stellaria calycantha* var. *floribunda* is occasional near the southern limit of the territory.



FIGURE 25. A typical esker along George river at Lat. $59^{\circ}09'$ N. It is generally on the eskers that the arctic plants first appear when arriving from the south. On these dry habitats, the plant communities are generally those of barren mountain summits. Photo Jacques Rousseau.



FIGURE 26. On Lake Cabot, near the source of George river. Near the water line, *Isætes macrospora* severed by Canada geese and washed ashore. The rhizome of this plant is an important food for the bird. Along the shore line, a continuous stand of *Betula glandulosa* and *Alnus crispa*. Back of it, some *Larix laricina*. In the typical taiga that follows, this species is only occasional, the forest being mostly a pure formation of *Picea mariana*. *Picea glauca* is also infrequent. Trees, contrary to the impression given in the photograph, are scattered. The soil is covered with a carpet of *Cladonia*. This section is in the real subarctic zone and not in the hemiarctic. (Ph. Jacques Rousseau).

In the estuarine portion, plants of the tidal shore, such as *Primula egalik-sensis*, sometimes invade the littoral peat-bogs. In an elevated peat-bog at the base of a *tissekau*, the main bryophytes were:

Aulacomnium turgidum
Calliergon sarmentosum
Calliergonella Schreberi
Ceratodon purpureus
Cinclidium subrotundum

Drepanocladus uncinatus var. *typicus*
Pohlia nutans
Polytrichum juniperum var. *alpestre*
Sphagnum Girgensohnii

Aquatic habitats

In the George river itself, owing to the very swift current, aquatic plants are uncommon, not only in the number of species but also in the number of individuals. While Payne river has more luxuriant vegetation, even though it is made up of only two species, on the George we find only occasional *Hippuris vulgaris*, *Potamogeton alpinus* ssp. *tenuifolius* and *Ranunculus confervoides*. In protected bays or littoral ponds occur *Equisetum littorale*, *Juncus alpinus* f. *nanus*, and even *Menyanthes trifoliata*. In tundra ponds, in addition to *Menyanthes trifoliata*, we meet *Cardamine pratensis*, and, in alpine ponds, *Ranunculus hyperboreus* with the following Algæ:

Glæocapsa alpicola
Glæocapsa dimidiata
Glæcystis Grevillei

Scytonema figuratum
Stigonema minutum

Scytonema figuratum, mixed with *Stigonema ocellatum*, is also found in the film of cold water flowing over rocky exposures. No data are available on the cold springs of this part, but at Fort-Chimo, in the same zone, a spring flowing under a rock contained *Binuclearia tatrana* and *Schizochlomis aurantiaca*.

As for the Bryophytes of the cold springs of George river, they include:

Andreæa obovata
Anthelia julacea
Blindia acuta
Calliergon stramineum
Dichelyma pallescens

Drepanocladus exannulatus
Orthocaulis atlanticus
Polytrichum juniperum var. *alpestre*
Sphagnum recurvum
Sphagnum robustum

Weeds

Of the plants that could be considered as weeds, the only one is *Polygonum aviculare* var. *depressum* which was found around George river post, on the beaten path, associated with the moss *Bryum argenteum*.



FIGURE 27. A caribou path in the peat-bog bordering Hubbard lake at the source of George river. Between George river and the lake at the head of the Naskaupi river which flows into the Atlantic ocean, the height of the land is simply a peat-bog, on the level of Hubbard lake and a few feet above the source of the Naskaupi. Consequently, through infiltration, a part of the water trickles towards Labrador, while the main body flows towards Ungava bay. (Ph. Jacques Rousseau).

The subarctic zone

GENERAL CHARACTERS AND LIMITS.

The subarctic zone is characterized by the presence of the more or less uniform taiga, interrupted by lakes and peatbogs. For a definition of the taiga, see the introduction to the chapter on the hemiarctic zone. Roughly, the subarctic zone occupies half of the province of Québec, extending from approximately latitude 55° N. to 50° N. This is the taiga of Hustich (1949).

SUBDIVISIONS.

For the purpose of the floristic inventory, the divisions of the subarctic may be taken to correspond more or less to the following hydrographic basins, in addition to a few that have already been characterized phytogeographically.

S. 1. *Eastern James bay region*. Limited inland by the highest marine glacial limit. Section already recognize, by Halliday (1937) and Hustich (1949). Surveyed botanically by Potter (1932), Mrs Margaret T. Doutt in 1935 (Doutt 1935), Gardner, Lepage and Dutilly (Dutilly & Lepage 1963; Dutilly, Lepage & Duman 1958; Lepage 1958 and Baldwin, Hustich, Kucyniak and Tuomikoski in 1947 (See Hustich 1949).

S. 2. *Grand river-Kanaaupskow region*. Hydrographic system of these rivers east of section 1. Grand river is more often called Fort-George river. Botanically unexplored.

S. 3. *Eastmain river region*. Portion of the Eastmain River drainage, east of section 1. Botanically unexplored.

S. 4. *Rupert river region*. The drainage system of the Rupert, from the limits of section 1 to the vicinity of lake Mistassini. Explored by André Michaux in 1792 (see Sargent 1888, Rousseau 1948 c), Macoun (1885, 1889, 1896), Dutilly and Lepage (1945-1947).

S. 5. *Mistassini region*. A section of the Mistassini region is evidently subarctic, although other parts are transitional to the temperate zone. Surveyed botanically by Michaux in 1792, Macoun in 1885, Dutilly and Lepage in 1943, and Rousseau from 1944 to 1948 (with Ernest Rouleau in 1944). For references see S. 4.—Rousseau's results are unpublished.

S. 6. *Otish mountains*. On the height of land, south of lake Nichikun. This district was surveyed botanically in 1949 by Jacques Rousseau and René Pomerleau. Results unpublished.

S. 7. *Lake Kaniapiskau region*. The drainage basin of the Kaniapiskau south of the hemiarctic zone approximately limited by the height of land in the south. Botanically unexplored, except for the Knob Lake region which was visited by Hustich in 1948.

S. 8. *Lake Michikamau-lake Hubbard region*. The inland district north of the Hamilton river basin. The upper part of Naskapi river lies in this section as also the subarctic source of George river. Almost unexplored botanically, except that Hubbard Lake was studied by Rousseau in 1947 (Rousseau 1966). As far as the taiga of this sector is concerned, its constitution is the same as that of the taiga patches in the hemiarctic zone of the George River. The shrubs are also the same, except that *Phyllodoce cærulea*, *Juniperus communis*, and *Salix vestia* were not present in the sectors studied near Hubbard Lake. But *Salix pedicellaris* var. *hypoglaucæ* and *Vaccinium boreale*, on the other hand, were abundant. The herbaceous species of the taiga of the subarctic zone are similar to those of the taiga patches of the hemiarctic. To be noted also in the Hubbard lake peat-bogs, between Quebec territory and Labrador, are *Betula Michauxii*, *Eriophorum alpinum*, *Selaginella selaginoides*, and *Smilacina trifolia*. On the shore of the George river in subarctic section S-8, *Rubus arcticus* has apparently its northern limit. The other shore elements are much as we found in the hemiarctic; but they tend to be less numerous, as the lower part of the George harbors many arctic plants. In section S. 8, *Comandra* (*Geocaulon*) *livida* is also a plant of the Alno-Betuletum, *Poa alpigena* (formerly *Poa rigens*) grows on the rocks that are rich in guano, with *Saxifraga tricuspidata* (otherwise apparently absent from the hemiarctic part of the George river region), and *Isoetes macrospora* is very abundant in the lakes of the subarctic part of the George, mainly around lat. 55° N.

About the northern limit of the area in the formations of *Betula glandulosa*, is found *Boletus versipellis* which is also present in the Otish mountains (S. 6.). In a peat-bog at the height of the land between Hubbard lake (in Québec) and the first Labrador lake at the source of Naskapi river, a member of the family Sclerotiniaceæ occurs which seems to be a new species of *Lambertella* (fide René Pomerleau). In the taiga proper where trees are scattered, grow the lichens *Cladonia deformis* and *Nephroma arcticum*, and on the rocky exposures along the river, the latter species in company with *Peltigera malacææ*, *Umbilicaria deusta* and *Umbilicaria erosa*.

Amongst the Bryophytes are found *Plectocolea hyalina*, on the humid shore, and, in the taiga proper, in the *Cladonia* carpet, *Calliergonella Shreberi*, *Mylia anomala*, *Orthocaulis atlanticus*, *Pohlia nutans* and *Polytrichum juniperinum* var. *alpestre*.

S. 9. *The Upper Hamilton river region*. The western half of a section already characterized by Hustich (1949). Surveyed botanically near the northern boundary (Knob lake) by Hustich in 1948 and A. R. A. Taylor (lake Panchia in 1944).

S. 10. *Attikonak-Ashuanipi lakes region*. Between the Hamilton river section and the height of land. Practically unsurveyed, except in one area by Taylor (Sawbill lake).

- S. 11. *The Canairiktok region*. Drainage basin of this river, behind the Atlantic coast lying between the Hamilton river section and the hemiarctic zone. Botanically unsurveyed.
- S. 12. *The lower Hamilton river region*. The eastern portion of a sector already characterized by Hustich (1949). Partly surveyed botanically.— See Tanner (1947) and Kindle (1928).
- S. 13. *Southern Labrador region*. Between Hamilton river section and the height of land. Botanically unsurveyed.
- S. 14. *St. Lawrence North Shore*. From the height of the land to the St. Lawrence gulf. The shore has been botanically surveyed by Saint-Cyr, Harold St. John (1922), Marie-Victorin between 1924 and 1928 (1929, 1938), Harrison Lewis, Lepage and Dutilly (Dutilly 1964, and others).

Arctic Outposts

DEFINITION.

Outside the arctic zone proper, we find limited habitats which harbor arctic plants. There follows an inventory of the main arctic outposts of eastern North America.

THE ARCTIC OUTPOSTS OF QUÉBEC-LABRADOR PENINSULA AND VICINITY.

There is no attempt here to give the complete bibliography, (nor the list of arctic outposts of Ontario and the western provinces).

- AO. 1. *Otish mountains, height of the land south of lake Nichikun*. Surveyed botanically by Rousseau in 1949. Results unpublished.
- AO. 2. *Sector of the subarctic region 14, north of Seven islands*. Botanically unsurveyed, but alpine and arctic tundra patches can be seen from airplanes.
- AO. 3. *Limited sectors of lake Mistassini*. (See mainly Macoun 1885, Dutilly & Lepage 1945-1947, Rousseau and Rouleau unpublished).
- AO. 4. *Limited sectors of Newfoundland*. Surveyed mainly by Fernald. (See mainly Fernald 1911 and 1933, and Rouleau's list, 1949).
- AO. 5. *Anticosti rivers and Mingan island*. Surveyed mainly by Marie-Victorin and Rolland-Germain: between 1924 and 1928 and partially by Rousseau in 1940 and 1942. See mainly Marie-Victorin 1929 and 1938, and, for the abundant bibliography, Raymond 1950b, Rousseau 1950a).
- AO. 6. *Gaspé coast*. Surveyed by Fernald, Marie-Victorin and Rolland-Germain, Rousseau and others. (See mainly Fernald 1925, and Marie-Victorin 1929 and 1938, Scoggan 1950).

AO. 7. *Shikshok mountains*. Surveyed mainly by Fernald and also by Marie-Victorin, Rolland-Germain, Rousseau, Louis-Marie, Raymond, Wynne-Edwards and others. (See mainly Fernald 1925, and Marie-Victorin 1929 and 1938).

AO. 8. *St-Urbain mountains, Charlevoix county, Qué.* Surveyed by Rousseau, (see Rousseau 1931), Raymond & Kucyniak (Kucyniak 1947).

AO. 9. *Bic region, Rimouski county, Qué.* Surveyed by Fernald, Wynne-Edwards in 1935 and 1936, and more specially by Rousseau in 1926, 1927, and 1936. (See mainly Fernald 1925). Wynne-Edwards' and Rousseau' results are unpublished except for a few notes.

AO. 10. *Saint-Lawrence fresh water estuary*. Surveyed mainly by Marie-Victorin, Rolland-Germain, Rousseau (between 1924 and 1935), Fernald and Fassett. Abundant bibliography, but see mainly Marie-Victorin (1935) for a general view. To this section Rousseau (1933) applied first the notion of "sub-arctic outpost", changed later (Rousseau, 1950B), to that of "arctic outpost".

AO. 11. *Matapedia-Restigouche rivers*. Surveyed mainly by Rousseau (see Rousseau 1931).

AO. 12. *Twin islands, James bay*. Surveyed botanically by Margaret Douth (1935) who recognized there an arctic outpost. (See Douth 1935). Results unpublished.

AO. 13. *Mount Katahdin, mount Washington, and other sectors of Vermont*, (See mainly Fernald 1925).

AO. 14. *To some extent peat-bogs of the temperate zone*. (See mainly Raymond, 1950).

PHYTOGEOGRAPHICAL ASPECTS AND GLACIATION OF THE ARCTIC OUTPOSTS. Merritt L. Fernald (1925) in his classic work following many years of study in the field and in the herbarium, advanced in its definite form the theory that the center of the Shikshok mountains and other parts of northeastern America were not glaciated during the Wisconsin period. This was based in part upon the assumption that certain arctic-alpine plants were not reported from the center of Ungava, which is considered to be the center of the Labradorian ice-cap. Since the publication of Fernald's work, the botanical expeditions carried on in the area by Lepage & Dutilly, and Rousseau, have revealed the occurrence of so many of these plants that we are obliged to revise our notions. These aspects were already discussed by Rousseau (in the paper entitled "The value of botany as indicators of unglaciated areas"), with the following general conclusions.

In his paper of 1925, Fernald gives four lists of plants which are purported to be indicative of non-glaciation. The three first lists, numbering 236 entities in all, are those arctic plants which were found in the interior of Labrador

(i.e. Ungava) according to Fernald's belief. The fourth list contains the Cordilleran plants, numbering altogether 293 entities. (For various reasons, this last list should be reduced by about 40-45, leaving only some 250 species and varieties of Cordilleran plants in it). From Rousseau's work in the lake Mistassini area, the George river and later the Kogaluk and Payne rivers, more than 160 of Fernald's 236 arctic plants, were brought back. Of the remaining 250 cordilleran plants, approximately 80 were collected. Consequently, the following conclusions may be drawn; 1) That arctic species cannot be considered as indicators of non-glaciation. 2) The so-called Cordilleran plants could be partly arctic plants which vanished from the arctic for one reason or another, and therefore are of the same interpretative value as the ordinary arctic plants. As for the others, they could well be alpine plants which have not been able to establish themselves in the arctic for reasons given in the introduction to this article. 3) To explain the presence of arctic or alpine plants on supposed nunataks in eastern America there is another hypothesis, other than the nunatak theory. They could have taken shelter there during the presylvatic period — see Rousseau 1933 — (i.e. between the receding of the glacier and the forest invasion), after having traveled from the Canadian Rockies to the Gaspé peninsula, along the "arctic corridor" bordering the continental glacier. This theory could be referred to as the "post-glacial colonisation of alpine areas and arctic outposts". Although, in the actual state of our knowledge, the "nunatak hypothesis" or "persistence of plants in unglaciated areas of north-eastern American" may perhaps be retained as a working hypothesis, the theory of "post-glacial colonization of alpine areas and arctic outposts" (Rousseau 1950 b) seems more in accordance with the basic knowledge of the flora and quaternary geology of the country.

The author gladly mentions the kind co-operation received from his colleagues, mainly, Askell Löve, Bernard Boivin, J.-A. Calder, W. C. Dore, I. Hustich, the late James Kucyniak, John W. Marr, Nicholas Polunin, Erling Porsild, Marcel Raymond, brother Rolland-Germain, Ernest Rouleau, René Pomerleau, Francis Drouet, the late brother Irenée-Marie f.i.c., Gérard Gardner, Rev. Louis-Marie Lalonde, C. W. Dodge, Ruth Patrick, A. LeRoy Andrews, the late Prof. M. L. Fernald, Margaret Fulford, Seville Flowers, A. W. Evans, father Ernest Lepage, Prof. John-M. Crowley, Prof. G. Wilfrid Corrivault, Prof. Louis-Edmond Hamelin, director of the Centre d'Études Nordiques, Université Laval, Mme Isabelle Diaz, Mlle Louise Bouchard.

References

- ABBE, E. C., 1936. Botanical results of the Grenfell-Forbes Northern Labrador expedition, 1931. *Rhodora*, **38**: 102-161.
- ABRARD, René, et AUBERT DE LA RÛE, Edgar, 1949. Sur la présence du quaternaire marin fossilifère le long de la côte occidentale du Labrador. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **229**: 1249-1251.
- ASCHERSON, P. F. A., 1860. Nachtrag zur Flora von Labrador. *Flora*, **43**: 369-370.

- AUBERT DE LA RÛE, Edgar, 1948. Premiers résultats d'une traversée de la péninsule d'Ungava (Labrador Canadien). C. r. somm. Séanc. soc. géol. Fr., 8 nov. 1948: 271-272.
- AUBERT DE LA RÛE, Edgar, 1949. Quelques observations biogéographiques intéressant la péninsule d'Ungava (Labrador septentrional). C. r. somm. Séanc. soc. Biogéogr., **26**: 50-58.
- BÖCHER, Tyge, W., 1950. Contributions to the flora and plant geography of West Greenland. II. The *Carex capitata* —, the *Luzula multiflora* —, and the *Tortula humilis*-complexes. Meddr Grnland, **147** (7): 39 pp.
- BUTLER, S. R., 1870. Labrador plants. Can. Nat., n. s., **5**: 350-353.
- CAIN, R. F., 1956. Studies on coprophilous Ascomycetes. II. *Phæotrichum*, a new cleistocarpous genus in a new family, and its relationships. Can. J. Bot., **34**: 675-687.
- CAIN, R. F., 1957. Studies of coprophilous Ascomycetes. VI. Species from the Hudson Bay Area. Can. J. Bot., **35**: 255-268.
- CANADA, DEPARTMENT OF NATIONAL DEFENCE, 1949. Army Survey Establishment Canada: Mean annual temperature in degrees Fahrenheit four feet above ground. Drawn by The Geographical Bureau, Ottawa. (Annexed to *Arctic* 261).
- COLEMAN, A. F., 1922. La partie nord-est du Labrador et le Nouveau-Québec. Canada. Commission géol., Mémoire 124, 83 pp. 1922. Appendice 1: plantes recueillies par le professeur A. P. Coleman dans son excursion au Labrador, pendant l'été de 1915 et identifiées par R. B. Thomson et Norma Ford.
- COOKE, Alan, and CARON, Fabien. Bibliographie de la Péninsule du Québec-Labrador (Bibliography of the Québec-Labrador Peninsula) G. K. Hall & Co., Boston, Massachusetts. (In press).
- COUSINEAU, Jacques, 1955. Bibliographie du Nouveau-Québec. Publication **1**, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec, 321 pp.
- DANSEREAU, Pierre, and RAYMOND, Marcel, 1948. Botanical excursions in Québec Province: Montréal, Québec, Gaspé peninsula. Bull. Serv. Biogéog. (Montréal), No **2**, 24 pp., 1948.
- DELABARRE, E. B., 1901-1903. Report of the Brown-Harvard expedition to Nachwak, Labrador, in the year 1900. Bull. Geogr. Soc. Philadelphia, **2**: 65.
- DELABARRE, E. B., 1909. The Flora (of Labrador). Chapt. XVI (pp. 391-425) of Grenfell, Wilfred T., and others. Labrador, the country and people. New York (MacMillan), 497 pp.
- DOUTT, Margaret T., 1935. Twin island: an arctic outpost. The Carnegie Magazine, **9**: 195-200.
- DUMAN, M. G., 1941. The genus *Carex* in Eastern Arctic Canada. Cat. Univ. Am. Biol. Ser., **36**: 84 pp.
- DUTILLY, Arthème, 1963. Botanical exploration down the Swampy bay, the Kaniapiskau and the Koksoak rivers to Fort Chimo, Ungava Bay, Canada. Year Book of the American Philosophical Society, pp. 316-317.
- DUTILLY, Arthème, 1964. Hemi-arctic and subarctic vegetation along the Romaine River. Year Book of the American Philosophical Society, pp. 260-262.
- DUTILLY, Arthème, et LEPAGE, Ernest, 1945-1947. Coup d'œil sur la flore subarctique du Québec, de la baie James au lac Mistassini. Naturaliste can., **72**: 185-225, 226-288; **73**: 419-436; **74**: 43-60, 66-79, 177-189, 207-224, 250-273.
- DUTILLY, Arthème, et LEPAGE, Ernest, 1950. La traversée de l'Ungava en 1945. Naturaliste can., **77**: 136-181.

- DUTILLY, Arthème, et LEPAGE, Ernest, 1951. La traversée de l'Ungava en 1945. Liste annotée des plantes vasculaires. *Naturaliste can.*, **78**: 5-77.
- DUTILLY, Arthème, et LEPAGE, Ernest, 1962. Exploration botanique des rivières Swampy Bay et Kaniapiskau dans le bassin de la baie d'Ungava. *Naturaliste can.*, **89**: 293-329.
- DUTILLY, Arthème, et LEPAGE, Ernest, 1963. Contribution à la flore du versant sud de la baie James, Québec-Ontario. *Contrib. Arct. Inst. Cat. Univ. Am.*, No **12-F.**, 199 pp.
- DUTILLY, Arthème, et LEPAGE, Ernest, 1964. Randonnée botanique à travers la péninsule Québec-Labrador. *Naturaliste can.*, **91**: 197-240.
- DUTILLY, Arthème, LEPAGE, Ernest, et DUMAN, Maximilian, 1953. Contribution à la flore du bassin de la baie d'Ungava. *Contrib. Arct. Inst. Cat. Univ. Am.*, No **4-F.**, 104 pp.
- DUTILLY, Arthème, LEPAGE, Ernest, et DUMAN, Maximilian, 1954. Contribution à la flore du versant occidental de la baie James, Ontario. *Contrib. Arct. Inst. Cat. Univ. Am.*, No **5-F.**, 144 pp.
- DUTILLY, Arthème, LEPAGE, Ernest, et DUMAN, Maximilian, 1958. Contribution à la flore des îles (T. N. O.) et du versant oriental (Qué.) de la baie James. *Contrib. Arct. Inst. Cat. Univ. Am.*, No **9-F.**, 199 pp.
- FARLOW, W. G., 1879. List of Algæ collected at points in Cumberland Sound during the Autumn of 1877. *Bull. U. S. Nat. Mus.*, No **15**.
- FERNALD, M. L., 1911. A botanical expedition to Newfoundland and southern Labrador. *Rhodora*, **13**: 109-163.
- FERNALD, M. L., 1925. Persistence of plants in unglaciated areas of boreal America. *Mem. Am. Acad. Arts and Sci.*, **15** (3): 241-342.
- FERNALD, M. L., 1933. Recent discoveries in the Newfoundland flora. *Rhodora*, **35**: 1-16, 47-63, 80-107, 120-140, 161-185, 203-226, 230-247, 265-283, 298-315, 327-346, 364-386, 395-403.
- FERNALD, M. L., 1934. *Draba* in temperate Northeastern America. *Rhodora*, **36**: 241-261.
- FERNALD, M. L. and SORNBORGER, J. D., 1899. Some recent additions to the Labrador flora. *Ottawa Naturalist*, **13**: 89-107.
- FLAHERTY, Robert J. 1918. Two traverses across Ungava peninsula, Labrador. *Geogr. Rev.*, **6** (2): 116-132.
- GADBOIS, Pierre, 1949. De la baie d'Hudson à la baie d'Ungava. *L'Actualité économique* (Montréal), **25**: 300-322.
- GARDNER, Gérard, 1937. Liste annotée des espèces de ptéridophytes, de phanérogames et d'algues récoltées sur la côte du Labrador, à la baie d'Hudson et dans le Manitoba nord, en 1930 et 1935. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **84**: 33 pp. (tirage à part).
- GARDNER, Gérard, 1946. Liste des plantes récoltées sur la côte du Labrador et régions limitrophes. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **93**: 38 pp. (tirage à part).
- GILET, J. M., 1954. A plant collection from the Mealy mountains Labrador, Canada. *Can. field Nat.*, **68**: 118-122.
- HALLIDAY, W. E. D., 1937. A forest classification for Canada. Canada, Dep. Mines and Resources, Forest Service, Bull., **89**: 50 pp.
- HANTZSCH, Bernhard, 1909. Verzeichnis einer Anzahl in nordostlichsten Labrador gesammelter Pflanzenarten. *Mitt. Ver. Erdk. Dresden*, **1** (8): 220-222. English translation in *Can. Field Nat.*, **45**: 173-174. 1931.

- HARSHBERGER, John, 1911. Phytogeographical survey of North America. Vol. XIII of *Das Vegetation Der Erde*. Leipzig and New York. 720 pp.
- HARE, F. Kenneth, 1950. Climate and zonal divisions of the boreal forest formation in Eastern Canada. *Geogr. Rev.*, **40**: 615-635.
- HARE, F. Kenneth, 1959. A photo reconnaissance survey of Labrador-Ungava. *Geogr. branch, Mines and Technical Surveys, Memoir* **6**, Ottawa, 83 pp.
- HARE, F. Kenneth, and TAYLOR, Reginald G., 1956. The position of certain forest boundaries in Southern Labrador-Ungava. *Geogr. Bull.*, **8**: 51-73.
- HOPKINS, D. M., and SIGAFOOS, R. S., 1951. Frost action and vegetation patterns on Seward peninsula, Alaska, U. S. A. *Geol. Survey Bull.*, **974-c**: 101 pp.
- HUBBARD JR, Mrs Leonidas, 1906. Labrador, from lake Melville to Ungava Bay. *Bull. Am. Geogr. Soc.*, **38**: 529-539.
- HUBBARD, Mrs Leonidas, 1908. A woman's way through unkonwn Labrador. Toronto (William Briggs), 338 pp.
- HULTEN, Eric., 1937. Outline of the history of arctic and boreal biota during the quaternary period. Their evolution during and after the glacial period as indicated by the equiformal progressive areas of present plant species. *Bokforlags Aktiebolaget Thule*. Stockholm. 68 pp.
- HUSTICH, Ilmari, 1939. Notes on the coniferous forest and tree limit on the East coast of Newfoundland-Labrador, including a comparison between the coniferous forest limit on Labrador and in northern Europe. *Acta Geogr.*, **7** (1): [5]-77.
- HUSTICH, Ilmari, 1949a. On the correlation between growth and the recent climatic fluctuations in Glaciers and climate, dedicated to Hans Wson Ahlmann. *Geogr. Annlr.*, **31**: 90-105
- HUSTICH, Ilmari, 1949b. Phytogeographical regions of Labrador. *Arctic*, **2**: 36-43.
- HUSTICH, Ilmari, 1949c. On the forest geography of the Labrador peninsula. A preliminary synthesis. *Acta Geogr.*, **10** (2): [3]-63.
- HUSTICH, Ilmari, 1950. Notes on the forests on the East coast of Hudson Bay and James Bay. *Acta Geogr.*, **11**: (1) [3]-83.
- HUSTICH, Ilmari, 1951a. Forest-botanical notes from Knob lake area in the interior of Labrador peninsula. *Ann. Rept. Nat. Mus. (Canada) for the fiscal year 1949-1950*, pp. 166-217.
- HUSTICH, Ilmari, 1951b. The lichen woodlands in Labrador and their importance as winter pastures for domesticated reindeer. *Acta geogr.*, **12**: (1): [3]-48.
- HUSTICH, Ilmari, 1952. The boreal limits of the Conifers. *Arctic*, **6** (2): 149-162.
- HUSTICH, Ilmari, 1954. On forests and tree growth in the Knob lake area, Quebec-Labrador peninsula. *Acta geogr.*, **13** (1): [3]-60.
- HUSTICH, Ilmari, 1955. Forest-botanical notes from the Moose river area, Ontario, Canada. *Acta geogr.*, **13** (2): [3]-50.
- HUSTICH, Ilmari, 1956. Correlation of Tree-ring chronologies of Alaska, Labrador and Northern Europe. *Acta geogr.*, **15**: [3]-26.
- HUSTICH, Ilmari, 1957. On the phytogeography of the subarctic Hudson Bay Lowland. *Acta geogr.*, **16** (1): [3]-48.

- HUSTICH, Ilmari, and PETTERSSON, Bro., 1944. Notes on vascular plants of the East coast of Newfoundland-Labrador. I. Preliminary list of plants. Memo. Soc. Fauna Flora fenn., **19**: 192-200.
- HUSTICH, Ilmari, and PETTERSSON, Bro., 1945. Notes on vascular plants of the East coast of Newfoundland-Labrador. II. Memo. Soc. Fauna Flora fenn., **20**: 24-46.
- JENNESS, J. L., 1949. M. Permafrost in Canada; its distribution and approximate southern limit (map) Arctic, **2** (1): inserted after page 76.
- KEW ROYAL BOTANICAL GARDENS, 1907. Plants from Labrador. Bull. Misc. Inform., pp. 76-88.
- KINDLE, E. M., 1924. Geography and geology of lake Melville district, Labrador peninsula. Canada, Geol. Surv. Mem., **141**, Ottawa, 88 pp.
- KUCYNIK, James, 1947. A bryophyte flora of interest on Lac des Cygnes mountain, Quebec. Bryologist, **50**: 327-350.
- KUCYNIK, James, 1949. A list of Bryophytes collected in the George River District, Quebec. Bryologist, **52**: 173-187.
- KUCYNIK, James, 1951. Le genre Splachnum dans le Québec. Rev. bryol. et lichén., **20**: 38 pp.
- LEANDRI, J., 1948. Les tourbières et leur étude. La Terre et la Vie, **95**: 161-199.
- LEPAGE, Ernest, 1945. The lichen and bryophyte flora from James Bay up to lake Mistassini. Bryologist, **48**: 172-186.
- LEPAGE, Ernest, 1946. Variations taxonomiques de trois espèces laurentiennes. Naturaliste can., **73**: 5-16.
- LEPAGE, Ernest, 1946. Regards sur la forêt du Nouveau-Québec. La Forêt Québécoise, **11**: 123-131.
- LEPAGE, Ernest, 1950. Une variété nouvelle de l'*Alnus crispa* (Ait.) Pursh. Naturaliste can., **77**: 44-46.
- LEPAGE, Ernest, 1950. Variations mineures de quelques plantes du Nord-est du Canada et de l'Alaska. Naturaliste can., **77**: 228-231.
- LEPAGE, Ernest, 1951. New and noteworthy plants in the flora of Alaska. Am. Midl. Nat., **46**: 754-759.
- LEPAGE, Ernest, 1951. Entités nouvelles dans la flore du Québec. Naturaliste can., **78**: 341-352.
- LEPAGE, Ernest, 1952a. Les *Betula* de la série *Humiles* D. J. Koch et description d'un nouvel hybride. Naturaliste can., **79**: 121-126.
- LEPAGE, Ernest, 1952b. Études sur quelques plantes américaines. Naturaliste can., **79**: 177-184.
- LEPAGE, Ernest, 1952c. Études sur quelques plantes américaines. I. Hybrides intergénériques. *Agrohordeum* et *Agræolymus*. Naturaliste can., **79**: 241-266.
- LEPAGE, Ernest, 1953d. Materials for a better knowledge of the hepatic flora of Northern Quebec. Bryologist, **56**: 101-115.
- LEPAGE, Ernest, 1953b. Nouvelles notes sur les hybrides de Graminées. Naturaliste can., **80**: 189-199.
- LEPAGE, Ernest, 1953c. Another color form of *Epilobium latifolium* L. Rhodora, **55**: 268.

- LEPAGE, Ernest, 1954a. Études sur quelques plantes américaines. III. *Naturaliste can.*, **81**: 59-68.
- LEPAGE, Ernest, 1954b. Nouveautés dans la flore de la baie James. *Naturaliste can.*, **81**: 255-261.
- LEPAGE, Ernest, 1955a. Nouvelles formes du *Cornus canadensis* L. et du *Pontederia cordata* L., *Naturaliste can.*, **82**: 99-102.
- LEPAGE, Ernest, 1955b. Quelques taxa nouveaux dans la flore néo-québécoise. *Naturaliste can.*, **82**: 189-193.
- LEPAGE, Ernest, 1955. La découverte d'un nouveau chalef au Témiscamingue. *Naturaliste can.*, **82**: déc. 5 pp.
- LEPAGE, Ernest, 1956. Études sur quelques plantes américaines. IV. *Carex* hybrides. *Naturaliste can.*, **83**: 105-156.
- LEPAGE, Ernest, 1957a. Études sur quelques plantes américaines. V. *Naturaliste can.*, **84**: 37-62.
- LEPAGE, Ernest, 1957b. Études sur quelques plantes américaines. VI. *Naturaliste can.*, **84**: 89-103.
- LEPAGE, Ernest, 1958a. *Hieracium ungavense*, endémique de l'Ungava. *Naturaliste can.*, **85**: 15-20.
- LEPAGE, Ernest, 1958b. Études sur quelques *Hieracia*. *Naturaliste can.*, **85**: 81-83.
- LEPAGE, Ernest, 1958c. Études sur quelques plantes américaines. VII. *Naturaliste can.*, **85**: 100-104.
- LEPAGE, Ernest, 1958d. Premier supplément au catalogue des Lichens du Québec. *Naturaliste can.*, **85**: 169-198.
- LEPAGE, Ernest, 1958e. En canot, de Senneterre à la baie James. *Rev. can. Géogr.*, **12**: 151-157.
- LEPAGE, Ernest, 1959. Études sur quelques plantes américaines. VIII. *Naturaliste can.*, **86**: 67-72.
- LEPAGE, Ernest, 1960a. Premier supplément au catalogue des Hépatiques du Québec. *Naturaliste can.*, **87**: 181-203.
- LEPAGE, Ernest, 1960b. *Hieracium canadense* Michx et ses alliés en Amérique du nord. *Naturaliste can.*, **87**: 59-107.
- LEPAGE, Ernest, 1961. Études sur quelques plantes américaines. IX. *Naturaliste can.*, **88**: 43-51.
- LEPAGE, Ernest, 1962a. Notules botaniques. *Naturaliste can.*, **89**: 75-79.
- LEPAGE, Ernest, 1962b. Nouveautés dans la flore du bassin de la baie d'Ungava, Québec. *Naturaliste can.*, **89**: 113-119.
- LEPAGE, Ernest, 1964. Hybrides nouveaux dans les genres *Carex* et *Salix*. *Naturaliste can.*, **91**: 165-174.
- LÖVE, Askill, 1954a. Cytotaxonomical remarks on some American species of circumpolar taxa. *Svensk bot. Tidskr.*, **48**: 211-232.
- LÖVE, Askill, 1954b. Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa. *Vegetatio*, **56**: 212-224.
- LÖVE, Askill, 1955. Biosystematic remarks on vicarism. *Acta zool. bot. fenn. Vanamo*, **72** (15): 1-14.

- LÖVE, Askill, 1957. Heat tolerance of *Kœnigia islandica*. Bot. Notiser, **110**: 418-481.
- LÖVE, Askill, 1959. Origin of the arctic flora. Publications of the McGill University Museum, **1**: 82-95.
- LÖVE, Askill, 1960a. Biosystematics and classification of apomicts. Repertorium nov. Spec. Regni veg. Feddes Repertorium, **62**: 136-148.
- LÖVE, Askill, 1960b. A Taxonomy and chromosomes, a reiteration. Repertorium nov. Spec. Regni veg. Feddes Repertorium, **62**: 192-202.
- LÖVE, Askill, 1961. Some notes on *Myriophyllum spicatum*. Rhodora, **63**: 139-145.
- LÖVE, Askill, 1962a. Typification of *Papaver radicans*, a nomenclatural detective story. Bot. Notiser, **115**: 113-136.
- LÖVE, Askill, 1962b. Nomenclature of North Atlantic *Papaver*. Taxon, **11**: 132-138.
- LÖVE, Askill, 1962c. Cytotaxonomy of the *Isoetes echinospora* complex. Am. Fern. J., **52**: 113-123.
- LÖVE, Askill, 1963a. Introduction. North Atlantic Biota and their History. Edited by Askill Löve and Doris Löve, The Macmillan Co. New York. pp. XI-XII.
- LÖVE, Askill, 1963b. Conclusions. North Atlantic Biota and their History. Edited by Askill Löve and Doris Löve, The Macmillan Co. New York. pp. 391-397.
- LÖVE, Askill, 1964. The biological species concept and its evolutionary structure. Taxon, **13**: 33-45.
- LÖVE, Askill, 1965. The evolutionary framework of the biological species concepts. Genetics Today, **2**: 409-414.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1954. Cytotaxonomical studies on the northern bedstraw. Am. Midl. Nat., **52**: 88-105.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1956a. Cytotaxonomical prospectus of the Icelandic flora. Acta Horti Gothoburg., **20**: 65-291.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1956b. Chromosomes and taxonomy of eastern North American *Polygonum*. Can. J. Bot., **34**: 501-521.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1957a. *Rumex thyrsoiflorus* en Amérique du Nord. Anns ACFAS., **23**: 99.
- LÖVE, Adkell, and LÖVE, Doris, 1957b. *Rumex thyrsoiflorus*, new to North America. Rhodora, **59**: 1-5.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1957c. Arctic polyploidy. Proc. Genet. Soc. Can., **2**: 23-27.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1958a. The American element in the flora British Isles. Bot. Notiser, **111**: 376-388.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1958b. An unusual polyploid series in *Triglochin maritimum* agg. Proc. Genet. Soc. Can., **3** (2): 19-21.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1958c. Cytotaxonomy and classification of Lycopods. Nucleus, Calcuta, **1**: 1-10.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1958d. Biosystematics of *Triglochin maritimum* agg. Naturaliste can., **85**: 156-165.

- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1959a. Biosystématique de l'espèce *Triglochin maritimum* sensu lato. *Annls ACFAS*, **24**: 83.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1959b. Biosystematics of the black crowberries in America. *Can. J. Genet. Cytol.*, **1**: 34-38.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1960. Sur la position taxonomique de l'*Empetrum atropurpureum*. *Annls ACFAS*, **26**: 78-79.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1961a. Some nomenclatural changes in the European flora. I. Species and supraspecific categories. *Bot. Notiser*, **114**: 33-47.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1961b. Some nomenclatural changes in the European flora. II. Subspecific categories. *Bot. Notiser*, **114**: 48-56.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1963. North Atlantic Biota and their History. Pergamon Press. Oxford. I-XXI, 1i 430 pp.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1964. The North Atlantic flora. Its history and late evolution. Tenth International Botanical Congress (Edinburgh), Abstracts: 139-140.
- LÖVE, Askill, and LÖVE, Doris, 1965. Taxonomy remarks on some American alpine plants. University of Colorado Studies. Ser. in Biology, **17**: 1-43.
- LÖVE, Askill and LÖVE, Doris, 1966. Cytotaxonomy of the alpine vascular plants of Mount-Washington. University of Colorado Studies. Ser. in Biology, **24**: 1-74.
- LÖVE, Askill, LÖVE, Doris, and RAYMOND, Marcel, 1957. Cytotaxonomy of *Carex* section *Capillares*. *Can. J. Bot.*, **35**: 715-761.
- LÖVE, Askill, and CHENNAVEERAIAH, M. S., 1959. Cytotaxonomy of *Cerastium holosteoides*. *Phyton*, **8**: 38-43.
- LÖVE, Askill, and RITCHIE, James, 1966. Chromosome numbers from central northern Canada, *Can. J. Bot.*, **44**: 429-439.
- LÖVE, Askill, and SARKAR, Nina, 1956. Cytotaxonomy and sex determination of *Rumex paucifolius*. *Can. J. Bot.*, **34**: 261-268.
- LÖVE, Askill, and SARKAR, Priyabrata, 1957. Chromosomes and relationships of *Koenigia islandica*. *Can. J. Bot.*, **35**: 507-514.
- LÖVE, Doris, 1960. The red-fruited crowberries in North Americana. *Rhodora*, **62**: 265-292.
- LÖVE, Doris, 1962. Plants and Pleistocene. *Publ. McGill Univ. Mus.*, **2**: 17-39.
- LÖVE, Doris, and BOSCAIU, N., 1966. *Vaccinium gaultherioides* Bigel., an arctic-alpine species. *Revue roum. biol., sér. Bot.*, **11**: 295-305.
- LÖVE, Doris, KUCYNIK, J., and JOHNSTON, G., 1958. A plant collection from interior Quebec. *Naturaliste Can.*, **85**: 25-69.
- LÖVE, Doris, and LIETH, H., 1961. *Triglochin gaspense*, a new species of arrowgrass. *Can. J. Bot.*, **39**: 1261-1272.
- Low, A. P., 1887. Report on exploration in James Bay and country east of Hudson Bay, drained by the Big, Great Whale and Clearwater rivers. 94 pp., Part. *J. Ann. Rep. Geol. Nat. Hist. Surv. Canada*, Vol. 3.
- Low, A. P., 1896. Report on exploration in the Labrador peninsula along East Main, Koksoak, Hamilton, Manicouagan and portions of other rivers in 1892-93-94-95. 387 pp., Part L., *Ann. Rep. Geol. Surv. Canada*, Vol. 8i

- Low, A. P., 1900. Report on an exploration of the East Coast of Hudson Bay from cape Wolstenholme to the south end of James Bay. 84 pp., Part D. Ann. Rep. Geol. Surv. Canada. New Sen., Vol. 13.
- MACKAY, A. H., 1903. Labrador plants. Proc. and Trans. Nova Scotia Inst. Sci., **10**: 507-508.
- MACOUN, James, M., 1885. List of plants collected at Lake Mistassini, Rupert river and Rupert House. Appendix II of: Low, A. P., Report of the Mistassini expedition, 1884-85, pp. 36d-44d. Canada Geol. Surv.
- MACOUN, James, M., 1889. List of the plants collected on the Rupert and Moose rivers, along the shores of James Bay and on the islands in James Bay. Appendix I, Part J. Ann. Rep. Geol. Surv. 1887 pp. 63j-74j.
- MACOUN, James, M., 1891. Catalogue of the plants reported by various travellers and others as growing on the coast of Labrador. In: Packard, A. S., The Labrador coast, pp. 451-474. New York, London.
- MACOUN, James, M., 1896. List of plants known to occur on the coast and in the interior of the Labrador peninsula. Appendix VI of: Low, A. P. 1896, pp. 353L-356L.
- MARIE-VICTORIN, F., 1929. Le dynamisme dans la flore du Québec. Contrib. Lab. Bot. Univ. Montréal, **13**: 89 pp.
- MARIE-VICTORIN, F., 1935. Flore Laurentienne. Imprimerie de La Salle, Montréal, 917 pp.
- MARIE-VICTORIN, F., 1938. Phytogeographical problems of Eastern America. Am. Midl. Nat., **19**: 489-558.
- MARIE-VICTORIN, F., ROUSSEAU, Jacques, 1940. Nouvelles entités de la flore phanérogame du Canada oriental. Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal, **36**: 74 pp.
- MARR, John, W., 1948. Ecology of the forest-tundra ecotone on the east coast of Hudson Bay. Ecol. monogr., **18**: 117-144.
- MERRIAM, C. Hart, 1893. The geographic distribution of life in North America with special reference to the mammalia. Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, pp. 365-415. Washington.
- MEYER, E. H. F., 1830. De plantis labradoricis libri tres. XXII: 218 pp. Leipzig.
- MICHAUX, André, see Sargent, C. S.
- PACKARD, A. S., see Macoun, James, 1891.
- PANISSET, Maurice, 1951. Notes sur quelques lichens antibiotiques de la province de Québec. Aspect microbiologique. Revue canadienne de Biologie, 10 (No 2): 182. Mai 1951.
- POLUNIN, Nicholas, 1932. The isle of auks. 253 pp. London.
- POLUNIN, Nicholas, 1940. Botany of the Canadian Eastern Arctic. I. Canada Department of Mines and Resources. Nat. Mus. Can. Bull., **92**: 408 pp.
- POLUNIN, Nicholas, 1947. Botany of the Canadian Eastern Arctic. II. Canada Department of Mines and Resources. Nat. Mus. Can. Bull., **97**: 573 pp.
- POLUNIN, Nicholas, 1948. Botany of the Canadian Eastern Arctic. III. Canada Department of Mines and Resources. Nat. Mus. Can. Bull., **104**: 304 pp.
- POLUNIN, Nicholas, 1949a. Arctic unfolding. 348 pp. Hutchinson & Co. London.
- POLUNIN, Nicholas, 1949b. Report on botanical explorations in Arctic America. Arctic, **2** (1): 45-55.

- POLUNIN, Nicholas, 1959. Circumpolar Arctic Flora. 514 pp. Oxford.
- PORSILD, A. E., 1938. Earth mounds in unglaciated Arctic Northwestern America. Geogr. Rev. New York, **28**: 46-58.
- PORSILD, A. E., 1945. Emergency food in Arctic Canada. Nat. Mus. Can. Special contribution 45-1. Mimeographed, 20 pp.
- PORSILD, A. E., 1949. A new *Antennaria* from Northern Ungava. Can. Field Nat., **63**: 80-81.
- POTTER, David, 1932. Botanical evidence of post-pleistocene marine connection between Hudson Bay and the St. Lawrence basin. *Rhodora*, **34**: 69-89; 101-112.
- POTTER, David, 1934. Plants collected in the southern region of James Bay. *Rhodora*, **36**: 274-284.
- RAUP, Hugh, M., 1941. Botanical problems in boreal America. Bot. Rev., **7**: 148-248.
- RAYMOND, Marcel, 1949a. La carte de distribution de *Carex stylosa* C. A. Meyer. *Annls ACFAS*, **15**: 101-104.
- RAYMOND, Marcel, 1949b. Quel est l'habitat de l'*Heracleum lanatum*? *Annls ACFAS*, **15**: 118-120.
- RAYMOND, Marcel, 1950a. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. de Montréal*, **5**: 148 pp.
- RAYMOND, Marcel, 1950b. Quelques entités mineures nouvelles de la flore du Québec. *Naturaliste Can.*, **77**: 55-71.
- RAYMOND, Marcel, 1950c. Les Cypéracées de l'île Anticosti. I. *Carex* et *Kobresia*. *Can. J. Res., sect. C.*, **28**: 406-444.
- RAYMOND, Marcel, 1950d. Histoire et distribution de *Carex Williamsii*. *Naturaliste Can.*, **77**: 222-227.
- RITCHIE, M. M., [and ROUSSEAU, Jacques], 1949. Reconnaissance along George River, New Quebec (Ungava). pp. 20-21 of the Mining industry of the province of Quebec in 1947. Quebec, Dept. of Mines.
- ROULEAU, Ernest, 1949. Enumeratio plantarum vascularum Terræ-Novæ. *Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal*, **64**: 61-83.
- ROUSSEAU, Jacques, 1931. I. Études floristiques sur la région de Matapédia (Québec). II. Notes sur la flore de Saint-Urbain, cté de Charlevoix (Québec). *Mus. Nat. Canada, Bull.*, **66**: 36 pp.
- ROUSSEAU, Jacques, 1933. Les *Astragalus* du Québec et leurs alliés immédiats. *Contrib. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **24**: 66 pp.
- ROUSSEAU, Jacques, 1942. Additions à la flore de l'île d'Anticosti. *Naturaliste can.*, **69**: 97-122.
- ROUSSEAU, Jacques, 1944. Deux nouveaux *Astragalus* du Québec. *Naturaliste can.*, **71**: 5-14.
- ROUSSEAU, Jacques, 1948a. The vegetation and life zones of George river, Eastern Ungava, and the welfare of the natives. *Arctic*, **1** (2): 93-96.
- ROUSSEAU, Jacques, 1948b. By canœ across the Ungava peninsula via the Kogaluk and Payne rivers. *Arctic*, **1** (2): 133-135.
- ROUSSEAU, Jacques, 1948c. Bataille de sextants autour du lac Mistassini. *Action Universitaire*, **14**: 99-116.

- ROUSSEAU, Jacques, 1948d. Le voyage d'André Michaux au lac Mistassini en 1792. *Rev. Hist. Amérique Française*, **2**: 390-423.
- ROUSSEAU, Jacques, 1948e. Notes sommaires pour servir à l'étude minéralogique et géologique de la rivière George, Ungava oriental. Rapport manuscrit, 105 pp. Commission géologique, Québec.
- ROUSSEAU, Jacques, 1949a. A travers l'Ungava. *Actual. écon. (Montréal)*, **25**: 83-131.
- ROUSSEAU, Jacques, 1949b. Modifications de la surface de la toundra sous l'action d'agents climatiques. *Rev. can. Géogr.*, **3**: 43-51.
- ROUSSEAU, Jacques, 1949c. La zone hémiarctique. *Proc. Trans. Roy. Soc. Canada, (Ser. 3)* **43** (App. F.): 246.
- ROUSSEAU, Jacques, 1950a. Toundra. *Liaison*, **4**: 31-35.
- ROUSSEAU, Jacques, 1950b. Cheminement botaniques à travers Anticosti. *Can. J. Res. (Ottawa)*, **28**: 225-272.
- ROUSSEAU, Jacques, 1951. Notes sur quelques lichens antibiotiques de la province de Québec. Aspect écologique et phytogéographique. *Revue canadienne de Biologie*, **10** (No 2): 181-182. Mai 1951.
- ROUSSEAU, Jacques, 1952. Les zones biologiques de la péninsule Québec-Labrador et l'hémiarctique. *Can. J. Bot.*, **30**: 436-474.
- ROUSSEAU, Jacques, 1953. The value of botany as indicator of unglaciated areas, Seventh Pacific Science Congress, vol. **5**, 8 pp., Wellington, New Zealand.
- ROUSSEAU, Jacques, 1954-1955. Essai bibliographique sur la région du lac Mistassini. Ronéotypé, 155 pp., Montréal.
- ROUSSEAU, Jacques, 1957a. Nouvelles entités botaniques de l'enclave dolomitique du lac Mistassini, Province de Québec. *Bull. Jard. Bot. de l'État (volume jubilaire Walter Robyns)*, vol. **27** (fasc. 3): 369-379.
- ROUSSEAU, Jacques, 1957b. L'Indien de la forêt boréale, élément de la formation écologique. *Royal Society of Canada, Studia varia*, pp. 37-51.
- ROUSSEAU, Jacques, 1961a. La zonation latitudinale dans la péninsule Québec-Labrador. École Pratique des Hautes Études (Sorbonne). Centre d'Études Arctiques et Antarctiques. *Contribution*, **1**, 64 pp.
- ROUSSEAU, Jacques, 1961b. La trame forestière de l'histoire canadienne. *Cahiers des Dix*, **26**: 17-54.
- ROUSSEAU, Jacques, 1963. Des naturalistes à la découverte du Canada au XIX siècle. *Cahiers des Dix*, **28**: 179-208.
- ROUSSEAU, Jacques, 1964a. Aperçu biogéographique des régions nordiques du Québec. Université Laval. Cours télévisés. *Géographie*. 65 pp. ronéotypé.
- ROUSSEAU, Jacques, 1964b. Coupe biogéographique et ethnobiologique de la péninsule Québec-Labrador. in: *Le Nouveau-Québec. Contribution à l'étude de l'occupation humaine. École pratique des Hautes Études (Sorbonne). Bibliothèque arctique et antarctique*, **2**: 29-94.
- ROUSSEAU, Jacques, 1966. La flore de la rivière George, Nouveau-Québec. *Naturaliste can.*, **93**: 11-60.
- ROUSSEAU, Jacques, and RAYMOND, Marcel, 1950. *Betula Michauxii* Spach in Northeastern America. *Rhodora*, **52**: 27-32.

- ROUSSEAU, Jacques, et RAYMOND, Marcel, 1951. Un Agoseris nouveau pour l'est de l'Amérique du nord. *Naturaliste can.*, **78**: 353-360.
- ROUSSEAU, Jacques, et RAYMOND, Marcel, 1952. Quelques entités nouvelles du nord du Québec. *Naturaliste can.*, **79**: 81-84.
- ROUSSEAU, Jacques, and RAYMOND, Marcel, 1955. The flora of Chubb crater. *J. Fish. Res. Br. Canada*, **12**: 496-498.
- ROUSSEAU, Jacques, et ROULEAU, Ernest. La flore du lac Mistassini. (For publication).
- ROUSSEAU, Jacques, WYNNE-EDWARDS, V. C., et DANSEREAU, Pierre Mackay, 1937. Quelques additions à la flore du Bic. *Annales l'ACFAS*, **3**: 95.
- SARGENT, C. S. 1888. Journal of André Michaux, 1787-1796, with an introduction and notes by Charles Sprague Sargent. *Proc. Am. Phil. Soc.*, **26**: 145 pp.
- SCHLECTENDAL, D. F. L. von, 1836. Ueber die Flora von Labrador. *Linnæa*, **10**: 76-114.
- SCOGGAN, H. J., 1950. The flora of Bic and Gaspé peninsula, Québec. *Nat. Mus. Canada, Bull.*, **115** (Biol. Ser. 39); 399 p.
- ST-JOHN, Harold, 1922. A botanical exploration of the North shore of the gulf of St. Lawrence. *Canada, Victoria Mus. Mem.*, **126**: 130 pp.
- STEARNS, Winfred Alden, 1884. Labrador. A sketch of its people, its industries and its natural history. Boston, 295 pp.
- STEIN, Robert, 1909. Bernhard Hantzsch's notes on Northeastern Labrador. *Bull. Am. Geogr. Soc.*, **41**: 566-575.
- TANNER, V., 1947. Outlines of the geography, life & customs of Newfoundland Labrador. Cambridge University Press, 2 vol.
- TODD, W. E. Clyde, 1945. Ungava and the barren grounds. *Carnegie Magazine*, pp. 165-170.
- TURNER, Lucien, M., 1887. The physical and zoological character of the Ungava district, Labrador. *Trans. Roy. Soc. Canada*, **4** (Sect. 5): 79-83.
- TURNER, Lucien, 1894. Ethnology of the Ungava district, Hudson bay territories. Smithsonian Institution, Eleventh annual Rep. Bur. Eth., pp. 167-350.
- VILLENEUVE, G. Oscar, 1948. Aperçu climatique du Québec. Ministère des terres et forêts (Québec). *Bull.*, **10**: 25 pp.
- WALLACE, Dillon, 1907. The long Labrador trail, 315 pp. The Outing publication Co. New York. (Interesting specially on account of the Leonidas Hubbard diary included. The first part was based for a great part on that diary. The authorship should be Hubbard, Leonidas, and Wallace, Dillon).
- WETMORE, R. H., 1923. Plants of the Hamilton Inlet and Lake Melville region, Labrador. *Rhodora*, **25**: 4-12.
- WENNER, Carl-Gösta, 1947. Pollen diagrams from Labrador. A contribution to the quaternary geology of Newfoundland-Labrador, with comparisons between North America and Europe. *Geogr. Annlr (Stockholm)*, **29**: 137-373.
- WHEELER, 2nd, E. R., 1938. Topographical notes on a Journey across Labrador. *The Geogr. Rev.*, **28**: 475-481.
- WOODWORTH, R. H., 1927. Interesting plants of Northern Labrador. *Rhodora*, **29**: 54-57.
- WYNNE-EDWARDS, V. C., 1937. Isolated arctic-alpine floras in Eastern North America: a discussion of their glacial and recent history. *Trans. Roy. Soc. Canada, Ser. 3, vol. 31, Sect. V*: 1-26.
- WYNNE-EDWARDS, V. C., 1939. Some factors in the isolation of rare alpine plants. *Trans. Roy. Soc. Canada, Ser. 3, Vol., 33, Sect. V*: 1-7.

UN SPECTRE POLLINIQUE TYPE DE LA SAPINIÈRE A BOULEAU BLANC POUR LA FORÊT MONTMORENCY

PIERRE RICHARD

*Faculté de Foresterie et de Géodésie
Université Laval, Québec*

Résumé

Des recherches sur la pluie sporopollinique ont été poursuivies dans la forêt expérimentale Montmorency de l'Université Laval durant l'été de 1966. Cette forêt est située à 50 milles au nord de la ville de Québec, dans le domaine climacique de la sapinière à bouleau blanc.

L'analyse des pollens et des spores emprisonnés dans des coussinets de sphaigne, conduite parallèlement à une étude de la végétation locale et régionale, a permis l'appréciation de la méthode employée et l'établissement d'un spectre pollinique type pour la forêt Montmorency.

Les résultats obtenus laissent entrevoir la possibilité d'établir des spectres types semblables pour chacun des domaines climaciques du Québec. Ces spectres permettraient une interprétation écologique des résultats d'analyse pollinique des tourbes postglaciaires.

Abstract

The pollen rain of Montmorency Experimental Forest has been studied during the summer 1966. This forest is located 50 miles north of Quebec City, in the Balsam fir-White birch climax domain.

The results of the pollen and spore analysis of *Sphagnum* moss cushions have been compared to a local and regional phytosociological survey of the vegetation. It led to an evaluation of the method employed and the establishment of a type pollen spectrum for the Montmorency forest.

The present study indicates the possibility of a palynological definition of the vegetation of a climax domain by means of type pollen spectra. Such spectra would allow a real ecological interpretation of the results of post-glacial peat analysis.

Introduction

De tous temps, les palynologues ont été d'accord pour dire que les résultats d'analyse polliniques ne sont pas directement applicables, mais qu'ils doivent être interprétés à la lumière de considérations d'ordres divers. Davis (1963) dans une revue historique de la théorie de l'analyse pollinique montre que, déjà en 1916, Lennart von Post se préoccupait de connaître la vraie correspondance entre les spectres polliniques et la végétation. Plus tard, Erdtman

(1943) et Fægri et Iversen (1950, 1964) ont consacré cette façon de voir. Avec eux, plusieurs auteurs se sont penchés sur le problème et, en Europe, les travaux de Mullenders (1962), de Heim (1963) et de Bastin (1964) notamment, y ont été consacrés. En Amérique, Carroll (1943) a fait office de pionnier dans ce domaine alors que tout récemment Davis et Goodlett (1960), Benninghoff (1960), Potter et Rowley (1960) et Kapp (1961), entre autres, ont apporté leur contribution à la connaissance des relations entre la végétation et la pluie pollinique.

Les facteurs qui influent sur la valeur des résultats d'analyse sont, d'après Fagerlind (1952), de trois ordres: (1) ceux qui amènent des erreurs à partir de la dispersion des pollens jusqu'à leur sédimentation, en incluant la conservation; (2) ceux qui amènent des erreurs lors de l'échantillonnage sur le terrain; et (3) ceux qui introduisent des erreurs lors de l'analyse en laboratoire.

Les erreurs ou déviations dues aux deux derniers groupes peuvent être considérées comme négligeables car elles peuvent être minimisées par une meilleure méthode et soumises à l'analyse statistique rigoureuse, ce qui permet de les connaître avec plus de précision; ce ne sont donc pas celles-là qui font l'objet de notre étude. Nous examinerons plutôt les facteurs du premier groupe.

Quels sont ces facteurs ?

C'est tout d'abord, selon Anseau (1964), le taux de dissémination des pollens des différentes espèces, qui est fonction de la production relative des espèces en pollen, du pouvoir de transport et de la vitesse de sédimentation variables selon les espèces, des conditions météorologiques du moment de l'anthèse, etc. C'est, ensuite, la résistance différentielle des espèces aux agents destructeurs. C'est, enfin, la stabilité des sédiments qui reçoivent le pollen, l'analyse étant strictement stratigraphique. Ajoutons encore les variations locales dans la distribution des espèces ainsi que le choix du mode de représentation qui, comme l'ont démontré Wright et Patten (1963), peut conduire à des interprétations complètement erronées.

Il existe deux types de solutions au problème de la signification réelle du profil pollinique. Ce sont les solutions partielles et les solutions globales.

Les solutions partielles tendent à établir des échelles relatives dans les propriétés des grains et de corriger, par des facteurs appropriés, les données brutes d'analyse pollinique. Ce sont les comptages du nombre de grains de pollen par individus, les études de sédimentation différentielle, de résistance à la corrosion, etc. Ces études, bien qu'intéressantes sont très longues et très laborieuses. Elles nécessitent des techniques très élaborées et beaucoup de matériel, ainsi qu'en témoigne, entre autres, le récent travail de Tauber (1965). De plus, leur efficacité est toute théorique et difficile à prouver.

Les solutions globales, elles, consistent à analyser la pluie sporopollinique récente et à comparer les résultats avec ceux d'un inventaire de la végétation

actuelle. Cette comparaison permet le calcul de coefficients de représentation qui, appliqués aux résultats d'analyse de sédiments, conduisent à une meilleure interprétation de ces derniers, la correspondance pollen-végétation étant alors mieux connue. C'est une variante à cette dernière méthode, variante qui consiste à établir, pour un type de végétation (*sensu lato*) donné, un spectre pollinique type caractéristique de cette végétation que nous avons adopté dans ce travail. Cette optique se retrouve dans les travaux de King et Kapp (1963), de Ritchie et Lichti-Fedorovich (1965, 1966) et de Terasmae et Mott (1964, 1965).

L'hypothèse de travail, inspirée de Ritchie et Lichti-Fedorovich (1965) comporte trois points: (1) diviser la région étudiée en zones homogènes de végétation (domaines climaciques); (2) si la théorie de l'analyse pollinique a une certaine valeur, il devrait être possible de caractériser les zones de végétation (domaines climaciques) en terme de spectres polliniques; (3) si l'on réussit à prouver qu'il existe des corrélations entre les spectres polliniques récents et les zones de végétations (domaines climaciques) actuelles d'une part, et entre les spectres polliniques récents et les spectres polliniques fossiles, d'autre part, on peut alors espérer une interprétation moins subjective des données de l'analyse pollinique des sédiments.

Dans ce travail nous nous sommes limité à l'étude des relations entre le spectre pollinique récent et la composition de la végétation actuelle d'une portion du domaine climacique de la sapinière à bouleau blanc, la portion comprise dans les limites de la forêt Montmorency.

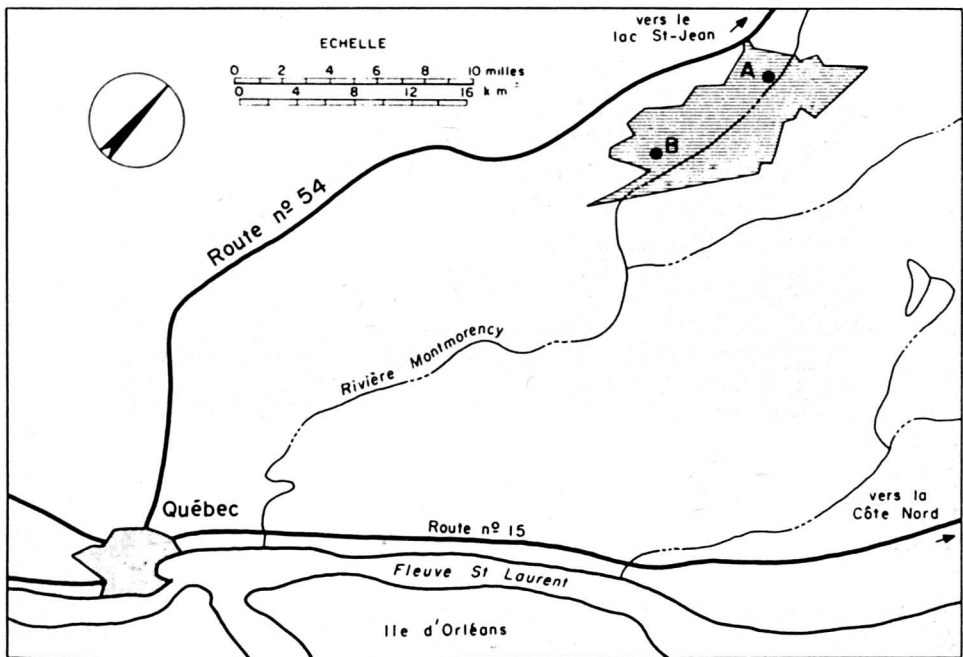


FIGURE 1. Situation de la forêt Montmorency et localisation des stations étudiées. A: station du lac Piché; B: station du lac Joncas.

Description de la forêt à l'étude

La forêt expérimentale Montmorency de l'Université Laval est située à environ 50 milles au nord de la ville de Québec, à la limite sud du Parc provincial des Laurentides, (figure 1). Elle est comprise dans le domaine climatique de la sapinière à bouleau blanc.

Deux stations ont été retenues pour l'analyse pollinique. Ce sont: la station de la tourbière du lac Joncas et celle du lac Piché, distantes l'une de l'autre d'environ 5 milles (figure 1).

La végétation de la station Joncas est typique d'un paysage boréal. En effet, on y trouve à peu près tous les stades de la paludification, à partir de la mare à *Nuphar variegatum* jusqu'à la pessière à sphaigne et à *Rubus chamaemorus*, en passant par les divers groupements de tourbière à *Carex* ainsi que quelques îlots d'éricacées, telles que *Cassandra calyculata* et *Vaccinium uliginosum*. La station est bordée par une prairie humide à *Calamagrostis canadensis* et *Carex* sp., qui longe le ruisseau en méandres qui constitue la décharge du lac Joncas. Tout ce paysage tourbeux contrôlé par des conditions édaphiques particulières, se situe dans une végétation régionale de sapinières à bouleau blanc relativement jeunes (figure 2).



FIGURE 2. Vue d'ensemble de la station du lac Joncas. Dans la tourbière à cypéracées se détachent des îlots d'épinettes noires chétives sur un arrière-plan de jeunes sapinières à bouleau blanc.

La station du lac Piché est formée d'un tapis flottant de sphaignes et d'éricacées qui constitue un des stades initiaux de paludification. Les éricacées, et notamment *Cassandra calyculata*, qui, à la station Joncas étaient disséminées et confinées aux îlots plus secs de végétation, forment ici un couvert

arbusatif très dense (figure 3). Ici encore, la station est entourée par la sapinière à bouleau blanc.



FIGURE 3. Station du lac Piché, formée d'un tapis flottant de sphaignes et d'éricacées qui apparaît en avant plan. En arrière-plan, le lac Piché et les sapinières à bouleau blanc qui l'entourent.

En somme, la végétation locale de la station du lac Piché est radicalement différente de celle de la station Joncas: la première peut être qualifiée de tourbière à éricacées, la seconde, de tourbière à cypéracées. D'autre part, les deux stations font partie d'un même domaine climacique et possèdent donc le même patron régional de végétation.

Afin de quantifier d'une certaine façon la végétation régionale, nous avons dressé, à partir des données d'inventaire, le tableau I qui montre la distribution du nombre de tiges des principales essences forestières sur une surface hypothétique d'un acre par classe de diamètre de 4 pouces. On y observe que, si l'on considère tous les diamètres, le pourcentage de représentation du sapin est de 80, celui de l'épinette de 8 et celui du bouleau de 12. Si, par contre, on élimine les petits diamètres, moins susceptibles de produire du pollen en quantité appréciable, on obtient les pourcentages suivants: 70 pour le sapin, 25 pour l'épinette et 5 pour le bouleau. Ces valeurs seront comparées, plus loin, aux résultats d'analyse pollinique.

Matériel et méthode

La méthode d'analyse a consisté en la récolte d'échantillons de sphaigne vivante sur une surface à découvert de chacune des deux stations étudiées.

TABLEAU I
Distribution du nombre de tiges des principales essences
sur une surface hypothétique d'un acre
par classes de diamètre.

Diamètre (pouces)	Nombre de tiges et pourcentages					
	sapin	%	épinette	%	bouleau	%
0-3	1,605	86.8	93	52.3	270	93.8
4-7	229	12.4	82	46.1	13	4.7
8-11	15	0.8	3	1.5	4	1.3
12-15	1	—	1	0.1	1	0.2
16-19	—	—	—	—	—	—
Total	1,850	100.0	179	100.0	288	100.0
0-19	1,850	79.9	179	7.7	288	12.4
4 et +	245	70.4	86	24.5	18	5.1

Afin de tester l'homogénéité de la pluie sporopollinique en un lieu donné, cinq échantillons formant les arêtes et le centre d'un carré de 10 pieds de côté ont été prélevés.

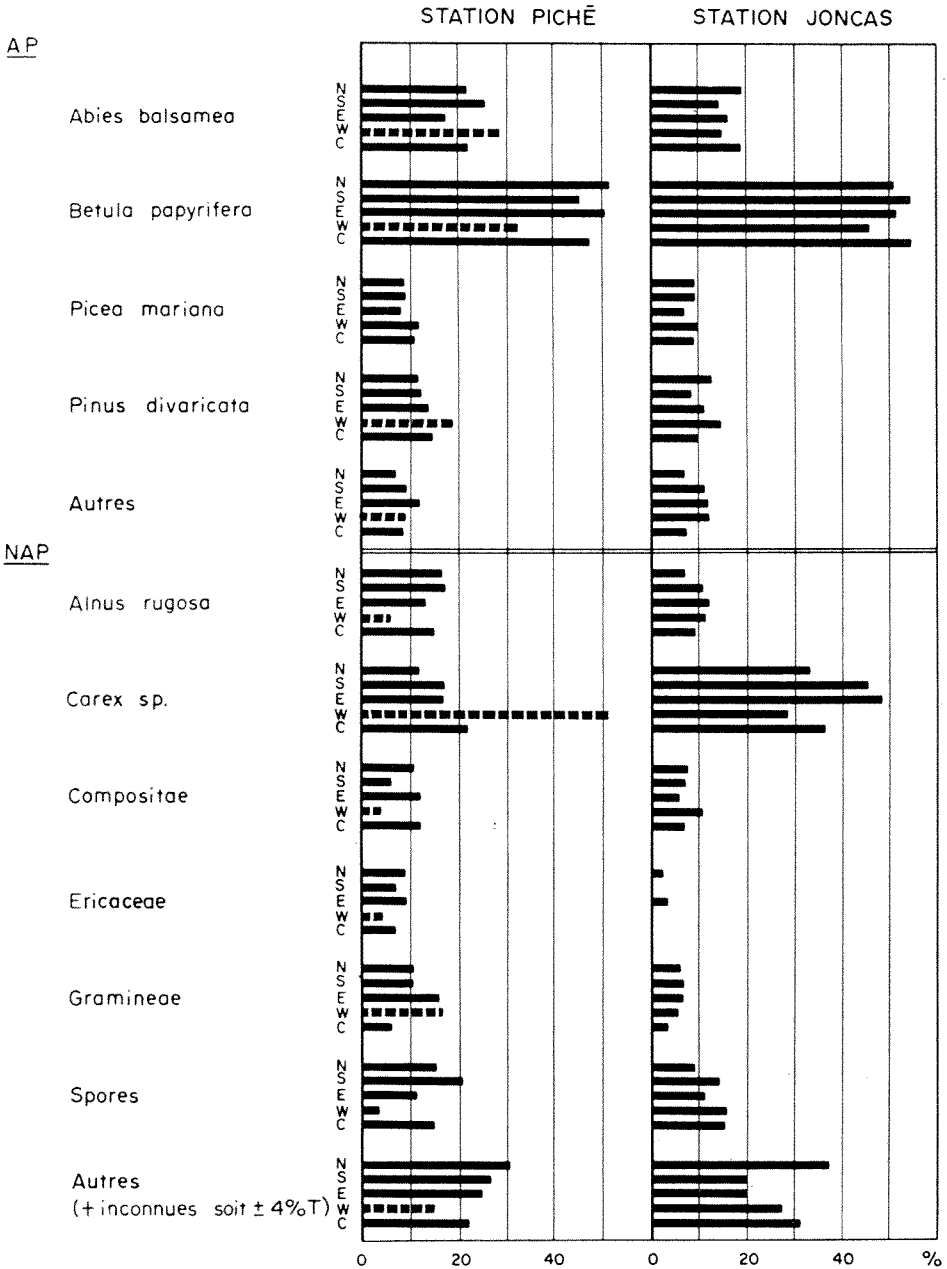
Les prélèvements ont été emportés en laboratoire et le pollen, contenu dans les phaignes, extrait par une dispersion au butanol. Le matériel ainsi obtenu fut ensuite traité par acétolyse, puis monté dans la gélatine glycinée après quoi les préparations furent scellées par lutage à la paraffine.

Les observations microscopiques furent exécutées à l'aide du microscope de recherche Leitz « Ortholux », à un grossissement de 320 fois. Des grossissements plus forts n'ont été utilisés que pour solutionner certains problèmes d'identification.

Le matériel a été examiné au moyen de transects continus jusqu'à concurrence de 250 pollens arboréens par préparation, afin d'obtenir des pourcentages statistiquement valables. Trois préparations ont été montées à partir d'un même échantillon, et les pourcentages qui apparaissent dans nos résultats (figure 4 et tableau II) ont été obtenus par la moyenne pondérée des trois dénombrements successifs d'un même échantillon. Ils sont donc basés sur des comptages minima de 750 pollens arboréens.

Résultats et discussion

Les résultats d'analyse apparaissent à la figure 4. Ils y sont exprimés sous forme d'histogrammes horizontaux. Le lecteur trouvera en outre, au tableau II, la liste de toutes les valeurs enregistrées. Pour chacune des espèces, les résultats provenant des cinq prélèvements apparaissent superposés pour les points nord, sud, est, ouest et centre (N, S, E, W, C.).



AP : pollens arboréens NAP : pollens non arboréens
 T : nombre total des pollens et des spores comptés

FIGURE 4. Spectres polliniques types de la forêt Montmorency.

Plusieurs informations ressortent de l'observation de cette figure. D'abord, elle nous permet une appréciation de la méthode employée par la comparaison des pourcentages pour cinq prélèvements rapprochés d'une même station. En effet, les différences obtenues sont généralement faibles, surtout pour les gros pourcentages, et pourraient être dues, non pas au manque d'homogénéité de la pluie sporopollinique entre deux points rapprochés, mais aux imperfections des méthodes de laboratoire utilisées. Si on se reporte à la figure 4, on voit que, pour *Abies balsamea*, les pourcentages de représentation ne varient que de 15 à 25; ils varient de 45 à 55 pour *Betula papyrifera*, etc. Ces pourcentages appartiennent à une même population statistique et constituent une variation normale. On peut donc conclure que la méthode de l'analyse pollinique est fidèle, puisque les pourcentages enregistrés ne varient pas significativement entre cinq points rapprochés.

En plus de cette appréciation de la méthode, la figure 4 permet de comparer la pluie sporopollinique entre deux stations distantes de 5 milles environ. En effet, si l'on considère la partie supérieure de la figure qui concerne les pollens arboréens, on remarque le parallélisme des pourcentages de représentation de chacune des espèces pour les deux stations. Comme les pollens arboréens proviennent, en grande partie, de la végétation forestière régionale, la moitié supérieure de la figure reflète donc cette végétation et permet de conclure que la massif comprenant la forêt Montmorency produit une pluie sporopollinique homogène pour deux stations distantes de cinq milles.

Par contre, la partie inférieure de la figure montre des différences marquées dans les pourcentages de représentation des espèces non-arboréennes qui reflètent des différences locales dans la végétation des stations. En effet, la plus grande abondance des éricacées à la station Piché traduit la tourbière à *Cassandra*, tandis que celle des cypéracées reflète la tourbière à *Carex* de la station Joncas.

Si on compare ces résultats à la composition réelle de la végétation, on note d'énormes différences. *Abies balsamea*, qui fait 80% de la composition forestière réelle n'est représenté que par 20% du total des pollens arboréens. Par contre, *Betula papyrifera*, qui ne fait que 12% de la composition forestière réelle est représenté ici par 50% du total des pollens arboréens. *Picea mariana*, pour sa part, est très bien représenté avec un pourcentage de 10. Enfin, *Pinus divaricata*, pourtant absent de la Forêt Montmorency et de ses environs immédiats, atteint le même pourcentage.

Cette simple comparaison met bien en évidence le fait que les résultats bruts d'analyse pollinique ne peuvent être interprétés directement, on ne peut pas déduire, des simples pourcentages obtenus à l'analyse, une composition forestière parallèle.

Les auteurs ont tenté de solutionner ce problème par l'application de coefficients de correction qui résultaient, soit de l'étude des propriétés diffé-

rentielles des grains de pollen tels le poids, la distance de dissémination, la résistance à la corrosion (solutions partielles), soit d'études de pluie sporopollinique semblables à la nôtre (solutions globales). Dans ce dernier cas, les coefficients de correction étaient déduits de la simple comparaison de la composition réelle de la végétation avec les résultats obtenus à l'analyse pollinique, un peu comme nous l'avons fait plus haut.

Notre optique est toutefois différente. Étant donné qu'il est possible de définir le patron des unités phytoécologiques au niveau du domaine climacique (voir Grandtner, 1966), il devrait être possible de définir, parallèlement, la pluie sporopollinique qui est émise par ces unités afin d'obtenir la représentation palynologique de la végétation d'un domaine climacique. C'est ce que nous avons expérimenté à la Forêt Montmorency et le résultat obtenu, traduit sur la figure 4, a été appelé *spectre pollinique type*. En effet, cette figure n'est autre chose, dans sa partie supérieure, que la représentation palynologique de la végétation régionale actuelle de la forêt Montmorency et dans sa partie inférieure, celle de la végétation actuelle locale des deux stations étudiées.

Cela signifie que lors de l'analyse pollinique d'une tourbe postglaciaire, l'enregistrement à un niveau donné, des mêmes pourcentages que ceux obtenus lors de notre étude nous permettrait d'en déduire, en supposant que le spectre pollinique enregistré par les sphaignes reste inchangé après plusieurs siècles, voire millénaires, de conservation dans les sédiments, une sapinière à bouleau blanc comme végétation régionale, et une tourbière à éricacées ou à cyperacées comme végétation locale, selon le cas. Cette interprétation constituerait un progrès sensible sur celles qu'ont toujours fait les palynologues et notamment ceux qui ont travaillé au Québec. En effet, les résultats d'analyse pollinique furent toujours interprétés en termes de variations très vagues dans la composition de la végétation, elles-mêmes interprétées en termes de fluctuations très globales du climat. Les spectres polliniques types laissent entrevoir la possibilité de reconstituer l'histoire postglaciaire de la végétation forestière sur une base écologique, par l'étude de la succession dans l'espace et dans le temps, des divers domaines climaciques. A partir de ce moment, de grandes possibilités s'ouvrent à nous en ce qui concerne les déductions paléomésologiques au sens large. Nous pouvons en effet espérer reconstituer les températures moyennes annuelles, les radiations globales moyennes, les précipitations, les périodes sans gel du postglaciaire, etc., en autant que ces éléments soient actuellement connus pour un domaine climacique donné.

Toutes ces applications reposent, en premier lieu, sur la possibilité d'établir des spectres polliniques types pour chacun des domaines climaciques du Québec que l'on suppose s'être succédés en un lieu donné au cours de la dernière déglaciation. Ces spectres types devraient être établis statistiquement, avec une variation connue et, bien sûr, différents les uns des autres. Toutefois, il est permis d'imaginer que certains domaines climaciques aient pu exister, sans qu'ils soient représentés dans la distribution actuelle de la végétation.

TABLEAU II

Résultats, en pour cent, des analyses polliniques effectuées dans deux stations de la forêt Montmorency

Espèces	Station Piché					Station Joncas				
	N	S	E	W	C	N	S	E	W	C
<i>Abies balsamea</i>	21.4	24.4	15.9	28.2	22.0	19.6	14.5	17.2	15.5	19.7
<i>Acer rubrum</i>			.3					.5	.1	
<i>Acer saccharum</i>			.3						.1	
<i>Betula lutea</i>	1.5	1.2	.5	.7	1.1	1.2	1.0	1.4	1.0	2.6
<i>Betula papyrifera</i>	51.4	46.0	50.0	33.2	45.9	51.1	55.1	53.3	47.4	54.9
<i>Betula "pumiloïde"</i>	.8	2.7	5.1	2.5	1.8	2.7	4.7	5.7	4.8	1.7
<i>Carya ovata</i>		.1								x
<i>Fraxinus sp.</i>		.1	.1		.3	.4	.8	.4	.3	.2
<i>Picea glauca</i>	.1			.4			.1		.1	
<i>Picea mariana</i>	8.7	8.4	8.0	10.7	10.2	8.7	9.1	5.8	9.6	8.8
<i>Pinus divaricata</i>	11.8	11.8	13.7	18.4	14.4	13.3	9.7	11.4	15.0	10.0
<i>Pinus strobus</i>	2.8	2.9	3.5	5.4	2.1	.8	1.2	1.8	2.8	1.5
<i>Populus sp.</i>	.5	.4			.3	1.4	1.0	.5	.4	.2
<i>Quercus sp.</i>	.5	.9	.8		.6	.1	1.9	.7	1.3	
<i>Salix sp.</i>	.2	.9	1.5	.7	.5	.4	.8	.9	1.6	.1
<i>Tsuga canadensis</i>	.1	.3	.1		.6	x		.4		.1
<i>Tilia americana</i>	.1									
<i>Ulmus americana</i>			x							
nombre de AP comptés	862	694	741	280	791	736	771	808	798	841
<i>Alnus rugosa v. am.</i>	16.7	16.9	13.8	3.9	13.2	7.0	11.1	11.7	10.9	8.9
<i>Acer spicatum</i>	.4					.2				
<i>Carex sp.</i>	11.9	17.3	17.0	51.0	22.0	33.9	44.9	49.1	28.2	36.0
Chenopodiaceæ	.8	1.5	1.4	.5	.3		.4	.5	x	.3
Compositæ	9.9	4.6	11.5	3.0	11.5	7.0	5.6	4.4	9.5	5.8
<i>Corylus cornuta</i>	.8	.4			1.0	.6	.1	.2	.2	.8
Ericaceæ	7.9	6.2	8.8	1.5	6.6	.6		3.0	.2	.5
Gramineæ	9.5	9.2	14.8	16.2	5.9	5.2	6.0	5.5	5.1	3.8
<i>Lycopodium selago</i>	.4	.4	.9		.3		.8		.5	
Ptéridophytes	1.6	1.2	2.8	2.5	.7	2.0	.7	.8	1.7	.9
<i>Rubus chamæmoris</i>							.1			
<i>Sambucus pubens</i>	.4					.6	.4	.6		.8
<i>Smilacina trifoliata</i>								.2		
<i>Sphagnum sp.</i>	.8	.8	1.8	3.0		2.0	1.6	3.2	5.1	1.4
Spores	17.1	22.3	13.4	3.4	17.5	23.8	16.1	11.1	23.0	21.9
<i>Typha sp.</i>				.5						
Inconnues	21.8	19.2	13.8	14.7	21.1	17.0	11.5	10.0	15.3	18.9
nombre de NAP comptés	252	260	217	204	304	499	677	634	412	655

Les espèces peuvent également avoir changé leurs propriétés de production et de dispersion pollinique au cours du postglaciaire; d'autre part, la composition des spectres sporopolliniques, elle aussi a pu changer au cours de la période de séjour du pollen dans les sédiment. Malgré ces éventualités, nous croyons que l'hypothèse proposée est valable et que les spectres polliniques types permettraient, par interpolation et à la lumière des études « partielles », de dégager l'histoire de la végétation sur une base écologique.

Malheureusement, nous n'en sommes pas là. Le spectre de la forêt Montmorency n'est pas nécessairement typique pour tout le domaine climacique de la sapinière à bouleau blanc. Il faudra encore faire des répétitions dans ce même domaine pour obtenir un spectre type bien connu et bien individualisé.

Un champs immense est ainsi ouvert à la recherche paléocéologique où seuls quelques travaux récents au Manitoba, en Ontario ainsi qu'au Québec furent réalisés dans cette optique.

En effet, Ritchie et Lichti-Federovich (1965) ont analysé les prélèvements d'un échantillonnage stratifié selon les zones de végétation du Manitoba. Ils ont obtenu une série de spectres polliniques où sont enregistrées les variations latitudinales de la végétation. Ils ont noté, entre autres, l'augmentation du sud au nord de la proportion des conifères, parallèlement à la diminution des pollens non-arboréens représentés surtout par les graminées. Ils concluent à l'existence d'une bonne corrélation entre les zones de végétation et les spectres polliniques.

King et Kapp (1963) ont enregistré des variations analogues pour l'est de l'Ontario et ont établi un spectre régional pour le lac Timagami. Des spectres semblables ont été calculés par Terasmae et Mott (1964, 1965) pour la région d'Ottawa et pour celle du lac Nichicun, au Québec.

Les études de ces auteurs semblent donc confirmer la possibilité d'obtenir des différences dans les spectres polliniques provenant de divers domaines climatiques. Elles constituent le début d'une période d'accumulation de renseignements sur la pluie sporopollinique récente, qui permettra une meilleure interprétation des événements survenus à l'Holocène. Toutefois, elles se basent généralement sur des classifications physionomiques de la végétation et diffèrent en cela de notre optique d'étude qui est écologique et dont la base est le domaine climacique au sens de Grandtner (1966).

Remerciements

Ces recherches ont été entreprises sous la direction du professeur M. M. Grandtner. Ses conseils et son aide nous ont été des plus précieux et nous l'en remercions vivement.

Les autorités de la Faculté de Foresterie et de Géodésie de l'Université Laval, grâce auxquelles nous avons pu bénéficier de l'instrumentation et des locaux nécessaires ont également droit à notre reconnaissance.

Références

- ANSSEAU, C., 1964. Recherches sur la pluie pollinique à Quiévrain (Belgique) au cours de l'année 1963. Thèse de Licence, non publiée. Univ. cath. Louvain.
- BASTIN, B., 1964. Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans la forêt de Soignes (Belgique). *Agricultura*, **12** (2): 341-373.
- BENNINGHOFF, W. S., 1960. Pollen spectra from bryophytic polsters, Inverness Mud Lake bog, Cheyboygan county, Michigan. *Mich. Ac. Sci., Arts & Letters*, **45**: 41-60.

- CARROL, G., 1943. The use of bryophytic polsters and mats in the study of recent pollen deposition. *Amer. J. Bot.*, **30**: 361-366.
- DAVIS, M. B., 1963. On the theory of pollen analysis. *Am. J. Sci.*, **261**: 897-912.
- DAVIS, M. B. et J. C. GOODLETT, 1960. Comparison of the present pollen vegetation with pollen-spectra in surface samples from Brownington pond, Vermont. *Ecology*, **41**: 346-357.
- ERDTMAN, G., 1943. An introduction to pollen analysis. Chronica Botanica, Waltham, Mass. U.S.A.
- FÆGRI, K. et J. IVERSEN, 1950. Text-book of modern pollen analysis. Ejnar Munksgaard, Copenhagen.
- FÆGRI, K. et J. IVERSEN, 1964. Text-book of pollen analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- FAGERLIND, F., 1952. The real signification of pollen diagrams. *Bot. Not.*, **2**: 185-224.
- GRANDTNER, M. M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional, *Presses Univ. Laval*, Québec.
- HEIM, J., 1963. Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes belges. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, **96**: 5-92.
- KAPP, R. O., 1961. Modern pollen rain studies in the central prairies of North America (résumé). *Ecol. Soc. Amer. Bull.*, **42**: 110-111.
- KING, J. E. et R. O. KAPP, 1963. Modern pollen rain studies in eastern Ontario. *Can. J. Bot.*, **41**: 243-252.
- MULLENDERS, W., 1962. Les relations entre la végétation et les spectres polliniques en Forêt du Mont-Dieu. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique*, **94**: 131-138.
- POTTER, L. D. et J. ROWLEY, 1960. Pollen rain and vegetation, San Augustin Plains, New Mexico. *Bot. Gaz.*, **122**: 1-25.
- RICHARD, P., 1967. Quelques études polliniques dans la forêt Montmorency. Thèse de baccalauréat, non publiée. Fac. for. & géod., Univ. Laval.
- RICHARD, P. et M. M. GRANDTNER, 1967. Un spectre pollinique type de la sapinière à bouleau blanc pour la forêt Montmorency. *Ann. ACFAS* (sous presse), résumé.
- RITCHIE, J. C. et S. LICHTI-FEDEROVICH, 1965. Contemporary pollen spectra in Central Canada. II. The Forest-Grassland transition in Manitoba. *Pollen et Spores*, **7** (1): 63-87.
- RITCHIE, J. C. et S. LICHTI-FEDEROVICH, 1966. Pollen dispersal phenomena in the arctic-subarctic of west-central Canada. Congrès d'Utrecht, 1966. Résumé.
- TAUBER, H., 1965. Differential pollen dispersion and the interpretation of pollen diagrams *Geol. Surv. Denmark*, **89**.
- TERASMÆ, J. et R. MOTT, 1964. Pollen deposition in lakes and bogs near Ottawa, Canada. *Can. J. Bot.*, **42**: 1355-1363.
- TERASMÆ, J. et R. MOTT, 1965. Modern pollen deposition in the Nichicun lake area, Quebec *Can. J. Bot.*, **43**: 393-404.
- WRIGHT, H. E. JR. et H. L. PATTEN, 1963. The pollen sum. *Pollen et Spores*, **5**: 445-450.

ESSAI D'UNE MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHES ÉCOLOGIQUES EN VUE DE LA PLANIFICATION DU DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

MIROSLAV M. GRANDTNER

*Faculté de Foresterie et de Géodésie
Université Laval, Québec*

Résumé

Ce texte aborde le problème de la connaissance des ressources naturelles du Québec avec les difficultés que pose leur inventaire et la production de documents visant leur aménagement et leur mise en valeur. Son but est de présenter un essai de méthodologie de recherches écologiques en vue de la planification du développement régional.

Abstract

This paper deals with problems in the study of natural resources in Quebec and particularly with difficulties encountered in resource inventory and documentation for management purposes. A trial of an ecological research method is presented in its relation to the planning of regional development.

Avant-propos

Ce texte est extrait d'un rapport manuscrit préparé, en collaboration avec P. Richard, à la demande du directeur du Bureau d'études en aménagement régional du Conseil d'orientation économique du Québec.

Il aborde un problème immense, celui de la connaissance des ressources naturelles du Québec avec les difficultés que pose leur inventaire et la production de documents visant leur aménagement et leur mise en valeur. Nous ne croyons pas avoir épuisé le sujet, bien au contraire. Ce texte ne constitue que quelques jalons plantés sur la voie qui, espérons-nous, mènera, finalement, à la connaissance adéquate de nos ressources et à leur planification régionale ordonnée. C'est un document de travail et de discussion qui s'est voulu général, à cause du peu de temps que nous a conféré le mandat mais que nous avons jugé opportun de publier, vue l'urgence du problème.

Introduction

QUELQUES NOTIONS DE BASE

Dans le langage moderne, les termes de *développement*, d'*aménagement*, de *mise en valeur* et de *planification* sont de plus en plus employés indiffé-

remment pour couvrir les multiples formes d'intervention humaine sur le milieu bio-physique.

En fait, les différences fondamentales de temps, d'espace et de responsabilités séparent les acceptions correctes de ces notions.

Cette constatation a amené Rey (1964) à préciser le sens de chacun de ces termes. Les lignes qui suivent sont basées sur les définitions de cet auteur.

L'AMÉNAGEMENT

La notion d'aménagement, les textes anciens le prouvent, fut longtemps exclusivement forestière. Elle était réservée aux règles de gestion correcte d'une forêt. On peut donc dire, par extension, que pour qu'il y ait « aménagement » il faut, comme en foresterie, un inventaire, une possibilité et une révolution¹.

Ce qui veut dire que les travaux d'aménagement doivent comprendre

- a) une phase de l'inventaire de l'état actuel des ressources;
- b) une phase d'estimation du potentiel d'accroissement des ressources renouvelables, et
- c) une phase d'évaluation du temps nécessaire à la réalisation du revenu sans destruction du capital.

Au terme de la révolution, un nouvel inventaire devrait permettre, par comparaison avec l'inventaire initial, de faire le bilan et de juger ainsi des résultats de l'aménagement.

C'est donc sous le signe d'une responsabilité dans le temps que doit se situer l'action d'un véritable aménagiste.

Toute autre est la mise en valeur.

LA MISE EN VALEUR

C'est l'ensemble des moyens techniques utilisés pour l'aménagement. Elle aussi exige un inventaire, mais sa possibilité est déterminée par un « équipement » permettant d'assurer l'exploitation totale de la ressource sans autre responsabilité que celle de la rentabilité de cet équipement.

Cependant, si la chaîne d'opérations concourant à une mise en valeur n'est pas encadrée dans un ensemble plus noble, elle risque de donner lieu à des abus, alors que d'autres mises en valeur seraient tout aussi légitimes et, quelquefois, plus efficaces.

Devant les nécessités toujours croissantes d'exploiter au maximum les possibilités du milieu, il est inévitable de voir multiplier et intensifier les mises

1. Ce terme est ici pris dans son sens forestier. Il indique le nombre d'années requis pour établir et faire croître des arbres jusqu'à leur maturité.

en valeur. Il devient d'autant plus urgent de les coordonner au sein d'aménagements raisonnables qui garantissent leur efficacité sans détruire les équilibres fondamentaux de la vie.

C'est alors, et seulement, que peut intervenir la planification.

LA PLANIFICATION

Au sens littéral, il s'agit simplement de l'élaboration d'instructions « horizontales », correspondant aux phases successives des diverses mises en valeur définies dans un aménagement. C'est au niveau d'une responsabilité d'exécution que se situe la planification. Elle doit s'appuyer, pour être efficace et légitime, sur tout un ensemble harmonieux d'entreprises dont toutes les conséquences auront pu être mûrement réfléchies, voire expérimentées, sinon, selon l'expression même de Rey (1964, p. 30), « construite sur le sable elle ne saurait planifier que le vent ».

LE DÉVELOPPEMENT

Quant au développement, il est à la fois le but et, si bien conçu, la résultante des trois concepts précédents.

En effet, un aménagement rationnel, une mise en valeur correcte et une planification efficace auront pour résultat le développement de la région alors qu'un mauvais aménagement, des mises en valeur extensives ou une mauvaise planification aboutiront à l'effet contraire, c'est-à-dire à une régression.

Enfin, quant à la distinction entre le développement ou aménagement régional et développement ou aménagement du territoire elle est pour nous purement géographique et fonction du niveau de la planification.

Les quatre étapes des recherches bio-physiques

Dans cet esprit, et quelque soit l'approche adoptée, les recherches bio-physiques d'aménagement doivent passer par les quatre étapes suivantes:

- 1) l'*inventaire* des ressources à aménager, dans leur aspect actuel et potentiel;
- 2) la *synthèse* des documents d'où jailliront les hypothèses d'aménagement et de mise en valeur;
- 3) l'*expérimentation* des techniques de mise en valeur, et, enfin,
- 4) la *planification* proprement dite.

L'INVENTAIRE DES RESSOURCES

L'inventaire des ressources à aménager doit porter à la fois sur leur aspect *actuel* et leur aspect *potentiel*.

Pour être vraiment utile, cet inventaire doit fournir des renseignements sur l'*emplacement*, la *superficie* et le *contenu* de chacune des catégories des ressources.

La meilleure forme pour exprimer toutes ces données est actuellement la forme graphique. C'est donc sous forme de cartes que seront finalement représentés les résultats de l'inventaire.

LA SYNTHÈSE

L'objectif final de la phase « inventaire » est la préparation des documents de synthèse qui permettent à l'aménagiste, d'émettre les hypothèses d'aménagement. Ces dernières sont confrontées avec les hypothèses économiques et sociologiques et, éventuellement, modifiées à leur tour. A partir de ce moment peuvent débiter les recherches et, si nécessaire, l'expérimentation de la mise en valeur.

L'EXPÉRIMENTATION

L'étape de l'expérimentation de la mise en valeur a pour objectif de voir, à court terme, l'efficacité de nouvelles techniques de mise en valeur avant que celles-ci ne soient appliquées à grande échelle. A cette fin, l'établissement des fermes pilotes, des forêts expérimentales, etc. peut devenir souhaitable.

Normalement, ce n'est qu'une fois la phase d'expérimentation terminée que l'on devrait passer à la planification proprement dite.

LA PLANIFICATION

Cette dernière a pour objet l'élaboration des directives correspondant aux phases successives des diverses mises en valeur coordonnées dans un tout harmonieux qui devient le *Plan*.

LA CHRONOLOGIE DES RECHERCHES

La figure 1 montre l'agencement chronologique idéal des quatre étapes des recherches bio-physiques, prévu pour la préparation, réalisable en trois ans, d'un plan de développement régional.

Dans le contexte québécois, le tout commence en janvier par un inventaire, bibliographique d'abord (indiqué en pointillé), qui devrait aboutir, dès le mois de novembre de la première année des travaux, à la formulation des premières hypothèses bio-physiques d'aménagement. Celles-ci devraient être confrontées, au cours du mois suivant, avec les hypothèses économiques et sociologiques et modifiées en fonction de ces deux dernières de sorte que, dès la fin du mois de décembre de la première année on puisse établir, en première approximation, les objectifs bio-physiques de la région. Ceux-ci orientent d'une part l'inventaire lui-même et permettent, d'autre part, la préparation d'abord (pointillé), la réalisation ensuite (trait plein) de l'expérimentation des mises en valeur. Grâce aux résultats plus complets de l'inventaire et à ceux de l'expérimentation, de nouvelles hypothèses bio-physiques sont émises vers la fin de la deuxième année. Confrontées avec les options économiques et sociologiques elles abou-

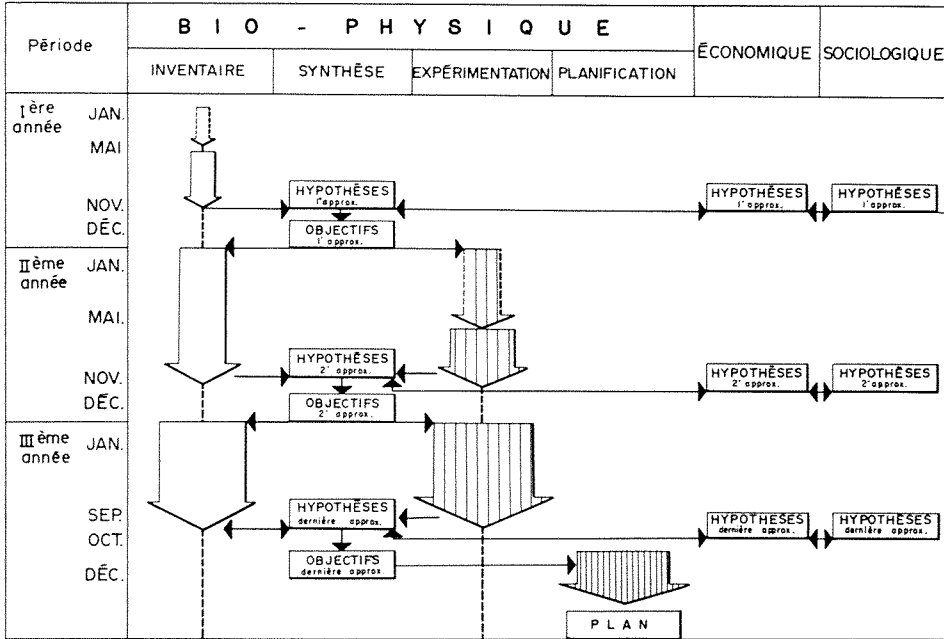


FIGURE 1. L'agencement chronologique des quatre étapes des recherches bio-physiques.

tissent à la deuxième approximation des objectifs bio-physiques qui précisent à leur tour les besoins de l'inventaire et de la phase expérimentale, de sorte qu'à l'automne de la troisième année, l'inventaire et, si possible, l'expérimentation terminés, l'aménagiste-bio-physicien peut élaborer les dernières hypothèses bio-physiques qui sont confrontées avec les dernières options économiques et sociologiques et aboutissent à la dernière approximation des objectifs bio-physiques d'aménagement.

C'est alors, et seulement, que peut débuter l'étape de la planification proprement dite dont le résultat final est le *Plan*.

Plusieurs choses nous paraissent importantes à souligner:

- le décalage et la subordination des étapes;
- l'avancement par pallier, chaque pallier ne pouvant être franchi qu'après un effort global de synthèse dans les trois domaines (bio-physique, économique, sociologique);
- l'étroite interdépendance des domaines bio-physique, économique et sociologique qui, bien qu'utilisant leurs méthodes propres, ne peuvent progresser en franchissant les trois palliers successifs, qu'après un effort global commun ayant pour résultat l'établissement des objectifs bio-physiques économiquement et sociologiquement valables.

Quant au Plan dont il est question dans le schéma de la figure 1, il ne représente, en réalité, que l'aspect bio-physique de ce dernier qui seul nous intéresse dans ce texte.

LA NOTION DE L'ÉCHELLE ET DES PRIORITÉS

La presque totalité des auteurs s'accordent pour dire que l'étude des ressources bio-physiques doit passer par plusieurs phases. Ces phases correspondent à la confection des documents de plus en plus précis, préparés à des échelles de plus en plus grandes. Dans notre esprit ces phases sont au nombre de trois:

- a) la phase des recherches générales;
- b) la phase des recherches plus détaillées;
- c) la phase des recherches détaillées.

a) *Les recherches générales* visent un aperçu d'ensemble de toutes les données bio-physiques importantes pour la planification du développement d'une région donnée. Il s'agit, en fait, d'un inventaire général rapide des ressources pour permettre aux aménagistes responsables de dégager, le plus tôt possible, les grandes lignes de l'aménagement bio-physique de la région.

Si l'on se reporte sur le schéma de la figure 1, cette phase de recherches correspond à la première année des travaux, c'est-à-dire, si l'on exclut les mois d'hiver consacrés aux recherches bibliographiques, à 6 mois de travail.

Vu cette rapidité, ainsi que l'étendue considérable des régions à couvrir, le travail de cette première phase ne pourra être réalisé qu'à petite échelle (1: 250,000). Les cartes ainsi produites permettent d'obtenir une vue d'ensemble de la région et de décider rapidement des vocations bio-physiques sur lesquelles devront se concentrer les efforts des recherches subséquentes.

De telles cartes ne peuvent évidemment pas fournir des renseignements suffisamment précis pour servir de base aux statistiques des ressources, pourtant indispensables pour la planification. C'est pourquoi une autre phase de recherches plus détaillées est nécessaire.

b) *Les recherches plus détaillées* s'étendent sur la deuxième et la troisième année du schéma de la figure 1 bien qu'en réalité elles ne soient jamais réellement terminées, pas plus que ne le sont les programmes entrepris simultanément pour obtenir l'ensemble des données sur la totalité du pays (Hovsepian, 1967).

Au cours de cette deuxième phase, il s'agit d'apporter les précisions nécessaires aux données réunies au cours de la première phase dans les secteurs, dont la connaissance fut jugée indispensable en fonction des objectifs établis en accord avec les économistes et les sociologues à la fin de la première période des travaux.

Cette phase, qui exige un degré de précision nettement supérieur aboutit à la préparation des cartes à moyenne échelle (1: 50,000) pouvant servir de base à l'inventaire sommaire des ressources, au choix d'emplacement des fermes pilotes et des forêts expérimentales, à la planification de l'aménagement de nouveaux parcs et réserves naturelles et à une meilleure délimitation des unités bio-physiques d'aménagement.

c) *Les recherches détaillées* enfin, ont pour objectif la production des documents devant servir de base aux recherches sectorielles, ces dernières visant à obtenir des données plus précises tant sur le plan réel (inventaire forestier, statistiques agricoles, etc.) que sur le plan potentiel (les possibilités d'utilisation du territoire pour l'agriculture, la sylviculture, la faune, la récréation, etc.).

Les cartes produites à grande échelle (1: 15,000 ou davantage) doivent également servir de base aux recherches visant le choix des techniques et la planification proprement dite de la mise en valeur des ressources. Elles sont utilisées pour l'élaboration des programmes d'exploitation des terres et de leur remembrement; pour le choix de l'emplacement des centrales électriques, des barrages, des bassins de retenue et des zones de conservation des sols; pour les reboisements; pour la construction des routes et des aérodromes; pour le choix de l'emplacement des usines et l'urbanisation, etc.

Bien que les trois phases de recherches doivent évoluer parallèlement, leur échéance et par conséquent leur priorité ne sont pas les mêmes.

Ce sont les recherches générales qui doivent aboutir les premières et très rapidement, même si elles continuent, par la suite, à être complétées par les résultats des recherches détaillées, elles-mêmes orientées grâce aux documents généraux produits au cours de la première phase.

En fait, il existe une interdépendance totale entre tous les documents bio-physiques voire même économiques et sociologiques qui impose l'uniformisation des échelles pour tous les documents cartographiques de toutes les sections de recherches afin de permettre la confrontation, la superposition et l'utilisation de ces documents par tous les intéressés (Grandtner, 1967).

Cette interdépendance des documents est encore accentuée par le fait que les facteurs bio-physiques eux-mêmes sont interdépendants. Ce qui nous amène à parler des bases mêmes de l'aménagement du territoire et de la notion de l'écosystème.

Les bases écologiques de l'aménagement du territoire

L'INTERDÉPENDANCE DES FACTEURS BIO-PHYSIQUES

Depuis quelques années, on constate le développement d'un courant scientifique puissant, ayant pour objectif l'étude globale du milieu naturel. Dans

cette optique, la notion du milieu reste inséparable de celle des êtres vivants liés par des liens complexes et réciproques aux différents facteurs de leur environnement. Cette notion du milieu bio-physique exige, pour nous, la préparation des documents concernant non seulement les ressources renouvelables comme suggéré par Hills (1961), Grandjouan *et al.* (1967), Jurdant *et al.* (1967) etc., mais la totalité des ressources bio-physiques, y compris les ressources géologiques, par exemple.

LA NOTION DE L'ÉCOSYSTÈME

L'unité concrète du milieu bio-physique est l'*écosystème* qui peut être défini, selon Tansley (1935), comme une portion de la surface de la terre qui fournit le support, les matières et l'énergie pour la croissance des êtres vivants, y compris ces derniers.

La connaissance des écosystèmes est d'une importance capitale pour l'aménagement et la planification. En effet, l'étude de leurs divers aspects (actuel, potentiel, qualitatif, quantitatif) est indispensable pour le maintien de l'équilibre biologique, pour l'exploitation rationnelle des ressources ainsi que pour la garantie de leur permanence et de leur conservation.

Vouloir minimiser l'importance de ces connaissances, alors même qu'il est acquis que la pression humaine ne cessera de croître sur la terre et que les ressources risqueront beaucoup de s'amenuiser c'est, selon Grandjouan *et al.* (1967), méconnaître la réalité car, seul le maintien ou la création de nouveaux équilibres biologiques permettront d'assurer l'épanouissement de l'espèce humaine.

LA NOTION DES ÉTUDES INTÉGRÉES

Plusieurs méthodes ont été successivement élaborées pour l'étude du milieu naturel. Elles peuvent être divisées en deux grandes catégories:

- a) celles qui tentent d'exprimer l'écosystème par un seul facteur considéré comme résultant de l'interaction de tous les autres facteurs, par exemple par la végétation ou par le sol; et
- b) celles qui tentent d'exprimer l'écosystème globalement. Ces dernières y arrivent soit:
 - 1) après l'étude individuelle de tous les facteurs puis la superposition des divers documents; soit
 - 2) par l'intégration des facteurs.

Toutefois, quelle que soit son approche, l'étude des écosystèmes a recours à toutes les sciences de la nature depuis la climatologie jusqu'à la science des sols et à la zoologie. Elle les oriente, selon ses besoins et les intègre par des méthodes nouvelles. De par cette collaboration obligatoire de nombreuses disciplines, l'écologie suppose un travail en équipe.

Les documents nécessaires et leur utilisation

Il n'est peut-être pas superflu de nous rappeler, au début de ce chapitre, que l'objectif final de la planification consiste en l'élaboration d'instructions sectorielles « horizontales » pour confier des tâches précises à des organismes précis, devant être remplies aux endroits indiqués, au cours des phases successives de la réalisation du plan.

Pour ce faire, les aménagistes responsables doivent disposer de données quantitatives suffisantes concernant la localisation, la superficie, le volume actuel, le potentiel et le temps nécessaire à la réalisation de toutes les ressources de la région à « aménager ».

Ces renseignements peuvent être exprimés sous forme de cartes d'utilisation actuelle et potentielle des ressources qui deviennent ainsi des documents bio-physiques d'aménagement. Cependant, la confection de telles cartes exige la connaissance préalable des facteurs de l'écosystème. Ceux-ci peuvent être cartographiés sur des documents dits « de base bio-physiques », à l'aide de la photographie aérienne et de cartes de base rattachées aux réseaux de contrôle. Ces trois derniers types de documents constituent les documents de base généraux.

De sorte que, finalement, l'ensemble des documents bio-physiques nécessaires à la planification peut être divisé en trois catégories: les documents de base généraux, les documents de base bio-physiques et les documents bio-physiques d'aménagement.

LES DOCUMENTS DE BASE GÉNÉRAUX

Cette catégorie groupe les documents indispensables à la production des cartes fondamentales, y compris ces dernières. En font partie, ainsi que nous l'avons dit plus haut: les réseaux de contrôle, la photographie aérienne et les cartes de base.

a) *Les réseaux de contrôle.* Ils comprennent les réseaux géodésiques et les points de contrôle photogrammétriques.

On entend par réseau géodésique l'ensemble de points dont la position horizontale et/ou verticale est établie avec un degré de précision donné. Selon la distance réciproque des points et le degré de précision, les réseaux géodésiques sont qualifiés

- 1) du premier ordre supérieur lorsque la distance entre deux points varie de 100 à 1,000 milles comme dans le cas des arcs de triangulation et de trilatération et celui des réseaux SHORAN et HIRAN;
- 2) du premier ordre classique lorsque les points les plus rapprochés sont distants de 50 à 100 milles;

- 3) du deuxième ordre si la distance moyenne entre deux points d'un tel réseau est d'environ 20 à 40 milles;
- 4) du troisième ordre quand les points sont équidistants d'environ 10 milles ou moins.

Des points de contrôle sont indispensables pour les travaux photogramétriques en général et pour la production des cartes de base en particulier.

En effet, pour une échelle cartographique donnée, il est désirable d'avoir un réseau géodésique et, si le temps et les conditions économiques le permettent, des points établis et monumentés sur le terrain avant la cartographie proprement dite, voire même, avant la prise de la photographie aérienne. Selon Brandenberger (1966), la cartographie à petite échelle (1: 250,000 et plus petite) exige un réseau géodésique du premier ordre; la cartographie à moyenne échelle (1: 50,000) un réseau de deuxième ordre alors que pour les cartes à l'échelle de 1: 25,000 et plus grande, il serait désirable d'avoir à la disposition un réseau de troisième ordre.

Comme les cartes de toutes ces échelles sont nécessaires à la planification régionale, l'existence préalable des trois types mentionnés de réseaux géodésiques est une condition *sine qua non* du développement technique et socio-économique d'une région donnée.

b) *La photographie aérienne*. Elle sert à deux fins principales:

- 1) à la cartographie fondamentale, et
- 2) à la photointerprétation thématique.

Son importance n'est pas moins considérable si l'on songe qu'à l'heure actuelle la confection des cartes de base se fait presque entièrement par photographie aérienne (Brandenberger, 1966). La photographie aérienne sert donc à la préparation des cartes de base les plus utilisées telles que les cartes des séries topographiques du Gouvernement du Canada aux échelles du 1: 500,000, 1: 250,000, 1: 125,000, 1: 50,000, 1: 25,000 et de la série du Québec à l'échelle du 1: 20,000 ainsi qu'à la préparation des cartes planimétriques du Québec à l'échelle du 1: 31,680 et du 1: 15,840.

De plus, la photographie aérienne permet l'interprétation, et la confection de cartes dites thématiques telles que les cartes géologiques, géomorphologiques, pédologiques, phyto-dynamiques et éco-dynamiques, de même que les cartes bio-physiques d'aménagement dont les cartes d'utilisation actuelle et potentielle du territoire pour fin d'aménagement agricole, forestier, urbain, faunique, routier, portuaire et récréatif, pour ne citer que les principaux domaines, car la liste détaillée des possibilités d'utilisation de la photographie aérienne pour la photointerprétation, préparée par le Centre d'études aéro-photographiques de l'Université Cornell (Anonyme, 1966), approche 300 items.

L'échelle de la photographie aérienne est fonction de l'échelle finale des cartes à produire et/ou de la dimension de l'élément recherché au cours de la photointerprétation. Pour cette dernière, le type de film, l'heure et la saison de la prise de vue, ainsi que la texture et le contraste de la photo sont d'importance, alors que ces mêmes facteurs peuvent devenir secondaires pour des fins de cartographie au point que, idéalement, des couvertures aériennes distinctes devraient être prises en fonction des objectifs poursuivis. En pratique toutefois, du moins jusqu'à présent, la même couverture aérienne a servi et à la cartographie et à la photointerprétation. Dans un tel cas, si l'on se base sur l'expérience du BAEQ, la photographie aérienne à l'échelle de 1: 15,840 prise au début de l'été, sur film noir et blanc, panchromatique, âgée de moins de 5 ans, semble donner le plus de satisfaction aux divers usagers (Grandtner, 1967).

Traiter des exigences techniques concernant la prise de photographie aérienne dépasserait les cadres de ce texte. Un comité inter-ministériel spécial du Gouvernement fédéral étudie d'ailleurs la question depuis plusieurs années. Nous renvoyons le lecteur pour plus de détails au dernier rapport du dit comité (ICAS, 1967). Le problème reste cependant ouvert, surtout depuis la récente mise au point de nouvelles techniques d'enregistrement des images.

c) *Les cartes de base.* Nous réunissons sous cette dénomination toutes les cartes dont le fond peut servir à la représentation graphique d'un thème donné. Il s'agit donc, en fait, de cartes non thématiques de deux types:

- 1) topographiques lorsqu'elles tiennent compte de la troisième dimension et représentent la dénivellation du terrain ou
- 2) planimétriques lorsqu'elles se limitent aux deux dimensions horizontales seulement.

Vu les exigences de la planification qui demande, rappelons-nous la connaissance de la localisation, de la superficie et du volume actuel et potentiel des ressources, la cartographie fondamentale apparaît comme une phase préalable indispensable à la préparation des cartes de base bio-physiques et des cartes bio-physiques d'aménagement. Elle doit viser surtout la production des cartes topographiques

- 1) à petite échelle: 1: 500,000 et 1: 250,000, pour les recherches générales;
- 2) à moyenne échelle: 1: 50,000, pour les recherches plus détaillées;
- 3) à grande échelle: 1: 20,000; 1: 15,000 ou 1: 10,000 pour des recherches détaillées; et
- 4) à très grande échelle: 1: 5,000; 1: 2,000; 1: 1,000 pour des recherches spéciales très détaillées selon qu'elles touchent les régions forestières, rurales ou urbaines.

De telles échelles, une fois adoptées par tous les intéressés, permettraient la confrontation, la superposition et l'utilisation de tous les documents produits

tant à l'intérieur qu'entre les différents secteurs (bio-physique, économique, sociologique).

Il est cependant à noter que même si la majorité des auteurs s'accordent avec les idées exprimées plus haut, — voir entre autres Brandenberger (1966)—, ils diffèrent d'opinion à propos de la meilleure des grandes échelles. A cette fin, il serait intéressant de réunir les éventuels usagers québécois afin de comparer les avantages des différentes échelles et, si la chose est possible, d'en choisir une qui pourrait satisfaire la majorité.

Enfin, il reste à signaler que les trois séries de cartes les plus importantes sont, par ordre de priorité: 1) la série du 1: 50,000, 2) la série du 1: 250,000 et 3) la série du 1: 20,000 ou une autre des grandes échelles.

Les deux premières, en particulier, devraient être disponibles pour tout le territoire québécois; la dernière, d'abord pour la partie située au sud du 52^e parallèle. Quant aux séries à très grande échelle, leur usage est, dans nos conditions, plutôt limité et leur production devrait être fonction des besoins spécifiques.

LES DOCUMENTS DE BASE BIO-PHYSIQUES

Cette catégorie groupe des cartes thématiques représentant les différents aspects du milieu bio-physique. Selon qu'elles illustrent les différents facteurs de l'écosystème considérés séparément ou ensemble, on peut les diviser en *cartes factorielles* et en *cartes synthétiques*.

Dans les deux cas, il s'agit de cartes purement scientifiques, qui, bien qu'absolument essentielles, ne peuvent cependant pas être utilisées directement pour fins d'aménagement. En fait, les renseignements qu'elles contiennent doivent être interprétés et convertis en terme de classes de production actuelle ou de productivité potentielle des ressources à « aménager ». Bref, il s'agit de cartes bio-physiques de base nécessaires à la préparation des documents bio-physiques d'aménagement.

Résultat de longues et patientes recherches de nombreux spécialistes, ces cartes font encore souvent elles-mêmes l'objet d'études très poussées et les méthodes qui ont servi à leur préparation subissent fréquemment des modifications. Il n'est par conséquent pas possible, dans les cadres de ce texte, d'aborder les problèmes techniques liés à leur production. Cette tâche devrait être confiée aux groupes de spécialistes de domaines concernés et à quelques responsables du secteur bio-physique de la planification qui devraient rechercher, dans un effort commun et tout en ayant à l'esprit les objectifs de l'aménagement, les meilleures méthodes et la meilleure échelle pour la préparation de ces documents. Nous nous limiterons donc à énumérer et à décrire brièvement ceux de ces documents que nous jugeons comme nécessaires ou utiles en planification régionale.

a) *Les documents factoriels*. Ce terme indique les documents bio-physiques qui représentent séparément les différents facteurs de l'écosystème.

1) *Le climat*. Le climat est l'un des facteurs les plus importants de l'écosystème. De lui dépendent les possibilités de survie et de croissance des espèces végétales et animales, voire même, le comportement de l'homme. Bien que, souvent, les classifications des autres facteurs tiennent compte du climat, sa description est nécessaire pour la meilleure compréhension du milieu bio-physique. Son étude et sa cartographie doivent porter notamment sur: *la lumière*, son intensité, sa qualité, sa durée; cette dernière exprimée par la longueur du jour qui, comme on le sait, est fonction des saisons et de la latitude; *la température* sous ses diverses expressions telles que: température moyenne annuelle; amplitude thermique moyenne annuelle; température moyenne du mois de janvier et du mois de juillet; température maximale et minimale moyenne de juillet; température de la mer en juillet; zones de température; *les gelées* notamment nombre de jours sans gel (28° et 32° F); date moyenne de la première et de la dernière gelée (28° et 32° F); la saison de croissance, c'est-à-dire date moyenne du début et de la fin de la période de croissance; longueur moyenne de la saison de croissance; nombre de degrés-jours au-dessus de 42° F; les *précipitations*: précipitation moyenne annuelle; précipitation de mai à septembre; chutes de neige annuelles moyennes; grêle; durée moyenne d'enneigement; hauteur moyenne annuelle de neige; types de neige; période de dégel des lacs; classes d'humidité; les *vents*: vitesse moyenne du vent et fréquence de ses directions; trajectoire de vents violents; les *indices climatiques*; évaporation potentielle; déficit en eau annuel moyen; évapotranspiration effective; les *types de climat*: répartition des types de climat et description des saisons.

Tous ces renseignements devraient être disponibles non seulement à petite échelle, c'est-à-dire à l'échelle du climat général ou régional, appelé aussi macroclimat mais également à moyenne et grande échelle, c'est-à-dire à l'échelle du mésoclimat, voire même, surtout en prévision des mises en valeur agricoles, forestières, fauniques et récréatives, à très grande échelle, c'est-à-dire à l'échelle du microclimat.

2) *Le sous-sol*. La science qui étudie le sous-sol est la géologie. Parmi ses documents, trois sortes surtout sont nécessaires à la planification: les cartes *géologiques* proprement dites ou cartes stratigraphiques appelées aussi cartes de formations géologiques, indispensables à la prospection minière, car elles indiquent les possibilités de minéralisation et de la formation des nappes d'huile et de gaz naturel; les cartes lithologiques qui représentent la nature des roches, par exemple, calcaires, granites, gneiss, grès, etc. et qui, de ce fait, sont plus importantes pour l'évaluation de la fertilité des sols à laquelle est liée la notion de productivité, car elles donnent des indications précieuses sur la composition minéralogique des matériaux de départ de la formation des sols; les cartes *gravimétriques*, importantes, une fois de plus pour la prospection, minière et les cartes de *levés magnétiques*.

3) *Le relief*. L'étude du relief aboutit à la préparation des cartes *hypso-métriques* représentant le relief du continent dont la connaissance est indispensable pour le choix des mises en valeur agricoles et forestières (accessibilité du territoire, possibilités de mécanisation, dangers d'érosion); hydrauliques (bassins de retenue des eaux, barrages); urbanistiques (possibilités d'implantation des industries, problèmes du transport, etc.); des cartes de *fonds marins* représentant le relief sous-marin, importantes pour la navigation, la pêche et les aménagements portuaires; certaines cartes des *types de paysage* qui synthétisent plusieurs facteurs physiques de l'écosystème et représentent des complexes de plusieurs types de relief.

4) *Les dépôts de surface*. C'est la géomorphologie qui étudie les formes du relief terrestre et la nature des dépôts de surface qui résultent de l'action des divers processus qui ont présidé à la genèse de ces formes. Des relations nombreuses existent entre le relief, les dépôts de surface, la fertilité des sols et la productivité, de même qu'avec la disposition du réseau hydrographique et des gisements de matériaux de construction ou de la tourbe. A cause de ces relations, d'un intérêt évident pour la planification, la confection des cartes géomorphologiques est, elle aussi, de première importance (Héroux, 1964). Elles devraient représenter, principalement les données morphologiques et les données sédimentologiques aux échelles du 1: 250,000 et 1: 50,000 ainsi que, pour des portions restreintes du territoire, à l'échelle du 1: 15,000 ou une autre grande échelle.

5) *Les sols*. Deux aspects concernant les sols intéressent l'aménagiste: l'aspect de leur fertilité au sens large et l'aspect de leur formation.

Ces deux informations sont exprimées par les cartes de sols qui, pour être vraiment utiles, devraient être préparées, dans la mesure du possible, à moyenne, grande et très grande échelle.

Les cartes des séries de sols, en particulier, renferment une foule de renseignements qui, combinés avec des données climatiques, permettent l'évaluation et la classification des terrains en fonction de leur utilisation potentielle à différents usages. Elles représentent, par conséquent, un document de base indispensable à la préparation des documents d'aménagement proprement dit.

6) *L'eau*. L'eau représente une ressource primordiale au même titre que le sol et sa connaissance reste essentielle à la planification. Les documents suivants apparaissent comme absolument nécessaires à la préparation du Plan: les cartes des réseaux et bassins hydrographiques; les cartes quantitatives, notamment du débit des cours d'eau et des valeurs du ruissellement; les cartes qualitatives donnant les résultats de l'analyse chimique et biologique des eaux et les cartes des nappes d'eau souterraines indiquant en même temps que la situation, l'origine, la profondeur, la quantité et la qualité de ces dernières.

7) *La végétation*. Ainsi que le dit Rey (1964), à l'exception des déserts absolus, — arides ou glacés —, et des nappes d'eaux libres, la végétation

existe partout à la surface de la terre et les multiples formes de l'intervention humaine sur le milieu bio-physique ont pour effet, sinon pour but, de modifier des conditions de distribution du tapis végétal. La végétation existant toujours dans une étroite harmonie avec les conditions naturelles et en rapport avec l'action plus ou moins énergique de l'homme sur le milieu, son étude et sa cartographie restent fondamentales pour la planification.

Quatre aspects principaux concernant la végétation intéressent l'aménagiste: la composition et la distribution des flores (cartes de distribution des espèces); la composition, la distribution et le dynamisme de la végétation (cartes phyto-dynamiques); la distribution des domaines climatiques (cartes phyto-climatiques); la phénologie des espèces (cartes phénologiques).

8) *La faune*. Les études de la faune devraient aboutir à la préparation des documents cartographiques sur la distribution des faunes et sur la distribution des espèces terrestres et aquatiques tant d'eau douce que d'eau salée et sur la phénologie des espèces.

9) *L'homme*. L'homme est un autre facteur de l'écosystème qui devrait être traité, du strict point de vue écologique, comme les autres facteurs mentionnés. Cependant, de par sa faculté de penser et à cause des moyens techniques dont il dispose, son action est telle qu'en fait, l'ensemble du milieu bio-physique est aménagé par et pour lui. De même, son comportement propre en fonction du milieu est tellement complexe qu'une science entière, la sociologie, lui est consacrée. Toutefois, les travaux sociologiques devraient obéir aux mêmes exigences que les études bio-physiques et mettre à la disposition des aménagistes des documents cartographiques sur l'état actuel, sur la possibilité d'utilisation et sur l'utilisation recommandée des ressources humaines d'une région donnée. Les documents devraient porter notamment sur la densité et la distribution de la population; les groupes ethniques et linguistiques; la population urbaine et rurale.

b) *Les documents synthétiques*

1) *Les écosystèmes*. L'étude et la cartographie des écosystèmes ou unités intégrées du milieu bio-physique sont relativement récentes et les méthodes utilisées sujettes à une évolution constante. Il s'agit, essentiellement, de classer, dans une première phase des travaux, les 4 principaux facteurs bio-physiques: climat, dépôts de surface, sol, végétation qui sont ensuite, dans une deuxième phase, intégrés en unités écodynamiques et cartographiées comme telles. Le document final est donc une carte éco-dynamique dont les unités peuvent être évaluées quant à leur production actuelle et à leur productivité potentielle vis-à-vis des différentes ressources et, par conséquent, converties en autant de cartes bio-physiques d'aménagement.

Basé sur les travaux de Christian (1952), de Rey (1962), de Christian et Steward (1964) et de Grandtner (1964), le système des études intégrées fut appliqué, sous différentes formes, dans plusieurs régions du Canada, dont celle

du BAEQ. Recommandé par le Comité national des terrains forestiers lors de sa dernière réunion tenue à Vancouver (Anonyme, 1967), il est actuellement à l'essai dans la région du Saguenay-Lac St-Jean (Jurdant *et al.*, 1967). Ce système semble présenter de nombreux avantages.

LES DOCUMENTS BIO-PHYSIQUES D'AMÉNAGEMENT

Contrairement aux documents bio-physiques de base, les documents bio-physiques d'aménagement expriment les données utilisables telles quelles par les aménagistes. Par exemple, alors qu'une carte pédologique exprimait l'appartenance des portions du territoire aux différentes séries de sol, une carte des possibilités d'utilisation des sols pour l'agriculture montrera des portions du territoire appartenant à différentes classes: (bonnes ou mauvaises) d'utilisation possible de ce même sol pour la culture agricole.

Les documents bio-physiques d'aménagement peuvent être divisés en a) documents sectoriels et b) documents globaux

a) *Les documents sectoriels.* Cette catégorie réunit des cartes de trois groupes distincts: 1) les cartes d'utilisation actuelle; 2) les cartes d'utilisation potentielle et 3) les cartes d'utilisation recommandée.

1) *Les cartes d'utilisation actuelle.* Les cartes d'utilisation actuelle donnent l'image de l'occupation actuelle du territoire par les différentes ressources renouvelables ou du degré de l'utilisation des ressources non renouvelables par l'homme. C'est ainsi que l'on devrait trouver dans ce groupe les cartes illustrant l'utilisation actuelle des ressources minières et hydrologiques, l'utilisation actuelle des sols par l'agriculture et la sylviculture ainsi que l'utilisation actuelle du territoire par la faune, la récréation et l'urbanisation.

2) *Les cartes d'utilisation potentielle.* Contrairement aux premières, les cartes d'utilisation potentielle montrent les possibilités de l'utilisation des ressources minières et hydrologiques, les possibilités de l'utilisation des sols pour l'agriculture et la sylviculture et les possibilités de l'utilisation du territoire pour la faune, la récréation et l'urbanisation.

Seules les cartes d'utilisation potentielle du territoire pour l'agriculture, la sylviculture, la faune et la récréation ont fait l'objet de recherches méthodologiques. Les résultats de ces dernières furent publiés par le Service de l'Inventaire des terres du Canada (ARDA, 1965; Baker, 1966; McCormack, 1964, 1967). Nous renvoyons le lecteur à ces publications pour plus de détails. Quant aux cartes de l'utilisation potentielle des ressources minières et hydrologiques et du territoire pour l'urbanisation, les méthodes de leur préparation restent à être étudiées.

Il en est de même pour les cartes du troisième groupe, à savoir

3) *Les cartes de l'utilisation recommandée* des ressources minières, des ressources hydrologiques, des sols pour l'agriculture, des sols pour la sylvicul-

ture, du territoire pour la faune, du territoire pour la récréation et du territoire pour l'urbanisation.

Enfin, la combinaison des documents précités donne

b) *Les documents globaux*. A savoir 1) les cartes des unités bio-physiques d'aménagement et de mise en valeur; 2) les cartes de l'utilisation polyvalente actuelle du territoire; 3) les cartes de l'utilisation polyvalente potentielle du territoire; 4) les cartes de l'utilisation polyvalente recommandée du territoire.

LA PROCÉDURE DE L'UTILISATION DES DOCUMENTS

Nous considérons ici, en nous inspirant fortement de Hills (1961), la procédure à suivre à partir du moment où la carte éco-dynamique devient disponible.

a) La première étape consiste à déterminer la nature des unités éco-dynamiques cartographiées;

b) la deuxième, à examiner l'utilisation actuelle des différentes ressources de chacune des unités et d'en effectuer une cartographie (cartes d'utilisation actuelle);

c) la troisième, à déterminer le potentiel des unités et cartographier les classes de productivité potentielle par rapport à toutes les ressources (cartes d'utilisation potentielle);

d) la quatrième à comparer les cartes d'utilisation actuelle et potentielle et voir quelles sont les possibilités d'aménagement;

e) la cinquième, à confronter ces possibilités avec les hypothèses socio-économiques et les corriger éventuellement;

f) la sixième, à produire des cartes d'utilisation recommandée pour chacune des ressources (cartes d'utilisation recommandée);

g) la septième, à proposer des échéances pour la réalisation des mises en valeur successives des différentes ressources (plan proprement dit);

h) la huitième, à enregistrer, périodiquement, les progrès ou insuccès survenus au cours des mises en valeur successives et des modifications apportées au Plan lui-même au cours de sa réalisation.

LES CAS PARTICULIERS

Bien que la procédure générale à suivre telle que proposée plus haut soit applicable à toutes les régions, le nombre de documents produits reste fort variable. Il est, en fait, fonction des vocations naturelles de chaque région qui font que de toute évidence on pourra éliminer certaines études factorielles et/ou sectorielles.

L'une des fonctions des aménagistes devrait être précisément de déterminer, dès la fin de la première phase de l'inventaire (figure 1), en fonction

des options socio-économiques et des objectifs bio-physiques établis en première approximation, quels sont les documents indispensables à la préparation du plan.

La mécanographie: auxiliaire indispensable de l'aménagiste

L'existence de tout document est liée à trois phases d'activité humaine:

- 1) la phase des recherches bibliographiques qui est une phase préliminaire indispensable si l'on ne veut pas recommencer les travaux déjà faits;
- 2) la phase de la confection proprement dite du document, à laquelle sont liés des problèmes d'ordre technique; et
- 3) la phase de l'utilisation du document, à savoir de la détermination des caractéristiques quantitatives et de leur classement en catégories ainsi que la comparaison de ces données avec des données semblables des autres documents.

Bref, l'aspect technique de la confection des documents cartographiques mis à part, les chercheurs et les aménagistes doivent faire face à deux problèmes majeurs dont dépend finalement tout le succès de la planification: 1) le problème des recherches bibliographique et 2) le problème de la manipulation des données.

LE PROBLÈME DES RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

Le problème des recherches bibliographiques a pris, à notre époque des proportions démesurées. Grâce à un nombre de chercheurs de plus en plus considérable et des procédés d'impression et de reproduction modernes, le volume des documents écrits et graphiques ne cesse d'augmenter, plaçant les chercheurs dans une situation de plus en plus difficile. En effet, d'après un avis, cité par Rentmeester (1966), actuellement, 80% du temps d'un scientifique est utilisé à la recherche de la documentation. Malheureusement, les spécialistes engagés dans les recherches conduisant à la préparation des nombreux documents nécessaires à la planification n'y font pas exception. Si l'on ajoute à cela la pénurie de tels spécialistes au Québec, un pareil gaspillage de temps des personnes qualifiées, sans parler de l'imperfection inévitable des recherches bibliographiques traditionnelles, devient tout à fait inacceptable.

Le problème n'est évidemment pas particulier au Québec. Aux États-Unis, par exemple, les experts du Service d'information de la défense ont proposé l'établissement d'un fichier mécanographique national pour la documentation cartographique (Rentmeester, 1966). Les grandes bibliothèques, de leur côté, sont à l'origine des systèmes mécanographiques semblables dont le système MIRACODE, actuellement en opération à la Bibliothèque générale de l'Université Laval.

De tels systèmes rendent la documentation bibliographique accessible quasi instantanément, réduisant considérablement le temps consacré à la recherche traditionnelle. De plus, les recherches étant plus complètes, le résultat final est plus satisfaisant.

LE PROBLÈME DE LA MANIPULATION DES DONNÉES

Le problème de la manipulation des données n'est pas moins important. Que l'on songe seulement aux milliers de cartes qu'il faudra produire au Québec (au Canada, les seules cartes de l'Inventaire canadien des terres représenteront 30,000 feuilles), et qu'il faudrait planimétrer, comparer, redessiner; que l'on songe aussi au manque de personnel qualifié capable d'examiner manuellement une telle somme de renseignements et au temps que cela prendrait et le problème nous apparaît dans toute son envergure. Ce qui surgit de toute évidence devant une telle situation c'est la nécessité d'un système mécanographique capable de prendre en charge toutes ces manipulations. Un système qui permette la conversion rapide et l'emmagasinement des données cartographiées sous forme binaire, maniable à l'aide de calculatrices électroniques. Un système qui serait en même temps capable de mesurer et de comparer de telles données et de présenter finalement les résultats des calculs à la fois sous forme chiffrée (tableaux) et sous forme graphique (cartes).

Un tel système, connu sous le nom de système de GEO-INFORMATION, vient d'être mis au point par le Service de l'Inventaire canadien des terres (Tomlinson, 1967).

La création d'un centre mécanographique de l'information qui permettrait à la fois la recherche bibliographique rapide et la manipulation des données nous apparaît dès lors indispensable.

Les conclusions

La planification régionale vise l'élaboration d'instructions horizontales concernant les tâches à accomplir au cours des phases successives des diverses mises en valeur définies dans un aménagement. Pour ce faire, l'aménagiste doit disposer de données précises sur la localisation, la superficie et le contenu de chaque catégorie des ressources dans leur état actuel et leur état potentiel.

Les recherches débutent par un inventaire général qui devrait aboutir rapidement (après six mois, si possible), à la formulation des premières hypothèses bio-physiques d'aménagement qui, confrontées avec les hypothèses économiques et sociologiques, permettent d'établir les objectifs bio-physiques de la région. Ces derniers orientent les recherches subséquentes d'inventaire détaillé et d'expérimentation de mise en valeur et aboutissent, finalement, aux dernières hypothèses bio-physiques économiquement et sociologiquement valables et à la rédaction du Plan.

La meilleure forme d'expression des résultats d'inventaire est la forme graphique. C'est donc sous forme de cartes que sont produits les documents. Ceux-ci sont de trois catégories: documents de base généraux groupant les réseaux de contrôle, la photographie aérienne et les cartes de base, ces dernières servant de fond aux cartes thématiques, elles-mêmes nécessaires pour la préparation des cartes bio-physiques d'aménagement.

Dans certains cas, la préparation des cartes climatiques, géomorphologiques, pédologiques et phyto-dynamiques permet, grâce à un travail en équipe, l'établissement d'une carte éco-dynamique qui peut être convertie en autant de cartes d'utilisation actuelle et potentielle des ressources. Ce sont ces deux derniers types de cartes qui permettent après confrontation de leurs données avec les possibilités économiques et sociologiques d'établir les cartes d'utilisation recommandée pour toute la région.

L'aspect technique de la confection des cartes mis à part, deux problèmes majeurs freinent l'avancement des recherches d'aménagement: le problème des recherches bibliographiques et celui de la manipulation des données. Ces problèmes sont aujourd'hui solubles grâce à l'existence des systèmes mécano-graphiques conçus à cet effet.

Remerciements

Qu'il nous soit permis de remercier, tout spécialement, les Drs. A. J. Brandenberger et L. Rousseau de la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval et M. M. Jurdant, du Laboratoire de recherches forestières du Ministère des forêts et du développement rural, d'avoir bien voulu reviser ce texte.

Références

- ANONYME, 1966. Uses of Air Photo Interpretation on the Social, Biological and Physical Sciences. Center Aerial Photogr. Studies, Cornell University. 11 p. (Polycopié).
- ANONYME, 1967. Proceedings National Committee on Forest Land. Victoria, B. C., February 7-10, 1967. Can. Dept. For. & Rural Dev., Ottawa. 135 p. (Polycopié).
- ARDA, 1965. Inventaire des terres du Canada. Classification des sols selon leurs aptitudes à la production agricole. Min. For. Can., Rapp. no. 2, 16 p.
- BAKER, W. M., 1966. Étude du programme ARDA en fonction de la récréation et du tourisme. Rapport abrégé. *Min. For. Can., RA- No. 1.*
- BRANDENBERGER, A. J., 1966. Signification économique de l'exploration cartographique par photographie aérienne. *Bull. trim. Soc. belge Photogram.* (84): 15-23.
- CHRISTIAN, C. S., 1952. Regional land surveys. *J. Austr. Inst. Agr. Sc.*, 18: 140-146.
- CHRISTIAN, C. S. and STEWART, G. A., 1964. Methodology of integrated surveys. Unesco Conf. Princ. & Meth. Integr. Aerial Surv. Stud. Nat. Res. Pot, Dev., Toulouse.
- GRANDJOUAN, G., FLORET, C., BUISSON, M. et CHABERT, 1967. Écologie végétale et développement du territoire. CNRS, Montpellier. 32 p.

- GRANDTNER, M. M., 1964. Quelques commentaires à propos du système de classification de "Soil capability for forestry" (Mc Cormack, 1964). Journées d'études Min. T. & F., Québec. (Polycopié).
- GRANDTNER, M. M., 1967. Utilisation de la photographie aérienne dans l'aménagement du Québec oriental. Actes IIe Symp. Intern. Photo-interprétation, Paris, IV 2: 17-21.
- HEROUX, V., 1964. La carte géomorphologique dans l'aménagement du territoire. Dans: Éléments essentiels de l'inventaire de base. BAEQ, Mont-Joli. (Polycopié).
- HILLS, G. A., 1961. The ecological basis for land-use planning. Ont. Dep. Lands & For. Res. Br., Res. Rep. No. 46. 204 p. (Polycopié).
- HOVSEPIAN, D. Y., 1967. L'inventaire des ressources nationales. 5e Conf. cart. rég. des N. U. pour l'Asie et l'Extr. Orient, Canberra. 17 p. (Polycopié).
- ICAS, 1967. Specification for air survey photography. Interdep. Com. Air Surv., Ottawa. 20 p. (Polycopié).
- JURDANT, M., *et al.*, 1967. Inventaire bio-physique de la région du Lac St-Jean-Saguenay. Min. Féd. For., Rapp. no. 1. 6 p. (Polycopié).
- MCCORMACK, R. J., 1964. Suggested classification system soil capability for forestry. Min. Can. For., Ottawa. 15 p. (Polycopié).
- MCCORMACK, R. J., 1967. Land capability classification for forestry. CLI, Report no. 4, Dept. For. Rur. Dev., Ottawa. 26 p.
- RENTMEESTER, L. F., 1966. United States Department of Defense Cartographic Data Handling System. *The Cartographer*, 3 (2): 127-137.
- REY, P., 1962. Recherches biogéographiques, carte de la végétation et aménagement de l'espace rural. CNRS, Notes et documents, no. 6.
- REY, P., 1964. Photographie aérienne et végétation. Unesco Conf. princ. méth. intégr. explor. aé. ress. nat. mise en valeur, Toulouse. (Polycopié).
- TANSLEY, A. G., 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16: 284-307.
- TOMLINSON, R. F., 1967. An introduction to the geo-information System of the Canada land inventory. Can. Dept. For. & Rural Dev., Ottawa.

COMMUNICATION BRÈVE

**COMMELINA COMMUNIS L. VAR. EXSERTA (PENNELL)
STATUS NOVUS (COMMELINACEAE).**

F. GUY BERNARD

*Institut Botanique de l'Université de Montréal, Montréal 36.**Commelina communis* L. var. **exserta** (Pennell) *status novus*, *C. communis exserta* Pennell, Proc. Acad. Nat. Sci. Phila. **90**: 36 (1938).

Dans une récente révision des espèces de *Commelina* des États-Unis, Brashier (1) rapporte que Pennell avait reconnu, dès 1938, quatre variétés de l'espèce *C. communis* L. Comme les distinctions taxinomiques de Pennell ne reposaient que sur du matériel d'herbier, Brashier hésite à reconnaître ces variétés. Toutefois, plusieurs auteurs américains ou asiatiques, dont Fernald (3), Gleason (4), Kitamura et al. (5), Murakoshi (6), Ohwi (7), Steyermark (10) et Walker (11), admettent l'une ou l'autre de ces variétés, en particulier le var. *ludens* (Miquel) C. B. Clarke. Or Pennell (8) désignait cette dernière sous le trinôme "*Commelina communis ludens* (Miquel) Clarke in A. & C. DeCandolle, *Monog. Phaner.* **3**: 171, 1881". Pour Pennell, il s'agissait d'une SOUS-ESPÈCE puisque, dans le même article, il publiait la diagnose de "*Commelina communis exserta* Pennell, SUBSP. NOV.". Pourtant, il est convenu de considérer comme VARIÉTÉS les *taxa* infraspécifiques précédés de lettres grecques, chez les anciens auteurs.

Ayant récolté des spécimens de *Commelina communis* L. dont les caractères tendent vers ceux de la dite sous-espèce *exserta* Pennell, il nous a paru utile de suggérer le transfert proposé ici. En effet, il nous semblerait illogique de conserver le rang de SOUS-ESPÈCE dans le cas d'*exserta* alors que les autres « sous-espèces » désignées par Pennell sont traitées au rang de variété par les auteurs qui les reconnaissent: var. *ludens* (Miquel) Clarke et var. *hortensis* Makino. Nous avons d'ailleurs vérifié, en DeCandolle (2), le texte intégral qu'y publiait C. B. Clarke. Ce dernier réduisait l'espèce *C. ludens* Miquel au rang variétal: β , *ludens* (*sp.* Miq. *Journ. Bot. Neerl.* **1** p. 88)". Notons enfin qu'aucun des auteurs précités ne fait mention du var. *exserta* dont la distribution serait, au dire de Pennell, en Sibérie, en Mandchourie et en Chine. La seule citation que nous en ayons repéré, en Steward (9), réfère au texte même de Pennell: "*Commelina communis exserta* Pennell (*Phil. Ac. Pr.* **90**: 36)".

Quant aux spécimens (G. Bernard 67340, MT) récoltés sur l'île Perrot (comté de Vaudreuil, province de Québec, Canada), ils sont évidemment échappés de culture. C'est un cas de bouturage réalisé en un ravin servant occasionnellement de dépotoir domestique. C'est sans doute un peu de la

même façon que s'est introduite la variété typique de *Commelina communis* L. En effet, Pennell (8) écrivait, en 1938: "Early in the nineteenth century introduced to botanical gardens near Philadelphia, whence it has become a garden weed in that vicinity". Et Brashier (1) reprenait, en 1966: "Pennell's statement of origin was probably correct, since it is apparently restricted to disturbed areas within the United States. Geographically, however, it has become as widespread as most of the native species". Peut-être devons-nous, un jour, inclure l'une ou l'autre des variétés de *C. communis* L. dans la Flore du Québec? Pour sa part, le var. *exserta* (Pennell) G. Bernard semble apte à tenter sa chance!

Références

- (1) BRASHIER, C. K., 1966. A revision of *Commelina* (Plum.) L. *Bull. Torrey Bot. Club* **93**: 1-19.
- (2) DECANDOLLE, A. et C., 1881. *Monographiæ Phanerogamarum*, **3**. G. Masson, Paris, France. (1017 pp.).
- (3) FERNALD, M. L., 1950. *Gray's Manual of Botany* (ed. 8). American Book Co. Boston and New York, U.S.A. (1632 pp.).
- (4) GLEASON, H. A., 1952. *The new Brown and Britton Illustrated Flora of the Northeastern United States and adjacent Canada*, **1**. Lancaster Press, Lancaster, Penn., U.S.A. (482 pp.).
- (5) KITAMURA, S., MURATA, G. and KOYAMA, T., 1964. *Coloured illustrations of Herbaceous Plants of Japan*. Osaka, Japan. (464 pp.).
- (6) MURAKOSHI, G. Z., *ca.* 1960. *Plantes indigènes et cultivées au Japon* (titre traduit du japonais). Japon. (673 pp.).
- (7) OHWI, J., 1965. *Flora of Japan*. Smithsonian Institution. Washington, D.C., U.S.A. (1067 pp.).
- (8) PENNELL, F. W., 1938. What is *Commelina communis*? *Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.* **90**: 31-39.
- (9) STEWARD, A. N., 1958. *Vascular Plants of the lower Yangtze Valley, China*. Oregon State College. Corvallis, U.S.A. (621 pp.).
- (10) STEYERMARK, J. A., 1963. *Flora of Missouri*. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. (1725 pp.).
- (11) WALKER, E. H., 1960. *Bibliography of Eastern Asiatic Botany. Supplement*. American Institute of Biological Sciences. Washington, U.S.A. (552 pp.).

REVUE DES LIVRES

HOPKINS, D. M., (éditeur), 1967. **The Bering Land Bridge**. Standford Univ. Press, Standford, California. VIII + 492 p., 38 tab., 95 fig. 16 × 25 cm. Cartonné, US \$18.50.

Beringia! Terre de Béring, cordon ombilical de l'Asie et de l'Amérique; vaste chaussée sous-marine, jadis voie de pénétration de l'homme en Amérique du Nord et grande voie migratoire de la faune et de la flore au cours du Cénozoïque. Beringia, aujourd'hui ennoyée, conserve dans ses roches la trame de l'histoire complexe d'un coin de la planète que des savants et chercheurs essaient de retracer.

L'ouvrage édité par D. M. Hopkins en témoigne. Il fait suite au symposium tenu lors du VIIe congrès de l'INQUA (1965) et groupe les travaux présentés à la réunion. C'est un ouvrage spécialisé, d'un grand intérêt et d'une haute qualité scientifique. Il suffit d'examiner les diverses bibliographies accompagnant les articles pour constater la valeur de l'ouvrage. La plupart des textes sont d'une grande qualité et témoignent d'une remarquable probité de la part des scientifiques, qui, pour certains, ont consacré une grande partie de leur vie à étudier ces espaces sauvages et rudes de l'Arctique.

19 chercheurs américains, 9 soviétiques et trois autres dont un du Canada, de l'Allemagne et de l'Islande, exposent leurs connaissances du sujet en 23 articles répartis ainsi: géologie (8), végétation (4), faune (6), migrations (3). L'ouvrage se termine par une synthèse de l'histoire géologique de cette partie de la planète au Cénozoïque.

Cette histoire est marquée par de nombreux événements et faits dont nous rappellerons ici les principaux.

Depuis la fin du Pliocène, la vaste Terre de Béring fut tantôt ennoyée, tantôt émergée; tantôt le domaine de la forêt, tantôt celui de la toundra; tantôt peuplée de mammouths, tantôt de bisons et de chevaux. Occupée jadis par les chasseurs du néolithique, elle est aujourd'hui enfouie sous les eaux froides du Pacifique Nord et de l'Arctique, et peuplée d'ours blancs, de morses et de phoques.

Beringia a été émergée durant tout le début du Tertiaire et probablement durant le moyen Tertiaire. Elle a été couverte de forêts mésophiles jusqu'au Miocène moyen. Des migrations de faune entre les deux continents ont eu lieu à cette époque. Le détroit de Béring aurait été formé à la fin du Miocène et serait ensuite disparu au Pliocène. Des indices et des preuves stratigraphiques et biogéographiques indiquent la réouverture du détroit vers la fin du Pliocène (3 à 3.5 millions d'années). A cours du Quaternaire, les nombreuses oscillations du niveau marin ont dégagé la plate-forme. Hopkins estime qu'à six reprises, au moins, il a existé un passage marin faisant communiquer les océans Pacifique et Arctique. Il suffirait d'abaisser de 50 m le niveau actuel de la mer pour qu'il y ait communication terrestre entre l'Asie et l'Amérique. Un abaissement de 100 m porterait en position subaérienne presque toute la plate-forme sous-marine de Béring-Chukchi. Or, au Wisconsin et à l'Illinois, le niveau des océans s'est abaissé de plus de 100 m. Il aurait baissé au moins de 135 et peut-être de 160 à l'Illinois, et de 120 au pléni-Wisconsin. A la fin du Wisconsin, le niveau aurait commencé à remonter vers 18,000 — 20,000 ans. Le dernier cordon reliant les deux continents passait par l'île Saint-Laurent. Ce dernier pont aurait finalement disparu vers 12,000 ans, alors que la transgression post-Wisconsin atteignait la cote de —38 m.

La plate-forme de Béring comprend une surface ancienne formée de roches cristallines au sud du détroit et de roches sédimentaires plissées au nord. Cette région, qui était au Quaternaire une région de basses collines faiblement ondulées où abondaient les terrains marécageux, a été modelée surtout en milieu continental par divers agents et sous différentes conditions morpho-climatiques. La sédimentation post-glaciaire dans la plupart des secteurs du golfe d'Alaska et de la mer de Béring a été importante.

Hopkins estime qu'au cours du Wisconsin un passage devait exister entre la Terre de Béring et le nord de l'Alaska et l'Amérique du Nord. Ce passage aurait existé vers 35,000 — 40,000 ans, mais aurait été fermé au pléni-Wisconsin (20,000 ans); passage qui serait demeuré fermé jusque vers 14,000 ans et probablement 10,000.

Au cours de l'Illinois, la ligne des neiges éternelles aurait baissée de 400 à 500 m en Alaska et au moins de 300 m au Wisconsin; ce qui aurait eu pour effet d'isoler la partie nord de l'Alaska de l'Amérique du Nord. Un climat plus sec que celui des régions actuelles de toundra aurait existé en Alaska au cours de certaines périodes de l'Illinois et du Wisconsin. Un milieu similaire à celui de la steppe aurait alors régné. Entre 38,000 et 25,000 ans, la région aurait connu un climat relativement chaud; la limite de la forêt se trouvant plus au nord qu'actuellement au cours du Sangamon.

Selon Flerow, la croissance rapide de la sphaigne de marécage et de tourbière aurait provoqué au fini-Wisconsin l'extinction des grands mammifères dans les régions nordiques. Certains auteurs (entre autres Martin) estiment que l'homme par son action sur le milieu est en parti responsable de cette disparition.

D'après les connaissances acquises, il semble à peu près certain que la Terre de Béring ait été occupée par l'homme depuis au moins 25,000 ans. Il y aurait eu deux vagues de migrants. Les peuples du type eskimo et ceux du sud, les indiens, qui seraient arrivés les premiers.

Le lecteur trouvera de nombreuses informations, données scientifiques et mises au point judicieuses dans les divers chapitres de l'ouvrage, notamment sur la géologie sous-marine et les sédiments marins quaternaires, la géologie des côtes alaskienne et sibérienne, la paléontologie et la chronologie, l'évolution de la végétation, les migrations de la faune marine et des mammifères, enfin sur les migrations humaines et l'occupation permanente de la région du détroit de Béring. L'ouvrage intéressera autant les anthropologues, que les géologues et les biologistes.

Cette grande synthèse publiée par Hopkins nous rappelle cruellement notre retard dans l'étude du Quaternaire du Québec. Il faut souhaiter que cet ouvrage inspire les chercheurs québécois et en incite plusieurs à consacrer leurs recherches aux divers aspects du quaternaire, ce dernier ayant une incidence considérable sur l'humain et l'économique chez-nous, en agriculture et en foresterie en particulier. Puisse le congrès sur le Quaternaire du Québec, qui se tiendra à Chicoutimi, en septembre 1968, marquer un premier pas significatif dans le développement des études du Quaternaire. Il serait grand temps qu'une de nos universités crée un cours complet dans cette spécialité afin de préparer adéquatement les spécialistes dont le Québec a besoin. Il s'avère indispensable également de créer une section de Quaternaire et Géomorphologie au sein du Ministère des Richesses Naturelles. Avec un minimum d'optimisme, nous pourrions alors entrevoir la publication, dans 10 à 15 ans, d'un ouvrage sur le quaternaire du Québec de la qualité de *The Bering Land Bridge*.

Jean-Claude DIONNE

WANLESS, H. R., 1965. **Aerial Stereo Photographs**. Hubbard Scientific Co., Northbrook, Illinois. IV + 92 p., 92 fig. 22 × 28 cm. Cartonné, \$2.80.

Alors que la photo-interprétation fait à peine partie des programmes d'enseignement de nos départements de géographie, géologie et foresterie, elle serait, d'après certaines sources de renseignements, largement répandue au niveau pré-universitaire chez nos voisins du sud. *Aerial Stereo Photographs* en témoigne. C'est un recueil de photographies aériennes verticales de géographie physique et surtout de géomorphologie, qui s'adresse aux élèves du *college* ou du *high school*. Plus de 90 couples et triplets stéréoscopiques permettent de se familiariser avec les principales formes des modelés glaciaire, littoral, fluvial, volcanique, karstique, éolien, structural et de versant.

Les photographies sont présentées serties d'un cadre à coordonnées qui permettent de localiser rapidement un point donné. Une brève légende accompagne chaque cliché. L'auteur fournit également une série de renseignements utiles, comme la localisation, date de prise de vue, échelle, provenance du cliché et numéro de la carte topographique localisant le phénomène. Comme la majorité des utilisateurs ne dispose probablement pas des cartes topographiques, il aurait été souhaitable de connaître également l'altitude.

Les photographies proviennent de 35 états américains: sept de l'Alaska, six de la Californie, Colorado, New Mexico et Utah; les autres états en ayant fournis moins de cinq chacun; ce qui donne un aperçu rapide de la grande variété des modelés et des formes des États-Unis. L'échelle des photographies varie de 1: 9,600 à 1: 131,000. De rares clichés ont la même échelle. Les prises de vue datent de 1935 à 1964; ce qui laisse deviner la qualité très inégale des photographies.

L'importance relative accordée aux différents modelés est variable. Il paraît difficile de percevoir les critères du choix des clichés. L'auteur a-t-il tenu compte de l'ampleur du phénomène aux États-Unis pour déterminer le nombre de clichés? L'ordre de présentation semble tenir du hasard. Dans un pays comme les U.S.A., commencer un recueil de photographies aériennes par les formes éoliennes peut paraître curieux, même si les dunes sont les formes les plus simples. Par ailleurs, certains titres ne correspondent pas exactement au contenu. Ainsi à la rubrique *Lakes, Marshes and abandoned Shorelines*, on ne trouve pas beaucoup d'exemple de lacs et de marais ni des formes et dépôts qui leur sont associés.

Dans l'ensemble les photographies présentent un intérêt réel. Les phénomènes illustrés paraissent particulièrement éloquents dans certains cas. Quelques-uns offrent une valeur pédagogique et scientifique incontestable. La planche 2, par exemple, fait voir des dunes paraboliques et des barchanes justaposées; deux modelés éoliens créés par des conditions de vents différentes. Les clichés sur les glaciers alaskiens (planches 9-13) et les moraines latérales de Walker Lake (planche 17) attirent l'attention. Les cônes de déjection en milieu aride (planche 25) illustrent admirablement bien un type de morphologie des piémonts. La planche 38 fait voir des polygones (périglaciaires) à la surface des flots et des levées alluviales du delta Kuparuk (Alaska); ce qui permet de constater que les terrains réticulés peuvent se développer au niveau même de la mer; observation significative qui permet de comprendre la genèse de certaines formes fossiles. Les clichés 76 à 83 soulignent l'importance et l'utilité des photographies aériennes en morphologie littorale en permettant de suivre l'évolution progressive des formes et de cartographier les changements saisonniers et annuels.

L'on nous permettra de souligner quelques points. Côté technique, la qualité de la reproduction nous paraît très ordinaire, sans doute à cause du papier utilisé. C'est une lacune importante car en photo-interprétation la qualité des clichés est fondamentale. De plus la manipulation se fait mal, à cause du diamètre trop petit de la tranche à anneaux multiples; à l'usage les pages se coincent et déchirent.

Certains exemples se révèlent peu convaincants. Entre autres la vallée en U (planche 15) ressemble davantage à une vallée en V. Les drummelins (planche 20) font piètre figure à côté des exemples classiques qu'on rencontre dans le sud de l'Ontario, par exemple. Quelques clichés sont mal montés et ajustés. Ainsi il est impossible d'obtenir une vue stéréoscopique de la partie supérieure de la planche 15 et de la planche 66. La planche 36 donne un effet de basculement.

Sur la planche 26, l'on remarque un phénomène stéréoscopique intéressant à souligner. La photo de gauche a été coupée (sans doute par erreur . . .) et le réajustement n'est pas parfait. L'épaisseur d'un demi millimètre a été enlevée; en stéréoscopie, on a l'impression d'une faille: la partie de gauche est abaissée par rapport à celle de droite.

Le commentaire de la planche 59 paraît très discutable. L'auteur insiste sur l'hypothèse de l'origine météorique des Carolinas Bays. Or, ceux qui connaissent ces Wares aux formes elliptiques ou ovoïdes considèrent l'origine météorique assez fantaisiste. Il aurait été plus juste

de présenter l'hypothèse de la glace de sol ou celle de formes littorales de milieu lagunaire influencé par la marée, formes dues en grande partie, dans leur géométrie du moins, au vent et à la dynamique des courants littoraux.

Par son prix modique, ce petit recueil est à la portée de toutes les bourses. Les étudiants de géographie, géologie et foresterie devraient en posséder une copie, cela leur permettrait de mieux comprendre les éléments fondamentaux de la géomorphologie. Souhaitons la publication prochaine d'un recueil de photographies aériennes du Québec aussi utile et facile d'accès que *Aerial Stereo Photographs*.

Jean-Claude DIONNE

KÜCHLER, A. W., 1967. **Vegetation mapping**. Ronald Press, New York. VI + 472 p., 30 tab., 21 fig. 15 × 23.5 cm. Relié, U.S. \$15.00.

L'ouvrage du Professeur Küchler représente le premier volume entièrement consacré à la cartographie de la végétation. Il comble une lacune longuement ressentie et répond à un besoin réel de mise au point dans ce domaine particulier dont l'importance pratique n'a pas cessé d'augmenter.

L'auteur examine d'abord, dans une première partie, l'évolution des méthodes cartographiques survenue au cours des cinq siècles de l'histoire de la cartographie végétale. Il est amené, ensuite, à considérer une série de notions fondamentales telles que: végétation, communauté végétale, phytocénose, synusie, etc., pour en arriver à faire une distinction nette entre flore et végétation, carte de la végétation et carte de l'utilisation du sol, type de végétation et type de paysage, végétation actuelle et végétation originelle, végétation naturelle et végétation anthropique, etc. Il consacre, ensuite, un chapitre à la classification de la végétation, un autre aux caractéristiques du milieu et à leur signification écologique pour poser, enfin, le problème du choix de la classification, problème subordonné au but poursuivi et aux moyens dont on dispose pour le réaliser.

Vient alors la troisième partie du volume, entièrement consacrée aux aspects techniques de la cartographie: choix de l'échelle, utilisation de la photographie aérienne, signification des couleurs et des symboles, problèmes des limites et des transitions, de la terminologie, des légendes et du texte, de la qualité du papier, etc.

Les méthodes cartographiques proprement dites, elles, constituent le contenu de la quatrième partie. L'auteur y traite de la planification de la prospection et des différents types de cartographie selon l'intensité du travail et des critères tels que: physionomie, structure, dynamisme et écologie de la végétation.

La cinquième partie du volume est consacrée aux applications. L'auteur y démontre l'utilité des cartes de la végétation pour la recherche scientifique et les applications diverses en géographie, climatologie, pédologie, géologie, agriculture et foresterie, de même que dans d'autres sphères de l'activité humaine telles que l'éducation et les activités commerciales et militaires. Quant à l'avenir de la cartographie de la végétation, il semble prometteur. Des besoins en cartes de la végétation sont immenses tant à petite qu'à grande échelle en particulier pour servir de base aux études écologiques détaillées, à la planification du développement régional et à la mise en valeur des ressources naturelles.

Plus de 500 références bibliographiques et de nombreuses illustrations, dont une carte en couleurs, complètent ce livre très intéressant, appelé à devenir un manuel indispensable pour tous ceux que préoccupent les problèmes de la cartographie de la végétation et de ses nombreuses applications.

Miroslav M. GRANDTNER

SOMMEREYNS, G., 1967. **Les virus des végétaux, leur propriétés et leur identification.** J. Duculot, Gembloux. 345 p., 11 tab., 9 fig. 15.5 × 24 cm. Broché, prix non indiqué.

La deuxième édition d'un volume en français traitant des virus des végétaux vient de paraître, cinq ans seulement après la première. Ceci nous indique l'accueil favorable qu'a reçu la première édition. L'auteur, Mademoiselle G. Sommereyns, docteur ès sciences, était autrefois chef des travaux du laboratoire de Phytovirologie (I.R.S.I.A.) à Gembloux. Elle est aujourd'hui membre du Comité de Recherches de parasitologie végétale. Nous sommes d'autant plus heureux de saluer cette réédition que les publications en langue française sont très rares dans le domaine de la phytopathologie.

Ce volume donne un aperçu des connaissances de l'heure, en ce qui a trait à l'identification de maladies à virus, par voie biologique, par voie sérologique et par voie physique et biochimique. En traitant de l'utilisation d'hôtes différentiels, l'auteur traite des modes de transmissions des virus, des réactions des végétaux sous l'action des virus et du comportement des virus dans les végétaux. Ceci l'amène aux constantes biologiques et aux phénomènes de résistance aux agents physiques, aux agents chimiques et finalement aux agents biologiques. En traitant de l'identification par voie sérologique, elle nous introduit à la préparation des antisérums à l'étude des procédés de diagnostic sérologique tout en nous indiquant les limitations de cette méthode. Dans le troisième chapitre, le Dr Sommereyns étudie les données physiques (forme, cristallisation et propriétés électrochimiques) et les données biochimiques. Dans la partie synoptique, l'auteur nous présente une série de 11 tableaux qui occupent quelques 140 pages, où est condensée une somme de renseignements très utiles comme une liste des principaux végétaux cultivés susceptibles d'être contaminés par un virus, les modes de transmissions des virus des végétaux, la liste des virus transmissibles par inoculation mécanique, une liste des principales plantes-test des virus des végétaux, etc.. Dans chacun des cas, on cite l'ouvrage de référence à consulter par un numéro référant à la bibliographie qui comprend 2,112 articles cités.

La langue est claire, concise et simple à la fois, ce qui fait une lecture agréable, même pour un biologiste ou un agronome non spécialisé en virologie. Nous ne pouvons que souhaiter une diffusion très large de ce volume qui peut servir à la fois de manuel et de livre de référence pour le chercheur.

René-O. LACHANCE

BAINBRIDGE, R., EVANS, G. C. et ROCKHAM, O., (Éditeurs), 1966. **Light as an Ecological Factor.** A Symposium of the British Ecological Society, Cambridge, England. John Wiley & Sons, Inc., New York. XI + 452 p., tab., fig. 15 × 22.5 cm. Relié, US \$13.50.

La lumière est un des facteurs écologiques les plus difficiles à mesurer à cause de ses variations importantes et subites non seulement en quantité et en durée mais aussi en qualité. Les problèmes associés à la mesure de la lumière dans divers milieux naturels comme la forêt, les champs et la mer, sont discutés dans ce livre qui réunit 22 exposés faits par 23 spécialistes lors du 7e symposium annuel de la British Ecological Society. Ces exposés, de valeur inégale, font état des difficultés actuelles et des lignes de force de la recherche et de l'expérimentation en photométrie. On relève, parmi les auteurs, des noms bien connus en écologie végétale et en météorologie agricole comme Blackwell, Szeicz, G. C. Evans, M. C. Anderson, Coombe, Nichols et d'autres.

Suivant les sujets traités, on peut classer les divers exposés en 3 groupes. Le premier groupe comprend 3 études fondamentales sur la lumière et le rayonnement solaire, les unités de mesure, le calibrage des appareils et leur emploi dans les milieux naturels. Dans le 2e groupe d'études,

la forêt a été choisie comme groupement végétal type, tant à cause des nombreuses études qui y ont récemment été effectuées que par suite des problèmes spéciaux qu'elle présente. Enfin, les questions relatives à la lumière dans l'océan, ses effets sur la pigmentation, la croissance et le mouvement des organismes marins, sa pénétration et sa réfraction, ainsi que la sensibilité de l'œil à la lumière, font l'objet d'un 3e groupe d'exposés.

Ce volume renferme une mine de renseignements techniques et scientifiques de valeur pour l'agent de recherche et l'étudiant désireux de se perfectionner dans ce domaine important de l'écologie. Les auteurs des exposés y décrivent des détails relatifs aux méthodes et aux essais, qui pourront leur éviter bien des tâtonnements et des embûches si courants dans un domaine qui n'est pas simple.

Paul-E. VÉZINA

MATHUR, B. S. et GARTNER, J. F., 1968. **Principles of Photo Interpretation in highway engineering practice.** Ontario Dept. of Highways, Downsview. Edition revue et corrigée. IV + 236 p., 120 fig. 27 × 29 cm. Cartonné, prix non indiqué.

Les photographies aériennes sont devenues un instrument de travail populaire et fort utile de nombreuses disciplines des sciences de l'espace terrestre comme la géologie, géographie, foresterie, pédologie, urbanisme, etc.

Bien que l'on dispose pour le Québec d'un abondant matériel de photographies aériennes, il est étonnant de constater d'une part l'absence de recueil¹ groupant les exemples les plus démonstratifs des formes du terrain et des formations meubles, et d'autre part les lacunes de l'enseignement supérieur dans ce domaine. Il existe bien quelques cours d'initiation à la photo-interprétation dans certains départements (foresterie, géologie, géographie, génie civil), mais aucun cours avancé et spécialisé n'est offert. Un tel cours évidemment nécessiterait la collaboration de plusieurs spécialistes dans différents domaines. Il faut espérer qu'un institut de photo-interprétation soit bientôt créé dans une de nos trois universités françaises, afin de combler une lacune importante. Car la photo-interprétation est devenue dans nombreux pays une technique des plus utilisées et des plus rentables. En connaître les divers aspects, les possibilités et les applications paraît fondamental.

Nous saluons donc avec enthousiasme la deuxième édition revue et corrigée de l'ouvrage de Mathur et Gartner, qui avait connu une grande popularité lors de sa parution en 1964. C'est un ouvrage que ses qualités pédagogiques placent parmi les meilleurs guides d'initiation à la photo-interprétation, dont forestiers, pédologues, géomorphologues, géologues et ingénieurs ont avantage à connaître et à utiliser.

Il s'agit de notes de cours publiées à l'intention de tous ceux qui désirent s'initier aux techniques de la photo-interprétation. Le texte aéré, dépouillé de tout verbiage, fournit l'essentiel. De nombreux tableaux présentent des synthèses fort appréciées. Le tout est illustré de plusieurs graphiques et de plus de 80 photographies. L'ouvrage se divise en quatre parties: notes et principes de photogrammétrie; notes et principes de photo-interprétation; la photo-interprétation appliquée à la géologie; la photo-interprétation appliquée aux travaux de l'ingénieur des ponts et chaussées.

1. Il faudrait toutefois mentionner un document non publié: *Etude des principaux dépôts de surface de la province de Québec à l'aide de la photographie aérienne*, par Jean-Louis Brown, Université Laval, Faculté de Foresterie et Géodésie, thèse B. Sc.A., 1966.

Nous recommandons fortement ce manuel pratique aux étudiants et à tous ceux qui désirent acquérir par eux-mêmes les fondements de la photo-interprétation, car en plus des qualités pédagogiques, il offre l'avantage de contenir de nombreux clichés sur les formations meubles de l'Ontario, qui à quelques différences près sont identiques à celles du Québec.

Jean-Claude DIONNE

WEISZ, P. B., 1967. **Éléments de Biologie**. Traduit et adapté de l'américain par un groupe de scientifiques sous la direction de G. Morin. McGraw-Hill, Montréal. Deuxième édition. VII + 536 p. et 408 fig. 20 × 24 cm. Relié, \$8.95.

Une analyse de cette traduction a paru dans le numéro 4, vol. 94 du *Naturaliste Canadien*. Depuis cette analyse, une deuxième édition fut publiée. Messieurs Gérard Morin et Albert Payette respectivement biologiste et linguiste révisèrent le texte français de cette dernière édition. Tout en conservant substantiellement le même texte, la qualité du français a été considérablement améliorée et presque toutes les erreurs typographiques ont été corrigées. Ce texte *Éléments de Biologie* devient donc un outil meilleur qu'il l'était pour l'enseignement de la Biologie générale au niveau secondaire. Toutefois les restrictions apportées au sujet de la division et de la substance du texte, restent évidemment les mêmes.

Clément DELISLE

Sommaire

La limite nord du climat tempéré québécois . . . G.-OSCAR VILLENEUVE	235
La diminution du rayonnement solaire provoquée par la croissance des arbres à la suite d'une éclaircie PAUL-E. VÉZINA	241
Étude sur l'extraction du fer et de l'aluminium libres dans les sols podzolisés B. BERNIER et J.-L. CARRIER	247
Vitesse de décomposition de litières d'érable à sucre (<i>Acer saccharum</i> Marsh.) de la région de Québec MICHEL MALDAGUE	259
Les mycorhizes ectotrophes des arbres forestiers . . . J.-ANDRÉ FORTIN	287
Le <i>Cheilanthes siliquosa</i> Maxon dans le nord-est américain ALBERT LEGAULT et VIATEUR BLAIS	307
Les forêts, les climax et les régions biogéographiques du bassin de la rivière Outaouais ANDRÉ LAFOND et GILLES LADOUCEUR	317
La végétation des pâturages naturels de Saint-Ferréol et de Saint-Tite-des-Caps, Comté de Montmorency DOMINIQUE DOYON	367
The botanical composition of two barrens in Nova Scotia YVAN V. HALL and LEWIS E. AALDERS	393
La phytosociologie et l'aménagement des bleuetières . . VICTORIN LAVOIE	397
La forêt d'épinette noire à mousses du Québec septentrional et du Labrador ILLMARI HUSTICH	413
The flora and vegetation of the southern Manitounuk Islands, southeast Hudson Bay, and a consideration of phytogeographical relationships in the region PAUL F. MAYCOCK	423
The vegetation of the Quebec-Labrador peninsula between 55° and 60°N JACQUES ROUSSEAU	469
Un spectre pollinique type de la sapinière à bouleau blanc pour la forêt Montmorency PIERRE RICHARD	565
Essai d'une méthodologie de recherches écologiques en vue de la planification du développement régional MIROSLAV M. GRANDTNER	577
COMMUNICATION BRÈVE	
<i>Commelina communis</i> L. var. <i>exserta</i> (Pennell) <i>status novus</i> (<i>Comelinaceæ</i>) F. GUY BERNARD	599
REVUE DES LIVRES	601

REVUES PUBLIÉES PAR L'UNIVERSITÉ LAVAL

RECHERCHES SOCIOGRAPHIQUES

Revue publiée par le département de sociologie et d'anthropologie de l'université Laval avec le concours du Centre de Recherches sociales. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$2.00 (3 numéros par an).

LAVAL THÉOLOGIQUE ET PHILOSOPHIQUE

Publiée par les facultés de théologie et de philosophie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$4.00, à l'étranger \$4.50, le numéro: \$2.00 (2 numéros par an).

SERVICE SOCIAL

Publiée par l'école de service social de l'université Laval. Elle traite de travail social, de bien-être, de médecine, de psychiatrie et de psychologie, de législation, d'administration publique et de sociologie. Abonnement annuel: au Canada \$3.00, à l'étranger \$3.50, le numéro: \$1.25 (3 numéros par an).

CAHIERS DE GÉOGRAPHIE DE QUÉBEC

Publiée par l'Institut de géographie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$8.00, le numéro: \$3.00 (3 numéros par an).

RELATIONS INDUSTRIELLES / INDUSTRIAL RELATIONS

Publiée en français et en anglais par le département des relations industrielles de l'université Laval. Abonnement annuel : au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro: \$1.50 (revue trimestrielle).

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE / VOCATIONAL GUIDANCE

Publication officielle de la Corporation des Conseillers d'orientation professionnelle du Québec. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$1.25 (5 numéros par an).

Pour abonnements, s'adresser au

Service des revues,

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL,

C.P. 2447, Québec 2.

Sommaire

La limite nord du climat tempéré québécois	G.-OSCAR VILLENEUVE	235
La diminution du rayonnement solaire provoquée par la croissance des arbres à la suite d'une éclaircie	PAUL-E. VÉZINA	241
Étude sur l'extraction du fer et de l'aluminium libres dans les sols podzolisés	B. BERNIER et J.-L. CARRIER	247
Vitesse de décomposition de litières d'érable à sucre (<i>Acer saccharum</i> Marsh.) de la région de Québec	MICHEL MALDAGUE	259
Les mycorhizes ectotrophes des arbres forestiers	J.-ANDRÉ FORTIN	287
Le <i>Cheilanthes siligiosa</i> Maxon dans le nord-est américain	ALBERT LEGAULT et VIATEUR BLAIS	307
Les forêts, les climax et les régions biogéographiques du bassin de la rivière Outaouais	ANDRÉ LAFOND et GILLES LADOUCEUR	317
La végétation des pâturages naturels de Saint-Ferréol et de Saint-Tite-des-Caps, Comté de Montmorency	DOMINIQUE DOYON	367
The botanical composition of two barrens in Nova Scotia	YVAN V. HALL and LEWIS E. AALDERS	393
La phytosociologie et l'aménagement des bleuetières	VICTORIN LAVOIE	397
La forêt d'épinette noire à mousses du Québec septentrional et du Labrador	ILLMARI HUSTICH	413
The flora and vegetation of the southern Manitounuk Islands, southeast Hudson Bay, and a consideration of phytogeographical relationships in the region	PAUL F. MAYCOCK	423
The vegetation of the Quebec-Labrador peninsula between 55° and 60°N	JACQUES ROUSSEAU	469
Un spectre pollinique type de la sapinière à bouleau blanc pour la forêt Montmorency	PIERRE RICHARD	565
Essai d'une méthodologie de recherches écologiques en vue de la planification du développement régional	MIROSLAV M. GRANDTNER	577
COMMUNICATION BRÈVE		
<i>Commelina communis</i> L. var. <i>exserta</i> (Pennell) <i>status novus</i> (<i>Commelinocœa</i>)	F. GUY BERNARD	599
REVUE DES LIVRES		601

Volume 95,

N° 3,

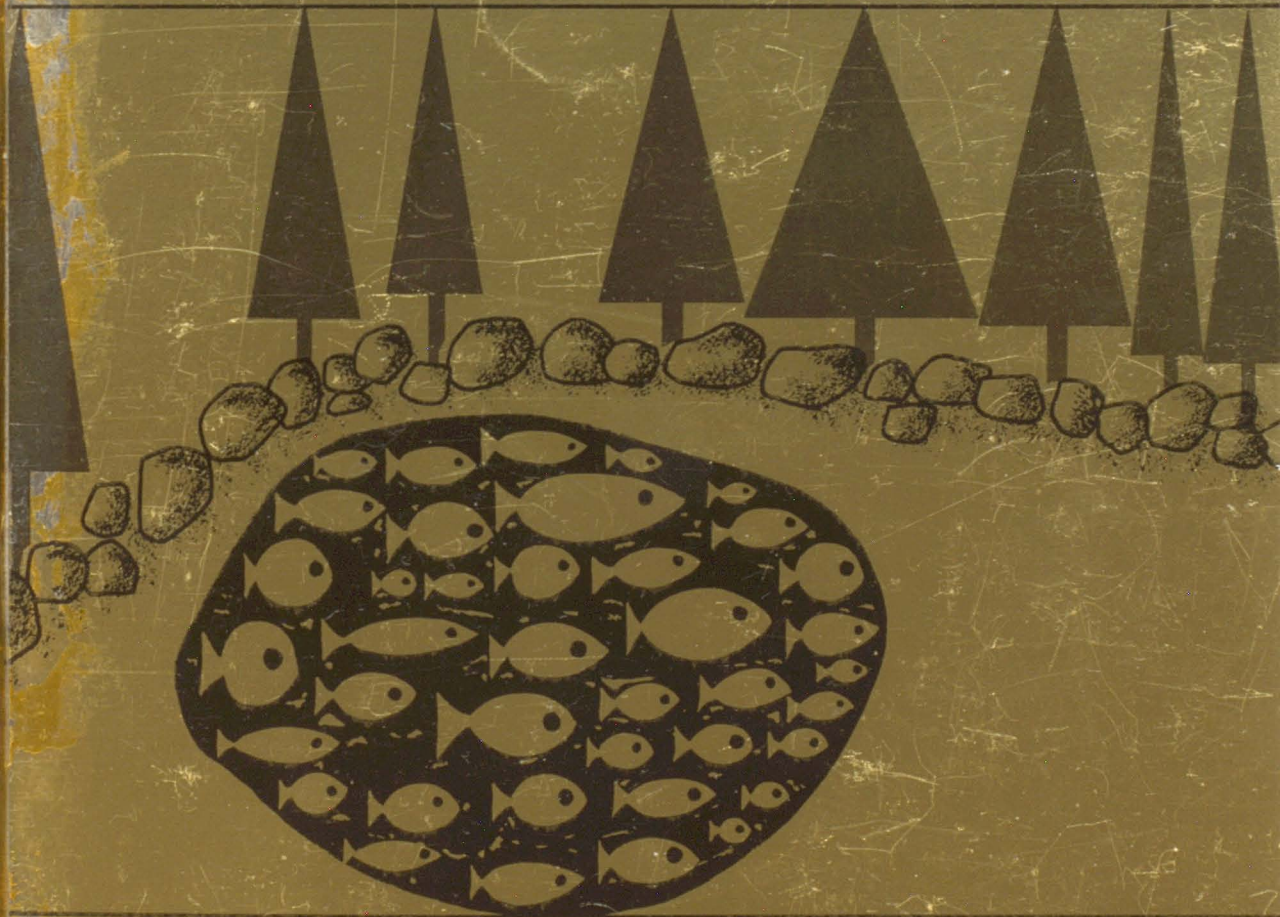
mai - juin 1968

ÉDITIONS SPÉCIALES DU CENTENAIRE

1868 - 1968

ENTOMOLOGIE

e naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

Publication de l'Université Laval

Le Naturaliste Canadien, fondé en 1868 par l'abbé L. Provancher, dirigé de 1892 à 1929 par V.-A. Huard, est devenu, par legs testamentaire, revue scientifique de l'Université Laval depuis 1930. Cette revue paraît bimestriellement depuis 1966.

La direction de la revue accepte les travaux originaux ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

De brèves communications scientifiques seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas dépasser 1,500 mots, titre et bibliographie compris. La préparation générale de ces notes doit être particulièrement soignée, car aucune épreuve n'est adressée aux auteurs, et ce en vue d'en accélérer la parution.

Le titre abrégé de la revue pour références bibliographiques est: *Naturaliste Can.*

Envoi des manuscrits

Les manuscrits doivent être adressés aux rédacteurs qui en accuseront réception:

Le Naturaliste Canadien

G.-W. Corriveau,
Faculté des Sciences,
Université Laval, Québec 10.

Tirages à part

Les auteurs recevront gratuitement 50 tirés à part de leur travaux, sans couverture. Ils pourront en obtenir un plus grand nombre, en payant les frais de tirage du texte et des planches. **Les demandes doivent être adressées à la Direction sur le bon de commande accompagnant les épreuves.**

Le Naturaliste Canadien est publié avec l'aide du Ministère des Affaires Culturelles de la Province de Québec.

Administration

Toute correspondance relative aux abonnements, aux numéros déjà parus, aux changements d'adresse, à la publicité et aux droits de reproduction doit être ainsi adressée:

Le Naturaliste Canadien

Les Presses de l'Université Laval,
C.P. 2447, Québec 2, P.Q. Canada.

Prix de l'abonnement annuel

Pour le Canada.....	\$6.00
Pour l'étranger.....	7.00
Prix par numéro	1.50

Les Presses de l'Université Laval possèdent encore un certain nombre d'anciens volumes de la revue. La liste des prix sera envoyée sur demande.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 95

Mai-Juin 1968

N ° 3

L'OEUVRE ET L'HÉRITAGE DE L'ABBÉ LÉON PROVANCHER

RENÉ BÉIQUE

*Collection Provancher,
Département de Biologie, Université Laval.*

Résumé

L'auteur présente une courte biographie de l'abbé Léon Provancher soulignant ses activités comme entomologiste. Il décrit le milieu scientifique et la collaboration que Provancher a connu de son vivant. Une appréciation de l'œuvre taxonomique de ce pionnier en entomologie est présentée.

Abstract

A short biography of l'abbé Léon Provancher is presented; the accent is put on his entomological work. The Naturalists and Entomologists of his epoch are recalled, showing the relations he had with his colleagues. His taxonomic work is appraised.

Introduction

Il arrive souvent que les héritiers restent indifférents devant les objets légués par le disparu au moment où ceux-ci sont distribués. Si ce sont de vieux meubles, on les destine au grenier où ils ne tarderont pas à tomber dans l'oubli le plus complet. Qu'il survienne de temps en temps un connaisseur de vieilles choses, on en parlera bien peu; on ira même jusqu'à les montrer au visiteur. Si un expert advient et démontre aux héritiers qu'ils possèdent sans en soupçonner l'existence, des pièces de grande valeur dans leur grenier, au mieux,

ceux-ci feront alors un effort pour leur trouver un endroit convenable dans un coin reculé de la maison.

Je crois que nous avons agi ainsi envers l'héritage de l'abbé Léon Provancher. De bien des personnages de notre histoire, nous avons su tirer des leçons, des exemples profitables, nous avons même inventé à quelques reprises certains de ces personnages. Celui qui nous intéresse ici n'a pas besoin d'être fabriqué, toute sa vie a été un exemple de labeur, de patriotisme et de foi. Il passe presque inaperçu chez nous si ce n'est dans le monde des sciences. Contrairement à bien d'autres, en plus d'un modèle de vie à suivre, il laisse un trésor inestimable : ses collections.

Biographie

Huitième enfant d'une famille de dix, Léon Provancher est né à Bécancourt en 1820. Son enfance se passe à la campagne et c'est au contact de la nature que le jeune Provancher acquiert ce goût et cette curiosité insatiable pour les Sciences Naturelles. Son entrée au séminaire de Nicolet, puis son ordination en 1844 n'y changent rien. Au contraire! même à travers les rudes tâches du ministère d'un curé de campagne, l'abbé Provancher a toujours consacré ses loisirs à approfondir ses connaissances dans ce domaine.

C'est après une rencontre avec William Cooper, un entomologiste de Québec, qu'il va consacrer toutes ses énergies à l'entomologie. Cependant, ce n'est que vers la cinquantaine, lorsque libéré de sa cure de Portneuf à cause de maladie et retiré à Cap Rouge que Provancher donnera sa pleine mesure. Déjà deux ouvrages « Les vergers canadiens » en 1862 et sa « Flore du Canada » en 1863, démontrent amplement son ardeur au travail. En 1869, il fonde « Le Naturaliste Canadien », une revue scientifique dont il assure presque entièrement la rédaction jusqu'à sa mort en 1892. Ses collaborateurs, au nombre de 34, avaient contribué à 50 articles et Provancher lui-même en avait présenté 600.

Provancher réalise enfin sa grande ambition quand il commence à publier sa « Petite faune du Canada » selon les étapes suivantes : « *Les Coléoptères* » en 1877, « *Orthoptères, Névroptères et Hyménoptères* » en 1883, « *Les Hémiptères* » en 1886, et « *Additions aux Hyménoptères* » en 1889. Au total, cet ouvrage comprend 2500 pages dans lesquelles on trouve au-delà de 1000 descriptions originales de l'auteur. C'est un ouvrage considérable, le premier du genre au Canada.

A la fin de sa vie, Provancher possédait une collection importante comprenant plus de 16,000 spécimens capturés surtout autour de Québec; mais on

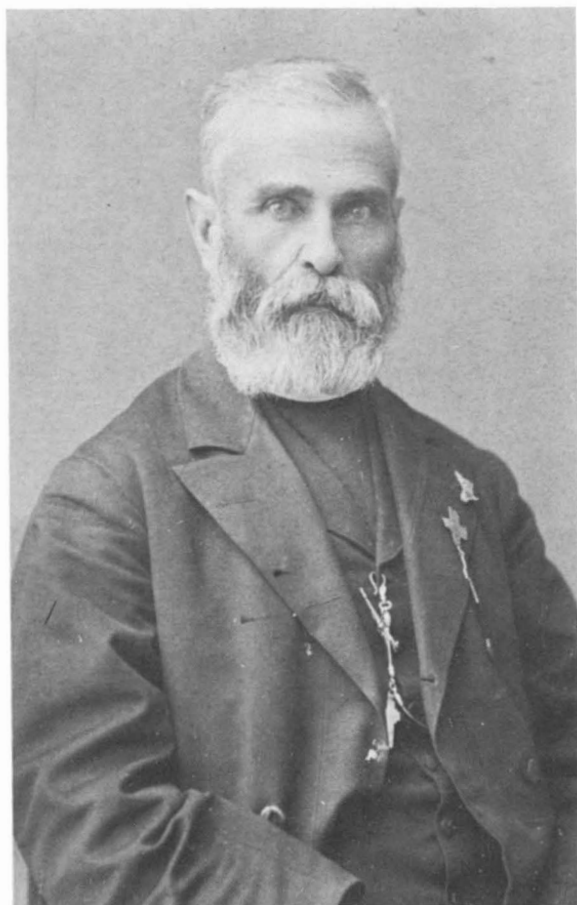


FIGURE 1. Portrait de l'abbé Léon Provancher pris en 1884 lors de son dernier voyage à Rome.

y trouve des représentants de la faune de l'est, du sud et de la côte ouest des États-Unis, des Antilles, de l'Europe et de la Palestine, récoltés au cours de ses voyages. Parmi ces spécimens, l'abbé de Cap Rouge en a décrit 953 dans le seul ordre des Hyménoptères dont 555 sont toujours valides (Muesbeck, 1951). Il a également apporté une contribution importante aux ordres des Hémiptères et des Homoptères en y décrivant près de cent espèces dont environ 40 sont encore reconnues.

Nous avons passé sous silence ses travaux sur les vertébrés et sur la botanique qu'il traita avec beaucoup d'autorité (Cinq Mars, 1968). On pourrait aussi mentionner ses grandes entreprises religieuses que nous savons très vastes (Huard, 1926). Nous laisserons développer ces sujets par des historiens avisés.

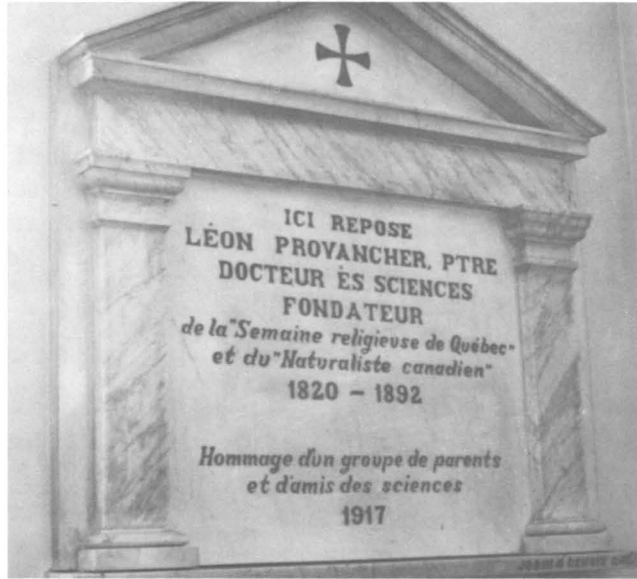


FIGURE 2. Plaque commémorative, dans la chapelle de l'Église de Cap-Rouge où l'abbé Provancher a été enterré. Rappelons qu'en 1880, il reçut le deuxième doctorat ès sciences de l'Université Laval.



FIGURE 3. Maison qu'occupa Provancher au village de Cap-Rouge jusqu'à sa mort en 1892.

Contentons-nous de signaler qu'à la fin de sa vie, faute de moyens matériels, Provancher renonce à présenter la suite de sa « Petite Faune du Canada ». Deux importants ordres d'insectes, Diptères et Lépidoptères, attendaient sur le métier. Grâce à une collection considérable de coquillages et une littérature abondante, il se contente de publier les résultats de ses études sur ce groupe qu'il connaissait très bien. En 1891, Provancher publie son dernier volume « *Les Mollusques de la Province de Québec* », volume de 154 pages dont l'édition s'avérait moins coûteuse que son traité des insectes. Endetté, aigri et malade, Provancher mourût le 23 mars 1892, après avoir présenté un index complet des vingt volumes de sa chère revue.

L'HOMME

Disons tout de suite que fréquenter Provancher ne devait pas toujours être facile. L'abbé Huard, son biographe, et probablement celui qui l'a le mieux connu, avouait que le reclus de Cap Rouge se montrait souvent d'humeur peu commode : « *il avait un tempérament rude, cassant, tranchant, même colère* ». Par contre, cet homme possédait des qualités tout à fait en dehors de l'ordinaire. Celui qui désire s'en rendre compte n'a qu'à parcourir le livre bibliographique de Huard (1926) ou encore de relire les récits de voyages de Provancher, ses réflexions sur les grands problèmes scientifiques de son temps, notamment le Darwinisme, qu'il discute dans « *Le Naturaliste Canadien* ».

D'abord, Provancher jouissait d'une imagination vive, couplée d'un courage indomptable et d'une volonté qui courba peu souvent devant les difficultés qui l'assaillaient de partout. En homme de vision et connaissant les besoins de notre agriculture, il adresse souvent des reproches aux hommes politiques de son époque, leur proposant des mesures qui se sont réalisées malheureusement beaucoup plus tard. On parle souvent de nos grands patriotes les Papineau, les Chenier, les Chapleau (Provancher ne prisait pas tant ce dernier qu'il qualifiait de beau parleur). Sans autant de fracas, mais avec autant d'ardeur Provancher a vécu lui aussi comme un grand patriote.

Homme clairvoyant, il a tenté toute sa vie d'influencer tant soit peu les canadiens-français à s'engager sur le chemin des sciences. Il le devinait particulièrement prometteur pour la nation qu'il chérissait. En effet, il se rendait compte que les sciences occupaient une grande place dans l'éducation des anglo-saxons, tant aux États-Unis qu'au Canada. Cette politique rapportait de gros dividendes et il en escomptait les mêmes bénéfices pour les gens du Québec. Malheureusement, nous étions loin de courtiser la science à cette époque : l'analyse de Lortie (1966) le montre clairement et bien avant, Provancher était arrivé aux mêmes conclusions.

Certains auteurs et tout dernièrement Maheux (1968) analysent les motifs avoués ou inavoués qui ont poussé Provancher à publier sa revue. La diffusion des sciences chez les canadiens-français représente sûrement le plus important d'entre eux; Provancher (1873) explique ses raisons :

« Ajoutons que pour le clergé canadien, il y a une raison particulière qui lui fait une obligation de se livrer à l'étude des sciences. C'est qu'ici, le clergé, ayant l'éducation secondaire entre les mains, il lui importe de faire voir qu'il a les capacités requises pour la bien diriger » . . . puis « L'illustre prédécesseur de l'archevêque actuel sur le siège de Québec, comprenait si bien la chose, qu'il n'hésita pas un instant à nous accorder notre retraite de l'exercice du saint ministère, lorsque nous lui en fîmes la demande, sur le motif seul de maintenir le clergé à la tête du mouvement intellectuel en ce pays, en poursuivant notre publication que vous venions de commencer ». Fréquemment, Provancher répètera ces propos sous d'autres formes.

Tout en étant courtois, Provancher faisait amèrement regretter à tous ceux qui l'attaquaient injustement les blessures causées à sa fierté. Sa plume était très acérée et sa riposte ne se faisait jamais attendre. On a souvent l'occasion de rigoler quand on relit les polémiques avec les différents personnages qui ont voulu entrer en lice avec lui.

Provancher était fier de sa langue et la maniait de très belle façon; il n'admettait pas que journaux et revues publiés au Québec ne la respectent et ne la chérissent constamment. Il s'érigea même en censeur des différents journaux qui avaient cours à l'époque dans la province. L'affaire fit grand bruit et lui créa bien des rancunes tenaces.

Toute sa vie s'est passée à combattre efficacement l'ignorance et la bêtise, à promouvoir le goût de l'étude et des sciences chez ses compatriotes. Ce zèle fait de lui une autre figure à insérer au grand tableau de nos vrais patriotes.

LES NATURALISTES ET LES ENTOMOLOGISTES DE SON MILIEU

De son temps, Provancher n'était pas seul lancé sur la piste prometteuse des Sciences. Dans le secteur couvrant les Sciences Naturelles, cette époque connut plusieurs biologistes et naturalistes de fort calibre comme les Dr. Carpentier, J.A. Crevier, J.B. Meilleur, puis Le Chevalier, P. Chasseur, F.X. Bélanger et William Cooper, les abbés Brunet, J.C. Laflamme et B. Cloutier ainsi que Huard, sans oublier N.D. St-Cyr, pour n'en nommer que quelques-uns. D'ailleurs, tous ces noms figurent maintenant dans la petite histoire des Sciences du Québec (Lortie 1966).

Lui seul, pourtant, parmi ses compatriotes, pouvait se prétendre entomologiste. Durant les vingt ans que parut sa revue, il connut cinquante collaborateurs qui traitèrent des Sciences : de ceux-ci seulement huit écrivirent timidement des articles en entomologie. Les abbés Huard et Burque décrivent deux nouvelles espèces d'insectes. F.X. Bélanger, Guignard et L.D. Mignault présentèrent chacun un article d'une dizaine de pages. On totalise 57 pages d'entomologie qui ne sont pas de la main de Provancher en incluant la collaboration de trois autres compatriotes de langue anglaise, Fletcher et Harrington et un monsieur Hansen dont les écrits paraissent traduits dans le *Naturaliste*. De son milieu, voilà donc l'appui qu'il reçut dans ce domaine. Ceci n'étonne pas quand on songe que cette science touchait tout juste à ses débuts au Canada. Les canadiens de langue anglaise plus avancés, plus favorisés ne venaient-ils pas de fonder la première société d'entomologie au pays, en 1863 ?

Il y avait tout de même 83 entomologistes au Canada, dont quinze à Montréal en 1877, d'après un article du *Entomological Harvard Club* (la revue *Psyche*) reproduit en partie dans le *Naturaliste Canadien*.

Provancher commente cette liste, relève certains oubliés et indique les noms de ceux qui consacraient leurs loisirs à l'entomologie : à Québec : F.X. Bélanger, Dr. P. Boulet et W. Couper; à Montréal : G.J. Bowles, G.C. Geddes, P.F. Kuetzing; à Chicoutimi : Rév. V. Huard, Rév. D.O.R. Dufresne; à St-Hyacinthe : Rév. G. Clapin, Rév. F.X. Burque; à Ste-Anne de la Pérade : D.N. St-Cyr; à St-Guillaume, Rév. Nap. St-Cyr.

A ces collaborateurs qui venaient ajouter de temps à autre une pierre au monument que Provancher élevait patiemment, il adressait parfois des critiques acerbes. Par contre, il ne tarissait pas d'éloges et se montrait très fier de ces mêmes personnages quand il les jugeait pour la postérité. Écoutons-le parler de Crevier dans un article sur les *Naturalistes Canadiens* : « *A cette mémoire prodigieuse, joignez un coup d'œil des plus sûrs, une pénétration des plus subtiles, une ardeur pour le travail, disons mieux, une passion pour l'étude, un désir insatiable de savoir que rien ne peut rebuter, et vous pourrez comprendre, jusqu'à un certain point, comment cet homme qui dépasse à peine la quarantaine a pu acquérir déjà une telle somme de connaissances* ».

Il est facile de se rendre compte avec ce tour d'horizon, que si Provancher se trouvait entouré d'excellents hommes en Sciences Naturelles, il entreprenait presque seul l'étude de l'entomologie. De sa rencontre avec William Cooper vers 1856, date où l'on situe le début de sa carrière, on peut dire que l'élève, pour reprendre l'expression de Huard, avait surpassé le maître de façon magistrale. Il conviendrait ici de mentionner ses liens étroits avec les frères André, auteurs des grands travaux européens sur les Hyménoptères. Il les a rencontrés et à même chassé les insectes avec eux une fois à Beaune, France, en 1884.

LES ENTOMOLOGISTES ANGLOPHONES

Comme on l'a vu plus haut, les vocations entomologiques étaient rares au Québec, par contre elles ne manquaient pas en Ontario, encore moins aux États-Unis. Lors de la réunion annuelle du A.A.A.S. en septembre 1881, à son discours de clôture, le président de la section d'Entomologie, le docteur John G. Morris, déclare : « *Gentlemen, forty years ago I could count the known working Entomologists of our country with the first ten numerals . . .* ». Traçant l'histoire de cette science depuis 1840, il présente un bref aperçu de ce qui s'est écrit en 1880-81; trois cent deux articles présentés par 77 entomologistes. Il rappelle la publication du *Naturalist's Directory* qui mentionne 436 entomologistes pour l'Amérique du Nord à cette date. Par deux fois, Provancher publiera de courtes analyses tirées de ce même *Naturalist's Directory*, peut-être pour encourager ses lecteurs à prendre la même route que lui. Il est intéressant de noter, grâce à cette analyse, que seulement trois ou quatre spécialistes se consacraient à l'étude des Hyménoptères de l'Amérique du Nord en 1880.

En face de cette situation, il est naturel que Provancher aille chercher appuis et conseils chez les Américains et les Ontariens. Nous pouvons nous demander quelle sorte de rapports un personnage tel que Provancher, prêtre et catholique, entretenait avec eux.

Le peu de correspondance que nous avons pu voir et les propres affirmations de Provancher, nous permettent de dire que ces rapports étaient cordiaux. A plusieurs reprises, il incite ses abonnés à souscrire au *Canadian Entomologist*, dont il parle avec éloge. Il ne manque jamais de citer les ouvrages publiés par les membres de la Société Entomologique de l'Ontario, de même que ceux des États-Unis; aussi les travaux de Fletcher et Saunders ne passent pas inaperçus aux lecteurs du *Naturaliste*. Ce service n'a malheureusement pas toujours été retourné avec autant d'enthousiasme; ses livres sur la « *Petite Faune* » auraient pu faire l'objet de publicité dans le *Canadian Entomologist*, mais nous l'avons cherchée en vain. Pourtant, sur le plan individuel, il semble qu'il ait eu des rapports agréables avec ses collègues de langue anglaise, tant Canadiens qu'Américains. A l'occasion de sa première rencontre avec Fletcher, à Ottawa en 1885, il souligne l'affabilité et la gentillesse de ce dernier. De même, à Salem en 1868, au congrès de l'A.A.A.S., il revient charmé des premiers contacts personnels établis avec quelques-uns des grands entomologistes du temps tel que C.V. Riley, le Dr. A.S. Packard, Mehan, Walsh, le Baron Osten Sacken, ainsi que les révérends Bethune et Morris. Après cette première entrevue il établit de solides liens avec ses collègues des États-Unis. Il correspond souvent avec les taxonomistes et leur fait parvenir ses insectes pour en faire vérifier l'identification. Ainsi Lintner, Uhler, Hagen, Walsh, Riley, Horne, Ashmead et LeConte apportent leur grande expérience et leur concours à l'édification de la tâche qu'il s'était tracée.

De leur côté, les Anglais lui rendaient hommage de temps à autre. Bethune, l'éditeur du *Canadian Entomologist* salue l'apparition du *Naturaliste* par quelques mots d'éloges sur Provancher. Il répète ce geste à plusieurs reprises au cours des premières années. A l'occasion de la réapparition du périodique en 1885, l'éditeur félicite à nouveau Provancher. Cette même année, l'abbé de Cap Rouge avait été accueilli pour la première fois dans les pages du *Canadian Entomologist* pour y publier en anglais la description d'un genre nouveau ainsi que sept nouvelles espèces. (Provancher, 1885).

On estimait Provancher au-delà des frontières du Québec; Brodie (1886), dans une lettre à Taylor s'exprime ainsi vis-à-vis de Provancher : « *Our best American authority on North American Hymenoptera* », ou encore Guignard (1886), d'Ottawa, « *By our high authority Provancher* » à l'occasion d'un envoi d'insectes à identifier. L'américain Lintner, entomologiste de l'État de New York, lui écrit le 8 mai 1886 (Huard, 1926). « *Vous avez fait et vous faites une œuvre admirable, en traitant de la faune des différents ordres. Je suis très content que votre journal ait reparu: car sa disparition aurait été un malheur et même un crime à la charge de ceux qui en auraient été la raison* ».

Provancher envoyait certains traits de caractère des anglais, comme leur ambition collective devant le défi de la Science. Combien de fois n'a-t-il pas comparé la compréhension du Gouvernement Ontarien, à l'égard du *Canadian Entomologist*, et l'ignorance, le manque d'intérêt dont faisait preuve celui du Québec pour une revue analogue, la sienne. Voyons comment il reproche aux siens leur indifférence : « *Comme nous faisons là une œuvre nationale, une œuvre que partout ailleurs chaque état fait à ses frais, nous pensions que notre gouvernement ne pourrait nous refuser une aide raisonnable, comme on l'a fait lors de la publication de notre Flore. Mais vain espoir; ministres, députés, conseillers législatifs, semblaient s'être entendus pour faire passer notre requête aussitôt que présentée, des mains du greffier dans l'insatiable panier aux oubliettes* ».

A quelques reprises il envie les ontariens d'être bien partagés dans le domaine de l'Agriculture, aussi le souligne-t-il à l'ouverture de la Ferme Expérimentale à Ottawa. Il se demande quand le Québec sera favorisé de la même façon. Une autre fois son amertume se reflète devant l'ignorance ou l'oubli de l'élément anglais face aux réalisations et aux efforts des Canadiens-français. C'est à l'occasion de la publication du « *Catalogue of Canadian Plants* » par John Macoun, en 1883 : « *Nous regrettons que sous ce rapport, la Province de Québec n'a pas reçu la part d'attention à laquelle elle avait droit. Mais les Canadiens-français s'occupent-ils de Sciences? La Commission Géologique a-t-elle à compter sur eux?* » Il veut mentionner par là les travaux de St-Cyr et Brunet ainsi que sa propre publication.

SA REVUE

En tout premier lieu, il nous a laissé une revue, qui heureusement, a vécu allègrement ses cent ans sans démentir son fondateur. Provancher serait sûrement très heureux de voir ce qu'est devenu effectivement son *Naturaliste Canadien*, surtout depuis l'essor que lui a imprimé son nouvel éditeur, le Dr G.-Wilfrid Corriveau. Si l'on désire juger le périodique de l'entomologiste de Cap Rouge, il faut trouver des points de comparaison avec ce qui se faisait ailleurs. Le « *Canadian Entomologist* » est tout indiqué.

Ce périodique naquit quelques mois seulement avant celui de Provancher. On peut donc constater les progrès et chez l'un et chez l'autre. De plus, ces deux revues visaient des buts presque communs. On sait que le *Canadian Entomologist* dès sa fondation, se consacre uniquement à l'Entomologie, c'est la première revue du genre en Amérique du Nord. Par contre, si au début Provancher traite des Mammifères, des Oiseaux, des Poissons, de la Géologie, dès son second volume, il annonce son intention d'accorder beaucoup plus de temps et d'espace à l'entomologie. Cette discipline était très mal connue et surtout d'une grande importance dans l'économie agricole de la province. Plus loin, il explique à ses lecteurs : « *Si nous notons plus particulièrement l'agriculture, c'est que plus que tout autre ce département est lié aux études que nous poursuivons* ». Il ne fait pas de doute que Provancher place l'entomologie au premier plan de ses préoccupations. Une compilation rapide des sujets qu'il a publiés dans *le Naturaliste* se lit comme suit :

SUJETS	NOMBRE D'ARTICLES
Acariens	4
Biologie générale	32
Batraciens	4
Botanique	30
Géologie	27
Sciences Naturelles	63
Poissons	3
Oiseaux	4
Mammifères	8
Reptiles	2
Entomologie	260

En tout, de 1868 à 1883, Provancher a consacré plus de 1700 pages de sa revue à l'entomologie. À partir de 1883 jusqu'en 1892 où les subsides du Gouvernement boudèrent sa publication, il accorde seulement 50 des 1300 dernières pages de sa revue à l'entomologie.

Les 1700 pages représentent un effort considérable, si l'on songe à ses faibles moyens financiers et si l'on tient compte que pendant cette même période le *Canadian Entomologist* publie 3400 pages avec 25 collaborateurs canadiens et 73 américains.

Sous le rapport de la collaboration, Provancher n'est pas mieux servi que sous le rapport finance. Les articles de ses huit collaborateurs occupent 57 pages du *Naturaliste*, c'est bien faible comparé à l'intérêt apporté au *Canadian Entomologist* par les entomologistes d'expression anglaise. Les articles des cinq premières années de cette revue sont signés par 8 canadiens et 18 américains. Mentionnons aussi les nombreux correspondants qui y publient des lettres intéressantes les entomologistes. La compilation des vingt premières années du *Canadian Entomologist* témoigne du support de 35 collaborateurs canadiens et de 124 américains dont les entomologistes les plus connus et les plus prolifiques de leurs temps : Chambers, Coquillet, Dyar, Edwards, Fernald, French, Gröte, Hagen, Lintner, Le Conte, Riley, Van Duzee, etc. Ceci faisait dire au président de la section d'entomologie, le Dr. J. G. Morris, au congrès de l'Association Américaine pour l'Avancement des Sciences lors de son discours de clôture, en 1881 : « *The Canadian (Entomologist) is general and the organ of a special association. Although it is geographically extra limital, yet, it is very near us and a large share of its papers come from this side of Niagara* ». Voilà de la collaboration.

Malgré l'aide de ces gens célèbres, malgré les moyens financiers beaucoup plus adéquats, le *Canadian Entomologist* n'a produit que deux fois ce que l'entomologiste de Cap Rouge a fait seul. En plus de la lourde charge que lui inflige la publication de son *Naturaliste*, Provancher commence à publier sa petite *Faune du Canada*. Considéré globalement, cet ouvrage est le premier du genre en Amérique du Nord; nul autre avant lui avait fourni à l'entomologie pratique tant de manuels sur la faune d'un si vaste territoire.

Quand on sait comment Provancher procédait pour identifier un insecte, quand on connaît tous les obstacles rencontrés, on comprend la raison de ce gigantesque travail; écoutons plutôt ses réflexions : « *Nos lecteurs n'ont peut-être pas d'idée des difficultés que présente la constatation d'un seul insecte nouveau. Qu'ils en jugent par l'exemple suivant :*

« *Nous tenons, supposons, entre nos doigts, l'insecte que nous avons nommé *Trogus canadensis*. C'est un insecte de bonne taille, fort remarquable par sa coloration, ayant l'abdomen d'un rouge uniforme, avec le thorax noir et les ailes très foncées. Nous reconnaissons de suite à sa conformation générale, que c'est un Ichneumonide. Mais dans quel genre le ranger? Nous nous armons donc de la loupe et*

examinons attentivement ses différentes parties, sa face, sa bouche, ses palpes, ses antennes, son prothorax, ses pattes, ses ailes, son abdomen, etc. Son écusson soulevé, son métathorax pareillement soulevé en pointe à la base, la forme de l'aréole de ses ailes qui est presque triangulaire, m'indiquent de suite que c'est le genre Trogus qui le réclame. Nous cherchons donc dans nos auteurs la description de ce genre, pour nous rendre plus certain. Mais vainement. Ce genre a été établi par l'allemand Panzer, et Say, et Cresson qui ont décrit des espèces de Trogus, n'ont pas répété sa description. Sans plus de certitude, nous passons à l'examen des espèces.

On sait de quel secours sont les catalogues en Entomologie pour l'identification des spécimens. Les catalogues en effet, sont des listes complètes des genres et des espèces, avec indication de l'ouvrage où chacune de celle-ci a été décrite. Mais malheureusement, il n'existe pas encore de tel catalogue pour les Hyménoptères. Il ne nous reste donc d'autre parti que de découvrir les tables de nos auteurs pour voir en quels endroits ils auraient pu traiter des Trogus. Brullé, dans le vol. IV des Suites à Buffon, pages 298 et 299, donne la description de deux Trogus de l'Amérique du Nord; nous parcourons ces descriptions, et nous trouvons qu'elles ne répondent pas aux caractères de notre insecte. Cresson en décrit un autre à la page 287 du vol. III des Proceedings of the Entomological Society of Philadelphia qui n'y répond pas davantage. Dans le vol. IV de la même publication, Cresson en décrit six autres, mais aucune de ces descriptions ne convient non plus à notre spécimen. Dans le vol. II des Transactions of the American Entomological Society, Cresson en décrit douze autres. Après avoir parcouru attentivement ces diverses descriptions, nous nous arrêtons à l'espèce Copei, qui répond assez à notre insecte; cependant, il y a plus d'une divergence: la base des antennes roussâtre, Cresson ne dit rien de tel du Copei; ce dernier est donné comme ayant les tarsi seulement brunâtres, le nôtre les a distinctement rousses, etc. A quoi nous arrêter alors? Prendrons-nous cet insecte pour une espèce nouvelle, ou pour une variété du Copei? Il faudrait un spécimen de ce dernier pour nous décider sûrement, et ce spécimen nous manque. Nous nous arrêtons donc à l'une des deux hypothèses, risquant de commettre une erreur qu'il nous faudra peut-être corriger plus tard ».

Nous ne gloserons pas plus longtemps sur cet aspect du sujet, un de nos aînés, bien mieux préparé et placé pour en parler, le Dr. Georges Maheux, nous a entretenu du Naturaliste dans un numéro précédent (Maheux, 1968).

UN OBJECTIF

En héritage, Provancher nous a également laissé un objectif qu'il nous faudra réaliser un jour. Toute sa vie, il a désiré que les Canadiens-français aient un *Musée des Sciences Naturelles*. Dans une telle institution bien équipée, pourvue de riches collections, il voit un puissant instrument d'éducation populaire. Pas moins d'une vingtaine de fois, dans son périodique, il aborde le sujet d'un

Musée et l'importance de l'enseignement des Sciences Naturelles. À la fondation de son Naturaliste, on le voit répandre l'idée d'amasser pour les générations futures. Plus tard, il enseigne quoi amasser, puis, comment tenir à jour la comptabilité des richesses accumulées et enfin comment en tirer parti. De son vivant, à la suite de cette longue campagne, il se voit récompensé par les réalisations qu'il a suscitées à travers la province.

En 1888, quelques vingt ans après avoir lancé son idée, il récolte une partie des bénéfiques, À la suite de la distribution d'un questionnaire chez ses abonnés il en publie les résultats. Nous apprenons ainsi, que dans les différentes institutions d'enseignement de la Province, à cette époque, on avait récoltées 15,000 plantes, 276 mammifères, 4438 oiseaux (avec 1561 oeufs et 98 nids), 183 poissons, 317 reptiles, et 34305 espèces d'insectes, tout ceci sans parler des roches, des fossiles et des coquillages, dont Provancher avait lui-même amassé une vaste collection. (Tableau I).

Il ne fait nul doute que Provancher a contribué fortement à propager l'idée de créer des Musées d'Histoire Naturelle dans la Province. Harrington (1892), dans son panegyrique saura souligner ce fait à la mort de l'entomologiste de Cap Rouge.

Malheureusement, un si bel élan n'a pas donné suite à son rêve le plus cher : un *Musée Provincial des Sciences Naturelles* digne de ce nom. En effet, on connaît assez les hauts et les bas qu'a vécus cette institution au Québec. Si jamais son rêve se réalise, il faudrait bien que ce Musée porte son nom, il est sûrement le plus méritant.

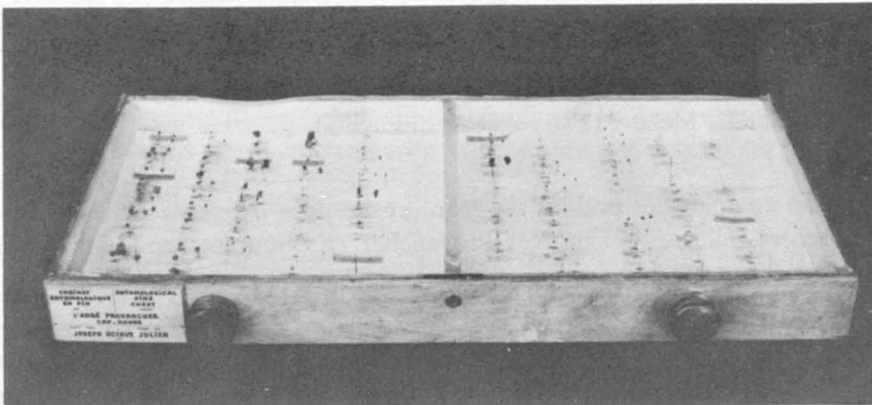


FIGURE 4. Un tiroir du cabinet entomologique qu'utilisait l'abbé Léon Provancher, vers 1880.

SA COLLECTION D'INSECTES

Les motifs et l'inspiration qui poussaient Provancher à classer et décrire tant d'insectes, il les trouvait dans sa collection. Un si petit nombre de tous ces spécimens lui étaient connus, lui qui désirait tout savoir, lui qui voulait en faire profiter tous les autres. Sans représenter une récolte importante – environ 16,000 spécimens – cette collection se caractérise par 1,100 insectes types. Elle représente l'héritage national le plus précieux de Provancher (Holland, 1966).

Malheureusement, méconnue par les autorités gouvernementales qui ont eu la responsabilité de la conserver après sa mort et celle de son successeur, le chanoine Huard, cette collection a survécu tant bien que mal aux avatars des négligences, de l'ignorance et du temps. Que valent ces types maintenant, que valent les nombreuses descriptions de Provancher ?

Depuis Gahan et Rowher (1917), plusieurs de ceux qui ont traité de l'aspect scientifique du travail de Provancher, mettent en doute ses concepts du genre. Ces auteurs avancent entre autre que Provancher dans son isolement, ne pouvait discuter des nouvelles idées qui surgissaient de partout à cette époque. Ce n'est que partiellement vrai, car l'entomologiste de Cap Rouge s'était entouré d'une bibliothèque extrêmement bien garnie qui peut être consultée à la Bibliothèque de la Législature au Parlement. Il ne fait nul doute que Provancher se tenait au courant de la pensée scientifique. Ses concepts du genre et de l'espèce, il les puisait dans la littérature la plus récente et probablement comme tous ses collègues, évoluait avec eux. Les revues, les périodiques du temps traitent fréquemment des problèmes de nomenclature et de taxonomie. Provancher a lu comme les entomologistes d'alors la polémique qui s'est élevée au cours de l'année 1876, quand Scudder publie son article « *Historical Sketch of the Generic Names proposed for Butterflies, A Contribution to Systematic Nomenclature* ». Tout de suite Edwards (1876) engage la discussion, puis Grote (1876) en profite pour donner une communication intéressante « *On Genera* ». Finalement, Theodor L. Mead (1876) clôt la discussion.

Si l'on compare les notions de genre et d'espèce exposées au cours de ces polémiques et celles qu'a exposées Provancher en discutant sur le Darwinisme, ces notions sont tout à fait comparables.

Comment Provancher appliquait-il ces concepts dans la pratique. L'examen attentif du catalogue « *Hymenoptera of America North of Mexico* » (Muesbeck, 1951) nous apporte en partie la réponse. Des 23 genres décrits par Provancher, cinq seulement sont retenus comme valides : *Aplomerus*, *Chelynia*,

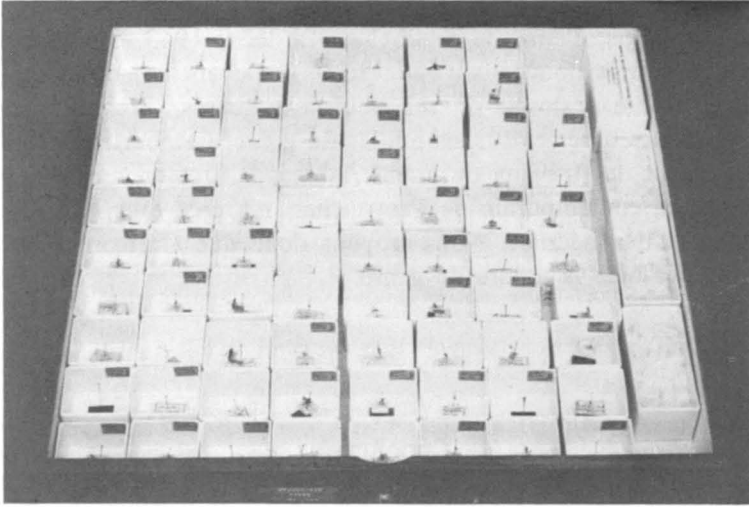


FIGURE 5. Un tiroir où sont conservés individuellement les insectes types de l'abbé Léon Provancher à la faculté des Sciences de l'Université Laval.

Platysoma, *Ropronia* et *Sphaecophilus*. Ceci semble évidemment donner raison aux critiques. Pourtant l'analyse de chacun des cas montre qu'à six reprises Provancher n'avait pas vu les travaux des auteurs prioritaires, Haliday et Færster; forcément, les genres suivants devaient être placés en synonymie : *Aphidaria*, *Asynaphes*, *Nevropenes*, *Posocentrus*, *Scotioneurus* et *Trichesia*. À cinq autres reprises, les genres décrits sont très particuliers et ne comprennent qu'une ou deux espèces en Amérique du Nord; il s'agit de *Arotropus binodosus*, *Copelus paradoxus*, *Cryptocentrus flavipes*, *Gamosecus laticeps* et *Posocentrus huardi*. Il se trouvait justifié d'y voir des genres nouveaux. Dans un cas comme celui de *Labidia*, genre inclus dans le vaste groupe actuel des *Tenthredo*, Provancher n'a pas été le seul tenté d'en faire autant. Plusieurs autorités tels que Cresson, Rowher, Norton et Della Torre ont proposé des divisions semblables après lui. La taxonomie moderne y est aussi pour quelque chose (Shenefelt, 1968). Il était inévitable qu'une partie des descriptions faites à cette époque tombe en synonymie, parce que la clé de l'énigme « les descriptions originales » restait enfouie dans des ouvrages européens, peu ou pas accessibles aux auteurs américains.

Une seconde considération, statistique celle-là, contredit aussi le jugement de valeur attaché aux genres de Provancher. Muesebeck (1951) encore une fois, nous procure cet argument. Dans l'index du catalogue des Hyménoptères, nous comptons 953 espèces attribuées à Provancher, dont incidemment 555 sont toujours reconnues valides. De toutes ces espèces, Provancher a jugé bon d'en élever seulement 23 au niveau de genre nouveau. Examinons alors le tableau d'Ashmead, contemporain de Provancher et certes l'un des plus grands entomo-

logistes de son temps; d'après le catalogue, il a décrit 1943 espèces d'hyménoptères dont 409 genres nouveaux (226 valides). Devant ces chiffres, si l'on en juge par le nombre restreint de ses nouveaux genres, Provancher possédait encore de meilleurs barèmes sur les limites du genre. Et pourtant nul n'a jamais douté de la valeur des travaux du grand Ashmead. Cresson un autre grand hyménoptérologue, contemporain de Provancher, n'a créé que 26 genres sur les 1900 espèces qu'il a décrites. Nous croyons donc que Cresson et Provancher, connaissaient très bien la nature du genre.

Conclusion

Les espèces créées par Provancher ont connu un meilleur sort que celui réservé à ses genres. Aujourd'hui, soixante pour cent d'entre elles sont reconnues valides, malgré les caprices de la synonymie. Ce résultat se compare favorablement à celui des taxonomistes de son temps.

Grâce à la correspondance échangée et à la littérature scientifique, on sait qu'une vingtaine de spécialistes se sont livrés à l'examen des types de la collection, au cours des cinquante années qui suivirent la mort de Provancher. Durant les vingt suivantes, sous le gardiennage de M. Noël Comeau, une trentaine de spécialistes firent de même. Depuis 1962 que nous occupons le poste de Conservateur de la collection, nous avons eu l'avantage d'en recevoir une vingtaine d'autres. On constate ainsi l'intérêt et l'actualité de cette précieuse collection pour les entomologistes modernes.

Les travaux récents de Heinrich (1960-62), Burkes (1963), Vickery et Kevan (1964), Francœur et Béique (1966), Shenefelt (1968), Kelton et Lattin (1968), ont rétabli la paternité de plusieurs noms créés par Provancher, noms qui lui reviennent de droit, même si par négligence ou ignorance ils avaient connu une certaine éclipse. Nous espérons que ce genre d'études se multipliera à l'avenir; il deviendra alors possible de présenter le catalogue complet et définitif des espèces décrites par notre Linné canadien.

Si les étrangers se sont toujours intéressés à la collection Provancher, on doit déplorer malheureusement le peu d'intérêt que cette richesse scientifique a suscité chez les nôtres. Il reviendrait à l'Université Laval de développer une importante section de systématique des Hyménoptères, basée sur cette collection inestimable, afin de faire revivre l'œuvre entreprise par Provancher.

Références

- BRODIE, W., 1866. Correspondance. *Canad. Ent.* **18**: 59-60.
- BURKES, B. D., 1953. The Provancher Species of Chalcidoidea (Hymenoptera). *Canad. Ent.* **95**: 1254-1263.
- CINQ-MARS, L., 1968. Hommage d'un botaniste à l'abbé Léon Provencher (1820-1892), fondateur du Naturaliste Canadien. *Naturaliste can.* **95**: 7-18.
- EDWARDS, W. H., 1876. Notes on Entomological Nomenclature. *Canad. Ent.* **8**: 41-52, 81-94, 113-119.
- FRANCOEUR, A. et BÉIQUE, R., 1966. Les Formicides (Hyménoptères) de Provancher. *Canad. Ent.* **98**: 140-145.
- GAHAN, A. B. and ROWHER, S. A., 1917. Lectotypes of the species of Hymenoptera (except Apoidea) described by abbé Provancher. *Cand. Ent.* **49**: 298-303.
- GUIGNARD, J. A., 1886. Notes on Hymenoptera, collected near Ottawa. *Canad. Ent.* **18**: 68-72.
- GROTE, A. R., 1876. On genera and the law of priority. *Canad. Ent.* **8**: 56-58.
- HAGEN, H., 1876. On genera. *Canad. Ent.* **8**: 194-198.
- HARRINGTON, H., 1892. Provancher's Death. *Canad. Ent.* **24**: 130.
- HEINRICH, G. H., 1960-1962. Synopsis of Nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with Particular References to the Northeastern Region (Hymenoptera). *Cand. Ent. Supplement Nos*: 15-18-21-23-26-27-29.
- HOLLAND, G. P., 1966. L'abbé Léon Provancher 1820-1892. Dans: "Les Pionniers de la science canadienne". *Société Royale du Canada*, University of Toronto Press.
- HUARD, V. A., 1926. La vie et l'oeuvre de l'abbé Léon Provancher. *Ed. Spéc.* (Paris) et Librairie J. P. Garneau (Québec).
- KELTON, L. A. et LATTIN J. D., 1968. On the Saldidae types in the Provancher Collection, and a new name for *Salda coriacea* Uhler (Heteroptera). *Naturaliste can.* **95**: 661-666.
- LORTIE, Léon, 1966. La trame scientifique de l'histoire du Canada dans: Les Pionniers de la Science Canadienne. *Soc. Royale du Canada*, University of Toronto Press.
- MAHEUX, Georges, 1968. Le Centenaire du Naturaliste Canadien (1868-1968). *Naturaliste can.* **95**: 2-6.
- MEAD, T. L., 1876. Notes on some of the genera of Mr. Scudder's "Systematic Revision". *Cand. Ent.* **8**: 232-239.
- MUESEBECK, C. F., KROMBEIN, K. V., and TOWNES, H. K., 1951. Hymenoptera of America North of Mexico Synoptic Catalog. *U. S. Dep. Agric., Monogr* 2, Washington, D. C.
- PEABODY, S. H., 1876. Inquiries concerning the genera of Mr. Scudder's "Systematic Revision". *Canad. Ent.* **8**: 141-148.

PROVANCHER, L., 1873. On ne lit pas. *Naturaliste can.*, **5**: 41-46.

PROVANCHER, L., 1885. Addition to North American Hymenoptera. *Canad. Ent.* **17**: 114-117.

PROVANCHER, L., 1886. Le Darwinisme. *Naturaliste can.* **16**: 165-175.

SHENEFELT, R. D., 1968. Braconidæ described by l'abbé Provancher. *Naturaliste can.* **95**: 627-656.

VICKERY, V. R., et Mc E. KEVAN, D. K., The Provancher Types of Orthoptera. *Canad. Ent.* **96**: 1549-1554.

BRACONIDAE DESCRIBED BY L'ABBÉ PROVANCHER

R. D. SHENEFELT

*Department of Entomology, University of Wisconsin,
Madison, Wisconsin*

Résumé

L'apport de l'abbé Provancher à l'étude de la famille des Braconidæ (Hymenoptera) est souligné brièvement.

L'auteur catalogue les 142 types et lectotypes décrits par Provancher, en donne la synonymie, l'état et la localisation présente. Un nouveau nom est proposé pour *Bracon variabilis* Prov., *Bracon comeaui*, un nouveau synonyme *Hormius completus* (Prov.) est présenté pour *H. basalis* (Prov.) et finalement *Rhitigaster ovalis* Prov. est versé dans le genre *Orthostigma* après examen du type.

Abstract

The contributions of l'abbé Provancher to the systematics of the family Braconidæ (Hymenoptera) are discussed briefly. The synonymy, location and state of types and lectotypes of species which he described in the family are given together with additional information concerning them. A new name for *Bracon variabilis* Prov. is proposed, *Bracon comeaui*; a new synonym; *Hormius completus* (Prov.) is presented for *Hormius basalis* (Prov.) and finally a new combination is proposed for *Rhitigaster ovalis* Prov., it is being assigned to the genus *Orthostigma*.

L'abbé Provancher, one of the earlier workers on the Braconidæ in North America, described 142 species belonging to this family. He was an unusually keen observer and his descriptions were such that they fit the specimens very well. While some of his species later were shown to be synonyms and many have been shifted to other genera, due in large part to redefining and changing concepts of generic limits, it is amazing to see how much he accomplished with what he had available and how sound his work actually was.

Provancher lived before the type concept was developed and before the importance of keeping full data on labels on the pins was fully recognized. His manner of handling specimens and keeping records concerning them were very well described by Gahan and Rohwer.

In, or following, his descriptions Provancher used certain abbreviations which are explained by the following quotations:

1877 Petite Faune Entomologique du Canada. vol. 1 Les Coleoptères
p. 139

« *N.B. – Dans les descriptions d'espèces, en outre des abréviations des noms d'auteurs, nous nous servons encore des suivants: c. signifiant commun; CC. très commun; PC. peu commun; R. rare; RR. très rare; AR. assez rare. Nous mettrons de plus en italiques les caractères les plus saillants qui peuvent distinguer chaque espèce de ses congénères.* »

1886 Petite Faune Entomologique du Canada. vol. 3 Les Hémiptères
p. 11

« *Les mesures données sont toujours en centièmes du pouce anglais: .30 pce = 30/100 pouce anglais.* »

Descriptions of Braconidæ by Provancher appeared between 1880 and 1895 in the following:

1880 Le Naturaliste Canadien, 12: 130-147, 161-180

1881 Le Naturaliste Canadien, 12: 193-207

1883 Petite Faune Entomologique du Canada, Vol. II Hyménoptères:
159-170, 491-540
Vol. II Additions et Corrections: 803-806

1883 Le Naturaliste Canadien, 14: 16-19

1885 Canadian Entomologist, 17: 117

1886 Additions au Vol. II de la Faune Entomologique du Canada...:
121-157

1889 Additions a la Faune Hyménoptérologique. Supplément aux additions aux Hyménoptères: 370-397, 431-432

1890 Le Naturaliste Canadien, 19: 189-248

1895 Le Naturaliste Canadien, 22: 79, *et seq.*

In 1917 and 1918 Gahan and Rohwer (Can. Ent., 49: 298-308, 331-336, 391-400, 427-433; and 50: 27-33, 101-106, 133-137, 166-171 and 196-201)

reported on the condition of the majority of the Hymenoptera described by Provancher. At the same time they designated lectotypes or indicated the unique types by giving the sex, the number label and name label for each. In the Braconidæ they did not have access to the Opiinæ or Aphidiinæ. Gahan and Rohwer did not put lectotype or holotype labels on the specimens. Such labels were placed on some of the pins later (in the Braconidæ mostly by Comeau, with others being added by Marsh). The person seeing on a specimen a label such as « Lectotype *Microdus dispar* Provancher P.M. Marsh Feb. '65 » must realize that what Marsh did was not to designate the lectotype but to pick out the specimen already designated as such by Gahan and Rohwer and put a label on it in order to make it more easily recognizable as a lectotype, or to so label the specimen because it bore Provancher's number and agreed with the description.

During the last two years it has been my privilege to see most of the braconids described by Provancher. The fact that the greatest share of the specimens are still in the same condition as was indicated by Gahan and Rohwer is a tribute to those who have been responsible for their care. The main body of the Provancher collection is in the Musée du Québec which is now housed in a modern building at Laval Université. This collection is under the care of Mr. René Béïque, to whom I am indebted for many favors during my examination of the specimens.

Because the specific name remains unchanged while the generic position, and hence generic name, may be shifted, probably the best way to keep track of holotypes or lectotypes for a family is to place each in a separate unit tray and arrange them alphabetically by specific epithet under the name of the author, the authors' names also being arranged in alphabetical order. This system, which is that introduced by Mr. Muesebeck at the United States National Museum, affords the best protection to the specimens, enables them to be located quickly for reference, and gives a definite place to which the specimens are to be returned. (Actually all specimens bearing type labels might well be handled in this manner in all museums where the unit tray system is (or can readily be) used. Such a system enables a researcher to handle the boxes, most of the time without having to remove the specimen. Specimens bearing type labels should remain in the type collection until it is definitely established that they are not types. Adoption of such a procedure would go far in enabling us to keep track of the types – which is a difficult enough task under the best of conditions. It is always a distinct shock to find material labeled « type » sitting amongst unidentified material and to find that the reason it is there is because it hasn't been « verified. » It is much better to keep a specimen in the type collection until there is certainty that it is not a holotype or lectotype than it is to lose it.) As Mr. Comeau had already labeled and segregated most of the Provancher material into separate boxes, it was easy

to arrange Braconidæ in the Musée du Québec in the manner indicated above.

During the course of distinguishing his specimens Provancher described eight genera of Braconidæ as new. All of these have been placed in synonymy with previously described genera. The names involved are:

Aphidaria 1888 p. 396 Type: *Aphidaria basilaris* Provancher = *Lysiphlebus* Förster

Asynaphes 1888 p. 150 Type: *Asynaphes aciculata* Provancher = *Phænocarpa* Förster

Gamosecus 1880 p. 167 Type: *Gamosecus mellinus* Provancher = *Microctonus* Wesmæl

Nevropenes 1886 p. 152 (= *Neuropenes* auctt.) Type: *Nevropenes ovalis* Provancher = *Trioxys* Haliday

Radiolaria 1886 p. 152 Type: *Radiolaria clavata* Provancher = *Dacnusa* Haliday

Scotioneurus 1886 p. 152, 156 Type: *Scotioneurus stenostigma* Provancher = *Aspilota* Förster

Trichesia 1881 p. 203 Type: *Trichesia auripes* Provancher = *Aphæreta* Förster

Trinaria 1886 p. 149 Type: *Trinaria pilicornis* Provancher = *Aphæreta* Förster

Information concerning the type specimens upon which Provancher based descriptions within the family is summarized for each species in the following sequence: 1. name of species; 2. year of publication and page; 3. sexes described; 4. original generic placement; 5. type locality (when known, either from published statement or from Provancher's lists); 6. museum where specimen is located; 7. sex of holotype or lectotype; 8. lectotype designated by.....in.....; 9. present generic placement (if different from original); 10. if synonym equals.....; 11. miscellaneous remarks. For purposes of brevity Provancher's name is usually omitted and Gahan and Rohwer are usually cited as G. & R.

For item 6:

Quebec = The Musée du Québec

Ottawa = The Canadian National Collection at Ottawa

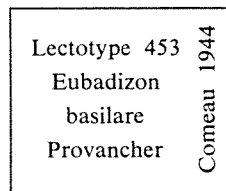
Washington = The U.S. National Museum in Washington, D. C.

1. 1. *acaudus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 142 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 307
 4. *Microgaster* 9. *Apanteles*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11. Head now missing.
2. 1. *aciculata* 6. Lost or destroyed.
 2. 1886 p. 150, fig. 7.
 3. ♀ 8.
 4. *Asynaphes* 9. *Phænocarpa*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11. To *Cratospila*—to *Phænocarpa*. Not found by G. & R. or by Comeau. Pin with name label in Second Provancher Collection.
3. 1. *aciculatus* 6. Quebec
 2. 1888 p. 380 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 30
 4. *Macrocentrus* 9. *Heterospilus*
 5. Los Angeles, California 10.
 11.
4. 1. *æqualis* 6. Quebec
 2. -1880 p. 141 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Bracon* 9. *Bracon*
 5. unknown 10.
 11. *Bracon* → *Microbracon* → *Bracon*. Viereck 1917 regarded as a variety of *Bracon dorsator*.
5. 1. *americanus* 6. Quebec
 2. 1888 p. 371, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 400
 4. *Iphiaulax* 9. *Iphiaulax*
 5. Ste. Gertrude, Quebec 10.
 11.
6. 1. *angelesius* 6. Quebec
 2. 1888 p. 372 7. ♀
 3. ♀ (unique) 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Bracon* 9. *Bracon*
 5. Los Angeles, California 10.
 11. *Bracon* → *Microbracon* → *Bracon*
7. 1. *apicatus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 143 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Bracon* 9. *Bracon*
 5. unknown 10.
 11. *Bracon* → *Microbracon* → *Bracon*... Abdomen missing.

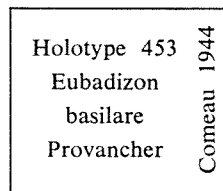
8. 1. *argentifrons* 6. Quebec
 2. 1886 p. 145 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1917 p. 336
 4. *Chelonus* 9. *Ascogaster*
 5. Ste. Gertrude, Quebec 10.
 11.
9. 1. *astigma* 6. Quebec
 2. 1883 p. 18 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 305
 4. *Alysia* 9. *Aspilota* (by Provancher 1883)
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.
10. 1. *atripes* 6. Quebec
 2. 1886 p. 122 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 396
 4. *Syngaster* 9. *Doryctes* (by Provancher 1886)
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.
11. 1. *auripes* 6. Quebec
 2. 1888 p. 372 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Bracon* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. Synonym of *Bracon palliventris*
 (Provancher).
 11.
12. 1. *auripes* 6. Quebec
 2. 1886 p. 141 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microgaster* 9. *Protomicroplitis*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11.
13. 1. *auripes* 6. Quebec
 2. 1881 p. 203, fig. 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. Lectotype G. & R. 1917 p. 308
 4. *Trichesia* 9.
 5. Not known 10. Synonym of *Aphareta pallipes*
 (Say)
 11. Type species for *Trichesia* Provancher-y. label 910 Second Collection
14. 1. *bæticatus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 162 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 397
 4. *Syngaster* 9. *Heterospilus*
 5. Unknown 10.
 11. *Syngaster* → *Doryctes* (by Provancher 1883) → *Heterospilus*

15. 1. *basalis*
 2. 1888 p. 380
 3. ♀
 4. *Zele*
 5. Los Angeles, California
 11. See additions at end of paper.
6. Quebec
 7. ♀
 8. G. & R. 1918 p. 201
 9. *Hormius*
 10.
16. 1. *basicinctus*
 2. 1881 p. 198
 3. ♀
 4. *Chelonus*
 5. Unknown
 11. Viereck 1917 placed this in *Chelonus* (*Chelonella*).
6. Quebec
 7. ♀
 8. Lectotype G. & R. 1917 p. 336
 9. *Chelonus*
 10.
17. 1. *basilare*
 2. 1890 p. 248
 3. ♂
 4. *Eubadizon*
 5. Îles de Madeleine, Quebec
 11. Not located by G. & R. 1917 p. 398. Bears only white labels.
6. Quebec
 7. ♂
 8.
 9. *Eubadizon*
 10.

Carries the label



and

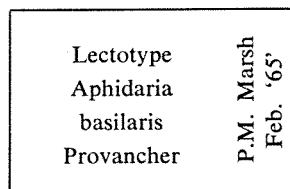


on inside of

box.

As Comeau did not publish and the specimen was apparently a unique judging from what Provancher wrote, the specimen should be regarded as the holotype. The head is missing.

18. 1. *basilaris*
 2. 1888 p. 396
 3. ♀ ♂
 4. *Aphidaria*
 5. Los Angeles, California
 11. Not found by G. & R. 1917 p. 308. According to Comeau's records he was unable to locate in 1941. Provancher in the second list gives as the number for the species 1496 and there is a specimen in the collection bearing y. label 1496 with the additional label
6. Quebec
 7. ♀
 8.
 9.
 10. (= *Aphidaria citraphis* Ashmead)
 = *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson)



This female should be regarded as the lectotype.
 Provancher gives the host as "*Siphonophora citrifolia* et d'autre aphides."

19. 1. *bicolor* 6. Quebec
 2. 1880 p. 179 (preocc. by Brullé 7. ♀
 1846) 8. holotype
 3. ♀ (unique) 9.
 4. *Microdus* 10. = *Agathis binominata* Muesebeck
 5. Unknown 1958 (new name).
 11.
1. *bisignatus* 6. Ottawa, 169
 2. MSS? 7. ♂
 3. 8.
 4. *Bracon* 9.
 5. Victoria, Vancouver Island 10.
 11. Discussed by Harrington 1897 Can. Ent. 29:47 under *Bracon atripectus* Ashmead, which is currently placed in *Iphiaulax*. The ♂ bearing the type label in Ottawa is an *Atanycolus*, probably *sin.plex* of Cresson but the placement should be confirmed. This specimen should not be regarded as a type of any sort.
20. 1. *brevicauda* 6. Quebec
 2. 1886 p. 151 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 392
 4. *Asynaphes* 9. *Phanocarpa*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. To *Cratospila* by Provancher 1888.
21. 1. *brevicaudus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 140 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microgaster* 9. *Microgaster*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. Regarded as belonging to the subgenus *Diolcogaster* by Viereck.
22. 1. *californicus* 6. Quebec
 2. 1888 p. 383 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 398
 4. *Eubadizon* 9. *Orgilus*
 5. Los Angeles, California 10.
 11.
23. 1. *canadensis* 6. Apparently lost or destroyed.
 2. 1881 p. 204, fig. 7.
 3. ♀ (unique) 8.
 4. *Aphidius* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Aphidius polygonaphis* Fitch
 11. In his second list Provancher indicates that the number on the yellow label should be 730. There is a box with a specimen in it labeled as *Aphidius canadensis* but carrying y. label 1588 which is *Aphidius gracilis* from California.
24. 1. *canadensis* 6. Quebec
 2. 1881 p. 197, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. Lectotype G. & R. 1918 p. 196
 4. *Sigalphus* 9. *Aliolus*
 5. Unknown 10.
 11. *Sigalphus* → *Triaspis* → *Aliolus*. Provancher also had the ♂ but apparently did not recognize it as such.

1. *canaliculatus* 6.
 2. 7.
 3. 8.
 4. 9.
 5. 10.
11. Viereck 1928 Bull. N.Y. St. Mus. 74: 185 used erroneously the combination *Rogas canaliculatus* Prov. under the family Ichneumonidæ. This was probably meant to refer to *Paniscus canaliculatus* or *Tryphon canaliculatus*.
25. 1. *carinatus* 6. Quebec
 2. 1881 p. 199 7. ♀
 3. ♀ (unique) 8. G. & R. 1917 p. 336
 4. *Chelonus* 9. *Chelonus* (*Microchelonus*)
 5. Not stated 10.
11. Dalla Torre in 1898 proposed a new name *Chelonus provancheri* for this species, indicating that it was preoccupied by Cameron 1881. He also proposed a new name for Cameron's species calling it *cameronii*. Muesebeck and Walkley 1951 indicated that it was Cameron's name that was preoccupied and restored *carinatus* of Provancher.
26. 1. *carpatus* 6. Destroyed
 2. 1881 p. 195 7.
 3. ♀ 8. Not found by G. & R. 1917 p. 307
 4. *Microgaster* 9. *Apanteles*
 5. Not given 10.
11. While Provancher credits this species to Say, it is apparently not Say's species. Dalla Torre synonymizes what Provancher had with *Apanteles ensiger*, but the specimens are really without a name *per se*. Provancher y. label 592 has no specimen associated with it.
27. 1. *caudata* 6. Quebec
 2. 1881 p. 202 7. ♀
 3. ♀ (unique) 8. G. & R. 1917 p. 392
 4. *Alysia* 9. *Phænocarpa*
 5. Not given 10.
11. *Alysia* → *Asynaphes* (Provancher 1886) → *Cratospila* (Provancher 1888).
28. 1. *cephalicus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 127 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1917 p. 399
 4. *Microctonus* 9. *Euphorus*
 5. Ottawa, Ontario 10.
11.
29. 1. *cinctus* 6. Quebec
 2. 1881 p. 196 7. ♀
 3. ♀ 8.
 4. *Microgaster* 9. G. & R. 1917 p. 307
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Hypomicrogaster zonaria* (Say)
11. In first list as *Cardiochiles cinctus* y. label 716. Transferred to *Apanteles* by Provancher in 1888.

30. 1. *cinctus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 175 7. ♂
 3. ♂ (unique) 8. G. & R. 1918 p. 201
 4. *Phylax* 9. *Bracon*
 5. Not given (but probably Cap Rouge). 10. . . .
 11. *Phylax* → *Zele* (Provancher 1888) → *Microbracon* (Muesebeck 1925) → *Bracon*
31. 1. *cinctus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 124 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. Lectotype ♀ with y. label 156, y. label 1263 and "*Opius cinctus* Prov." (Second Collection label in Provancher's handwriting.) By present designation.
 4. *Opius* 9. *Opius*
 5. Cap Rouge, Quebec 10. . . .
 11. Provancher described the ♀ at some length and then added a note regarding the ♂. In his second list no. 1263 is followed by *Opius inconstans* Prov. Evidently he changed the name as there is no species so named. The specimen designated as lectotype agrees very well with the description of the ♀ given by Provancher. It was taken at Cap Rouge.
32. 1. *cingulatus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 162 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 397
 4. *Syngaster* 9. . . .
 5. St. Hyacinthe, Quebec 10. = *Doryctodes imperator* (Haliday)
 11. *Syngaster* → *Doryctes* (Provancher 1888)
33. 1. *clavata* 6. Quebec
 2. 1886 p. 155, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 170
 4. *Radiolaria* 9. *Dacnusa*
 5. Ottawa, Ontario 10. . . .
 11. Will probably have to be transferred to *Chorebus*.
34. 1. *clavatus* 6. Quebec
 2. 1881 p. 196, fig. 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 307
 4. *Microgaster* 9. *Apanteles*
 5. Unknown 10. . . .
 11. *Microgaster* to *Apanteles* Provancher 1888. In the Second Collection list as *Cardiochiles canadensis* Prov., a name which was not published. *clavatus* has been synonymized with *Apanteles polychrosidis* Viereck and *Apanteles carpatius* Say and restored.
35. 1. *completa* 6. Quebec
 2. 1886 p. 147 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 305
 4. *Alysia* 9. . . .
 5. Ottawa, Ontario 10. = *Idiasta longicornis* (Provancher)
 11. . . .

36. 1. *completus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 156, fig. 7. ♂
 3. ♀ 8. Lectotype—the specimen with labels as indicated below; by present designation.
 4. *Ephedrus* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
11. Not seen by Gahan & Rohwer 1917. A specimen with labels as follows in the collection in Quebec. Blue label "67"; yellow label "1291"; "*Ephedrus completus* Prov." (Second Collection label in Provancher's handwriting). Plus the label

Lectotype	Comeau 1944
<i>Ephedrus</i>	
<i>completus</i>	
Provancher	

As Comeau has not published the designation it is necessary to here designate the specimen as the lectotype. See notes at end of paper.

37. 1. *crassicornis* 6. Quebec
 2. 1886 p. 142 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 307
 4. *Microgaster* 9. *Apanteles* (Provancher)
 5. Ste. Gertrude, Quebec 10.
 11. Yellow label 1268, not 1269 as given by G. & R.
38. 1. *crassigaster* 6. Quebec
 2. 1886 p. 132, fig. 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 334
 4. *Brachistes* 9. *Eubadizon*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. *Brachistes* → *Calyptus* (Provancher 1888)
39. 1. *crassitela* 6. Quebec
 2. 1886 p. 148, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 396
 4. *Dacnusa* 9. *Dacnusa*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11. Will probably have to be transferred to *Chorebus*.
40. 1. *crenulatus* 6. Quebec
 2. 1888 p. 387 7. ♂
 3. "♀" = ♂ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microgaster* 9. *Microplitis*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.

41. 1. *cuneatus* 6. Quebec
 2. 1888 p. 383 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Blacus* 9. *Orgilus*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.
42. 1. *curtus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 130 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1918 p. 201
 4. *Phylax* 9. *Bracon*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. *Phylax* → *Zele* (Provancher 1888) → *Microbracon* (Muesebeck 1925) → *Bracon*
1. *decoratus* 6.
 2. 1888 p. 371 in key. 7.
 3. 8.
 4. 9.
 5. 10. = *Iphiaulax ornatus* (Provancher)
 11.
43. 1. *defectuosus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 133 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Blacus* 9. *Blacus*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11.
44. 1. *detectus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 134, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 105
 4. *Orgilus* 9. *Orgilus*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11.
45. 1. *dispar* 6. Quebec
 2. 1886 p. 137 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microdus* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Agathis gibbosus* (Say)
 11.
46. 1. *dives* 6. ?
 2. 1866 p. 157, fig. 7.
 3. ♂ 8.
 4. *Scotioneurus* 9.
 5. Ottawa 10. = *Ephedrus incompletus* (Provancher) 1886 p. 126
 11. Not seen by Graham & Rohwer 1918.
 In his second list Provancher gave his number 1292 to a specimen from Ottawa.
 In the collection there is a pin carrying blue label 278, y. label 1292, a label
 "*Scotioneurus dives* Prov." in Provancher's writing, a label "*Lectotype Scotioneurus*

dives Prov. P.M. Marsh Feb. '65." All that is left of the insect is a portion of an abdomen. This belonged to a ♀ and the ovipositor and sheaths (which were dark) have been broken off. In view of Provancher's 1888 statement that his *Ephedrus incompletus* is the ♀ of *Scotioneurus dives* it is very unlikely that the abdomen can be that of a lectotype. See additional notes at end of article.

47. 1. *fartus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 163, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 379
 4. *Syngaster* 9. *Doryctes*
 5. Unknown 10.
 11.
48. 1. *fasciata* 6. Quebec
 2. 1881 p. 200, fig. 7. ? ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 134
 4. *Phanerotoma* 9. *Phanerotoma*
 5. Unknown 10.
 11.
49. 1. *fasciatus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 129 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 399
 4. *Rhopalophorus* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. = *Spathius dignus* Muesebeck & Walkley
 11. *Rhopalophorus* → *Eustalocerus* (Provancher 1888) → *Spathius* (Muesebeck 1936)
50. 1. *femorator* 6. Quebec
 2. 1880 p. 177 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 304
 4. *Agathis* 9.
 5. Unknown 10. = *Agathis perforator* Provancher
 11. In second list as 578 *Mesochorus femorator* Prov.
51. 1. *femur-nigrum* 6. Quebec
 2. 1886 p. 142 7. ♂
 3. "♀" = ♂ 8. G. & R. 1917 p. 307
 4. *Microgaster* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. = *Apanteles ensiger* (Say)
 11.
52. 1. *fissus* 6. Quebec
 2. 1881 p. 199 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1917 p. 336
 4. *Chelonus* 9. *Chelonus (Microchelonus)*
 5. Unknown 10.
 11.

53. 1. *fossulata* 6. Washington, 1970
 2. 1888 p. 391 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 305
 4. *Alysia* 9.
 5. Los Angeles County, California 10.
 11. A ♂ specimen in the collection, y. label 1488, carries a label indicating that it is a lectotype. This label is incorrect.
54. 1. *gracilis* 6. Quebec
 2. 1886 p. 131 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1918 p. 201
 4. *Phylax* 9. *Bracon*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. *Phylax* → *Zele* (Cresson 1887) → *Bracon*
55. 1. *gracilis* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1886 p. 125 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 102
 4. *Perilitus* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Meteorus provancheri*. Dalla Torre 1898
 11.
56. 1. *gracilis* 6. Quebec
 2. 1880 p. 171 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 398
 4. *Eubadizon* 9. *Eubadizon*
 5. Not stated 10.
 11.
57. 1. *hyalina* 6. Quebec
 2. 1888 p. 393 7. ♂
 3. "♀" = ♂ 8. G. & R. 1918 p. 170
 4. *Prosapha* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. = *Opius cinctus* Provancher
 11.
1. *incompleta* 6.
 2. 7.
 3. 8.
 4. 9. *Idiasta*
 5. 10.
 11. This is a nomen nudum apparently first used by Slingerland 1897 Can. Ent. 29: 162.
58. 1. *incompletus* 6.
 2. 1886 p. 156 7.
 3. ♀ 8.
 4. *Ephedrus* 9.
 5. Cap Rouge, Québec 10. = *Ephedrus incompletus* (Provancher) (1886 p. 126)
 11. In 1888 Provancher stated that this is the ♀ of *Scotioneurus dives*. Not seen by Gahan & Rohwer. This is 1274 of the second list.

59. 1. *incompletus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 126 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1918 p. 102
 4. *Perilitus* 9. *Ephedrus*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11. *Perilitus* → *Meteorus* (Cresson 1887) → *Scotioneurus* Dalla Torre 1898 →
Ephedrus
 This is #1283 of the second list.
60. 1. *inquisitor* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1880 p. 138 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Bracon* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Atanycolimorpha provancheri*
 (Dalla Torre)
 11.
61. 1. *laevis* 6. Quebec
 2. 1880 p. 138, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Bracon* 9. *Cyanopterus*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. Bears y. label 535, not 537 as indicated by G. & R.
62. 1. *laflammei* 6. Quebec
 2. 1880 p. 164, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 196
 4. *Spathius* 9. *Spathius*
 5. Unknown (probably near Quebec city) 10.
 11.
63. 1. *lateralis* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1886 p. 141 7.
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microgaster* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Apanteles consimilis* Viereck
 11.
64. 1. *laticeps* 6. Quebec
 2. 1886 p. 126 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 102
 4. *Gamosecus* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. = *Myiocephalus boops* (Wesmael)
 11. *Gamosecus* → *Microctonus* (Provancher 1888)
65. 1. *linearis* 6. Quebec
 2. 1886 p. 127 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 396
 4. *Microctonus* 9. *Brachystropha*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. *Microctonus* → *Dinocampus* → *Perilitus* → *Dinocampus* → *Brachystropha*.
 Head missing.

66. 1. *longicaudus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 133, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Blacus* 9. *Blacus*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11.
67. 1. *longicaudus* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1880 p. 142 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. Lectotype—the top specimen on pin
 4. *Bracon* bearing y. label 602 Second Col-
 5. Not stated lection—by present designation.
 9.
 10. (= *Bracon canadensis* Dalla Tor-
 re, new name) = *Caloides scoly-
 tivorus* (Cresson)
 11. Gahan and Rohwer 1917 p. 333 indicate that there are two specimens on the pin
 carrying y label 602 Second Collection and that the top one is ♀ but do not desi-
 gnate the type. Comeau prepared an additional label indicating that the lower
 specimen is the allotype but did not publish this.
68. 1. *longicornis* 6. Quebec
 2. 1880 p. 173 7. ♂
 3. ♂ (unique) 8. G. & R. 1918 p. 30
 4. *Macrocentrus* 9. *Macrocentrus*
 5. Unknown 10.
 11.
69. 1. *longicornis* 6. Quebec
 2. 1886 p. 143 7. ♀
 3. "♂" = ♀ 8. G. & R. 1917 p. 308
 4. *Microgaster* 9. *Apanteles*
 5. Cap Rouge, Ontario 10.
 11. *Microgaster* → *Apanteles* (Provancher 1888)
 No. 1258 in the second list is given as *Microgaster niger* Prov.
70. 1. *longicornis* 6. Quebec
 2. 1886 p. 129, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 399
 4. *Rhopalophorus* 9. *Idiasta*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11. *Rhopalophorus* → *Eustalocerus* (Cresson 1887)
71. 1. *lucens* 6. Quebec
 2. 1881 p. 202, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 305
 4. *Alysia* 9. *Alysia*
 5. Not given 10.
 11. As *Alysia caudata* Prov. under 909 in second list.

72. 1. *Iutus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 142 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 333
 4. *Bracon* 9. *Bracon*
 5. Not given 10.
 11.
73. 1. *macilentus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 163 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 397
 4. *Syngaster* 9. *Doryctes*
 5. Not stated 10.
 11.
74. 1. *macrocephalus* 6. Unknown
 2. 1886 p. 123 7. Unknown
 3. ♀ 8.
 4. *Opius* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. = *Alysia rudibunda* Say
 11. G. & R. 1918 p. 105 wrote "Type.—Not in Pub. Mus. Quebec, unless under *Alysia rudibunda* Say".
75. 1. *melligaster* 6. Quebec
 2. 1886 p. 143 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microgaster* 9. *Microgaster*
 5. Ste. Gertrude, Quebec 10.
 11.
76. 1. *mellinus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 168, fig. 7. ♀
 3. ♀ (unique) 8. G. & R. 1918 p. 106
 4. *Gamosecus* 9. *Microctonus*
 5. Not given 10.
 11. *Gamosecus* → *Perilitus* (Cresson 1887) → *Microctonus* (Muesebeck 1936)
77. 1. *mellipes* 6. Quebec
 2. 1880 p. 172, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 30
 4. *Macrocentrus* 9. *Macrocentrus*
 5. Ste. Anne de La Pérade, Quebec 10.
 11.
1. *mellipes* 6.
 new name for *pallipes* 7.
 2. 1886 p. 123 8.
 3. 9. *Phanomeris*
 4. *Opius* 10.
 5.
 11. Not seen by G. & R. 1918.

78. 1. *nanus*
 2. 1888 p. 382
 3. ♀ ♂
 4. *Opius*
 5. Los Angeles, California
 6. Quebec
 7. ♀
 8. ♀ bearing white label "100", y. label "1482" "*Opius nanus* Prov." (Second Collection label) and "Lectotype *Opius nanus* Provancher P.M. Marsh Feb. '65." By present designation.
 9. *Opius*
 10.
 11.
79. 1. *nanus*
 2. 1880 p. 143
 3. ♀ ♂
 4. *Bracon*
 5. Not stated
 6. Quebec
 7. ♀
 8. G. & R. 1917 p. 334
 9. *Bracon*
 10.
 11.
80. 1. *nanus*
 2. 1881 p. 200
 3. ♀ ♂
 4. *Chelonus*
 5. Unknown
 6. Quebec
 7. ♂
 8. G. & R. 1917 p. 336
 9. *Chelonus* (*Microchelonus*)
 10.
 11.
81. 1. *niger* (preocc. by Brullé 1846)
 2. 1888 p. 381
 3. ♀
 4. *Opius*
 5. Cap Rouge, Quebec
 6. Quebec
 7. ♀
 8.
 9. *Bracon*
 10.
 11. *Opius* → *Microbracon* → *Bracon*—The specimen in the Second Collection with y. label "1589", "*Opius niger* Prov." in Provancher's handwriting (Second Collection), and carrying the additional label "Lectotype *Opius niger* Provancher P.M. Marsh Feb. '65" has been recognized as the unique holotype. See Muesebeck 1925 Proc. U.S. Natn. Mus. 67 (Art. 8): 73.
82. 1. *niger*
 2. 1885 p. 117
 3. ♂
 4. *Phylax*
 5. Vancouver, Br. Columbia
 6. Ottawa, 1524
 7. ♂
 8. G. & R. 1918 p. 167
 9.
 10. = *Doryctes pacificus* (Provancher)
 11. *Phylax* → *Zelee* (Cresson 1887)
83. 1. *nigriceps*
 2. 1895 p. 97
 3. ♀
 4. *Agathis*
 5. Los Angeles, California
 6. Quebec
 7. ♀
 8. G. & R. 1917 p. 304
 9.
 10. = *Agathis nigripes* Cresson
 11.

84. 1. *nigriceps* (preocc.)
 2. 1881 p. 203
 3. ♀ (unique)
 4. *Alysia*
 5. Cap Rouge, Quebec
 6. Quebec
 7. ♀
 8. G. & R. 1917 p. 305
 9.
 10. = *Idiasta provancheri* (Dalla Torre)
 11.
85. 1. *nigricoxus*
 2. 1886 p. 138
 3. ♀
 4. *Microdus*
 5. Ottawa, Ontario
 6. Quebec
 7. ♀
 8. G. & R. 1918 p. 103
 9. *Agathis*
 10.
 11.
86. 1. *nigripes* (preocc.)
 2. 1886 p. 121
 3. ♀ ♂
 4. *Bracon*
 5. Cap Rouge, Quebec
 6. Quebec
 7. ♀
 8. G. & R. 1917 p. 334
 9.
 10. = *Cæloides secundus* (Dalla Torre)
 11.
87. 1. *nigritus*
 2. 1888 p. 379
 3. ♂
 4. *Perilitus*
 5. Ste. Gertrude, Quebec
 6. Quebec
 7. ♂
 8. G. & R. 1918 p. 106
 9. *Microctonus*
 10.
 11. All that remains is one leg plus some pieces of palpi.
88. 1. *nigropectus*
 2. 1880 p. 143
 3. ♀
 4. *Bracon*
 5. Not stated
 6. Quebec
 7. ♀
 8. G. & R. 1917 p. 344
 9. *Bracon*
 10.
 11.
89. 1. *nigrovarius*
 2. 1888 p. 396
 3. ♀
 4. *Aphidius*
 5. Los Angeles, California
 6. Lost
 7. Lost
 8.
 9. *Pauesia*
 10.
 11. *Aphidius* → *Protaphidius* → *Paraphidius*
90. 1. *nitidus* (preocc.)
 2. 1883 p. 16
 3. ♀ ♂
 4. *Bracon*
 5. Not stated
 6. Quebec
 7. ♀
 8. See below
 9.
 10. = *Bracon nitidulus* Dalla Torre
 11. Note: Gahan & Rohwer 1917 p. 334 designated the missing male as the type and the female on pin with y. label 1206 as the allotype. Provancher stated that he had

examined one ♂ and two ♀. Muesebeck 1925 accepted the specimen with y. Label 1026 as the type. Comeau had written this in his notes:

"*Bracon nitidus* Prov. Nat. Can. Vol. XIV 1883 p. 16. Faune du Can. Vol. II 1883 p. 803. Add. Hym. Faune du Can. 1889 p. 449.

"Type.—♀ -1026 2ième coll. (Comeau-1944). Étiquette jaune 1026. Étiquette blanche bordée rouge "*Bracon nitidus* Prov. "—Manque quelques articles à l'antenne droite (Comeau 1944).

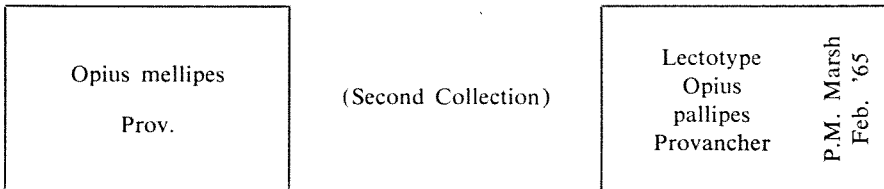
"Paratype:—♀ Le no. 104 choisi par G R en 1917 ne peut pas être le type ni le paratype de *nitidus* Prov. La taille est beaucoup plus petite et diffère du lectotype en plusieurs points. Paratype non localisé (Comeau 1944).

"Allotype ♂—Non localisé en 1944 (Comeau)

"Nota: Nous avons choisi la ♀ comme lectotype contrairement à G & R qui avait choisi le ♂ non trouvé parce que la description s'adresse plus à une ♀ qu'à un ♂ et que Prov. avait lui-même placé son étiquette et le No. de son catalogue sur la ♀ que nous avons en main (Comeau 1944)."

- | | | |
|-----|--|--|
| 91. | 1. <i>obliquus</i>
2. 1880 p. 141
3. ♀
4. <i>Bracon</i>
5. Not given
11. | 6. Quebec
.7 ♀
8. G. & R. 1917 p. 334
9. <i>Atanycolus</i>
10. |
| 92. | 1. <i>obscurus</i>
2. 1886 p. 152
3. ♀
4. <i>Aphidius</i>
5. Cap Rouge, Quebec
11. | 6. Quebec
7. ♀
8. Blue label "169", y. label "1254", " <i>Aphidius obscurus</i> Prov." Second Collection. By present designation.
9.
10. = <i>Aphidius polygonaphis</i> (Fitch) |
| 93. | 1. <i>ornatus</i>
2. 1880 p. 141
3. ♀ ♂
4. <i>Bracon</i>
5. Not given
11. | 6. Quebec
7. ♀
8. G. & R. 1917 p. 432
9. <i>Iphiaulax</i>
10. |
| 94. | 1. <i>ovalis</i>
2. 1886 p. 146
3. ♀
4. <i>Rhitigaster</i>
5. Cap Rouge, Quebec
11. <i>Rhitigaster</i> → <i>Sphaeropyx</i> (Cresson 1887) → <i>Opius</i> Muesebeck & Walkley 1951.
See additional information at end of paper. | 6. Quebec
7. ♀
8. G. & R. 1918 p. 196
9.
10. |

95. 1. *ovalis* 6. Lost (should be y. label 1289)
 2. 1886 p. 153, fig. 7. Lost (should be y. label 1289)
 3. ♀ ♂ 8.
 4. *Nevropenes* 9. *Trioxy*
 5. Ottawa 10. *Nevropenes* → *Neuropenes* →
Trioxy
 11. Gahan in 1910 and 1911 apparently saw the types. In 1911 he wrote that there were 1 female type in U.S. National Museum and two male types in the Museum of Public Instruction, Quebec. Smith 1944 stated that Comeau could not locate the type, but that the allotype male was in the Second Collection.
96. 1. *pacificus* 6. Ottawa, 2366
 2. 1885 p. 117 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 30
 4. *Phylax* 9. *Doryctes*
 5. Vancouver, B. C. 10.
 11. *Phylax* → *Zele* (Cresson 1887) → *Macrocentrus* (Provancher 1888) → *Doryctes* (Harrington 1897)
97. 1. *pallipes* 6. Quebec
 (preocc. by Wesmael 1835) 7. ♀
 2. 1880 p. 164, fig. 8.
 3. ♂ (unique) 9.
 4. *Opius* 10. = *Phanomeris mellipes* (Provancher)
 5. None given
 11. Not seen by G. & R. 1918. Marsh placed the following label on the specimen bearing y. label 560 and



This agrees with the number given for *pallipes* in Provancher's second list. In accordance with Marsh's label the specimen is hereby designated as the lectotype.

98. 1. *pallipes* 6. Quebec
 2. 1888 p. 375 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 397
 4. *Doryctes* 9. *Rhysipolis*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.
99. 1. *palliventris* 6. Quebec
 2. 1880 p. 174 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 201
 4. *Phylax* 9. *Bracon*
 5. Not given 10.
 11. *Phylax* → *Zele* (Cresson 1887) → *Amicoplidea* (Ashmead 1900) → *Bracon*

100. 1. *parvus* 6. Quebec
 2. 1883 p. 805 7. ♀
 3. ♀ (unique) 8. G. & R. 1918 p. 196
 4. *Rhitigaster* 9. *Dacnusa*
 5. Chicoutimi, Quebec 10.
 11. *Rhitigaster* → *Sphaeropyx* (Cresson 1887) → *Dacnusa*
101. 1. *pectoralis* 6. Quebec
 2. 1880 p. 173 7. ♂
 3. ♂ (unique) 8. G. & R. 1918 p. 30
 4. *Macrocentrus* 9. *Macrocentrus*
 5. Not stated 10.
 11.
102. 1. *perforator* 6. Quebec
 2. 1880 p. 177 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 304
 4. *Agathis* 9. *Agathis*
 5. Not given 10.
 11.
103. 1. *petiolatus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 128, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 399
 4. *Rhopalophorus* 9. *Aspilota*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. *Rhopalophorus* → *Eustalocerus* (Cresson 1887) → *Aspilota*
104. 1. *pilicornis* 6. Quebec
 2. 1886 p. 149 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 197
 4. *Trinaria* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. (= *Aphæreta auripes* Provancher) = *Aphæreta pallipes* (Say)
 11. *Trinaria* → *Synaldis* (Provancher 1888) → *Aspilota* (Dalla Torre 1898)
105. 1. *pilosipes* 6. Quebec
 2. 1888 p. 431 7. ♂
 3. "♀" = ♂ 8. G. & R. 1917 p. 334
 4. *Bracon* 9. *Bracon*
 5. Trinidad 10.
 11.
106. 1. *politus* 6. Washington, 1969
 2. 1888 p. 373 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1917 p. 334
 4. *Bracon* 9.
 5. Los Angeles, California 10. = *Bracon nuperus* Cresson
 11. The specimen carrying a lectotype label at Quebec is not the lectotype.

107. 1. *politus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 126 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1918 p. 102
 4. *Perilitus* 9. *Meteorus*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.
108. 1. *politus* 6. Quebec
 2. 1883 p. 16 7. ♂
 3. ♂ (unique) 8.
 4. *Opius* 9. *Biosteres*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. *Opius* → *Hedylus* (Provancher 1888) → *Opius* → *Biosteres*
109. 1. *punctatus* 6. Quebec
 2. 1883 p. 17 7. ♂
 3. ♂ (unique) 8. G. & R. 1917 p. 399
 4. *Microctonus* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Euphorus pallipes* (Curtis)
 11.
110. 1. *pygmaeus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 144 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 334
 4. *Bracon* 9. *Bracon*
 5. Not stated 10.
 11.
111. 1. *quadridentatus* 6. Quebec
 ("4-dentatus") 7. ♂
 2. 1886 p. 140 8. G. & R. 1918 p. 103
 3. ♂ 9. *Microplitis*
 4. *Microgaster* 10.
 5. Ottawa, Ontario
 11.
112. 1. *quæditor* 6. Quebec
 2. 1880 p. 176, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 304
 4. *Agathis* 9.
 5. Not stated 10. = *Agathis agilis* (Cresson)
 11.
113. 1. *quebecensis* 6. Quebec
 2. 1880 p. 178 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microdus* 9. *Agathis*
 5. Not stated 10.
 11.

114. 1. *quebecensis* 6. Quebec
 2. 1880 p. 145, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 170
 4. *Rogas* 9. *Rogas*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.
115. 1. *quebecensis* 6. Quebec
 2. 1881 p. 201, fig. 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1918 p. 196
 4. *Rhitigaster* 9. *Biosteres*
 5. Not given 10.
 11. *Rhitigaster* → *Sphaeropyx* (Cresson 1887) → *Opius* → *Opius* (*Biosteres*)
116. 1. *robustus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 125 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 102
 4. *Perilitus* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Meteorus humilis* (Cresson)
 11.
117. 1. *rubriceps* 6. Quebec
 2. 1883 p. 18 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1917 p. 305
 4. *Alysia* 9. *Phaenocarpa*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11. In 1888 p. 392 Provancher described the ♀ of this species as *Phaenocarpa rubriceps* n. sp.
 Gahan and Rohwer say regarding the type of *Alysia rubriceps*, "Same specimen used as type of *Phaenocarpa rubriceps*, Prov."
118. 1. *rubriceps* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1886 p. 135, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 335
 4. *Capitonus* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. (= *Capitonus provancheri*, Rohwer, new name 1914) = *Cenocælius ashmeadii* Dalla Torre
 11. Note: ♀ specimen in Ottawa with label "Type *Aulacodes rubriceps* Prov. No. 65" is not the type.
119. 1. *rubricoxus* 6. Quebec
 2. 1888 p. 386 7. ♂
 3. "♀" = ♂ 8. G. & R. 1918 p. 103
 4. *Microgaster* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Microgaster melligaster* Provancher
 11.

120. 1. *ruficeps* 6. Quebec
 2. 1886 p. 124 7. ♀
 3. ♀ 8.
 4. *Opius* 9.
 5. Ottawa, Ontario 10. = *Opius provancheri* Dalla Torre
 11. Not seen by Gahan & Rohwer (1918 p. 105). Lectotype carries the following labels blue label "43", y. label "1267", "*Opius ruficeps* Prov." (Second Collection in Provancher's handwriting), and "Lectotype *Opius ruficeps* Provancher P.M. Marsh Feb. '65"
121. 1. *rufipes* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1886 p. 146, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 330
 4. *Ascogaster* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. *Ascogaster provancheri* Dalla Torre
 11.
122. 1. *rufipes* 6. Quebec
 2. 1880 p. 175, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 201
 4. *Phylax* 9. *Doryctes*
 5. Not stated 10.
 11. *Phylax* → *Zele* (Cresson 1887) → *Doryctes*. Head missing.
123. 1. *rufiscapus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 144 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 336
 4. *Chelonus* 9. *Chelonus (Microchelonus)*
 5. Cap Rouge, Québec 10.
 11.
124. 1. *rufovariegatus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 142 7. ♂
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 334
 4. *Bracon* 9. *Caloides*
 5. Not stated 10.
 11.
125. 1. *rugosulus* 6. Quebec
 2. 1888 p. 374 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 171
 4. *Rhogas* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Doryctes macilentus* (Provancher)
 11.

126. 1. *rugosus* 6. Washington, 21433
 2. 1886 p. 122 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 335
 4. *Syngaster* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Doryctes erythromelas* Brullé
 11. *Syngaster* → *Capitonius* → *Cenocalius* → *Doryctes*
 Specimen bearing a lectotype label in Quebec is not the type. Allotype is correctly labeled.
127. 1. *sancti-hyacinthi* 6. Quebec
 2. 1880 p. 146 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 171
 4. *Rogas* 9. *Rogas*
 5. St. Hyacinthe, Quebec 10.
 11.
128. 1. *sanguineus* 6. Washington, 1968
 2. 1888 p. 372 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 334
 4. *Bracon* 9. *Iphiaulax*
 5. Los Angeles County, California 10.
 11. *Bracon* → *Vipio* → *Iphiaulax*. Specimen in Quebec carrying lectotype label is not the type.
129. 1. *scrutator* 6. Quebec
 2. 1886 p. 137 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. G. & R. 1917 p. 304
 4. *Agathis* 9.
 5. Cap Rouge, Quebec 10. = *Agathis gibbosus* (Say)
130. 1. *sericea* 6. Québec
 2. 1888 p. 394 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1918 p. 104
 4. *Oenone* 9. *Symphya*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11.
131. 1. *simulans* 6.
 2. 1886 p. 153, fig. 7.
 3. ♀ ♂ 8.
 4. *Aphidaria* 9. *Praon*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11. Gahan 1911 wrote "Described from the Provancher Type." Type should carry y. label "1288." Not located by Cômeau in 1941.
132. 1. *spatulata* 6. Quebec
 2. 1886 p. 149 7. ♀
 3. "♂" = ♀ 8. G. & R. 1917 p. 396
 4. *Dacnusa* 9. *Dacnusa*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11.

133. 1. *stenostigma* 6.
 2. 1886 p. 157, fig. 7. ? Lost
 3. ♀ 8.
 4. *Scotoneurus* 9. *Aspilota*
 5. Ottawa, Ontario 10.
 11. Seen by Gahan and redescribed 1913 Proc. Ent. Soc. Wash. 15:38. Not seen by Gahan & Rohwer 1918: 171.
 In Provancher's second list "1293" is the number given to this species. The specimen carrying white label "8" and y. label "1293" and "*Scotoneurus stenostigma* Prov." (Second Collection label) is a ♂ Euphorine. It also carries the following label "Certainly not "*Scotoneurus stenostigma*. Apparently *Perilitus* 25 VII. 54. C.F.W. Muesebeck".
134. 1. *striatus* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1880 p. 140 7. ♂
 3. ♂ (unique) 8. G. & R. 1917 p. 332
 4. *Bracon* 9.
 5. Not stated 10. (= *Bracon promontorii* Dalla Torre 1898) = *Cæloides promontorii* (Dalla Torre).
 11. This is the specimen bearing y. label "724" (see the following).
135. 1. *striatus* (preocc.) 6. Quebec
 2. 1888 p. 432 7. ♂
 3. ♂ 8. Viereck 1926
 4. *Bracon* 9.
 5. Vancouver, British Columbia 10. (= *Bracon vancouverensis* Dalla Torre) = *Cæloides vancouverensis* (Dalla Torre).
 11. G. & R. 1917 p. 334 "*Bracon striatus*. Type.—Male, yellow label 724. 2nd Coll. Pub. Mus., Quebec."
 Viereck 1926 Can. Ent. 58:59
 "*Cerobracon vancouverensis* Dalla Torre. The specimen in the Provancher collection designated as type of this species by Gahan & Rohwer does not agree with the original description. The true type is in the second Provancher collection, mounted on a short pin bearing a white label No. 429 and a yellow label No. 1666"
- Both of these are present at Quebec. In his second list Provancher No. 724 is *Bracon striatus* but no indication is made of the locality. On the other hand No. 1666 is also *Bracon striatus* and has the word "Vanc." in front of it. Therefore Viereck was correct. However, Gahan and Rohwer actually included only one of the species in their paper and by applying the designation made by Gahan and Rohwer to the species first described there is no problem.
136. 1. *submucronatus* 6. Quebec
 2. 1880 p. 171, fig. 7. ♀
 3. ♀ ♂ 8. Present designation
 4. *Eubadizon* 9. *Eubadizon*
 5. Not given 10.
 11. *Eubadizon* → *Brachistes* (Provancher 1886) → *Calyptus* (Provancher 1888).
 In 1917 p. 334 Gahan and Rohwer wrote "*Calyptus submucronatus*. Allotype.—Female, yellow label 569. 2nd Coll. Pub. Mus., Quebec. Antennæ missing. Type male not located."

On the pin bearing the ♀ are y. label "569" and "*Calyptus submucronatus* Prov. (2nd coll. label). There is also the following, "Lectotype 456 *Eubadizon submucronatus* Provancher. Comeau 1944."

As this specimen is undoubtedly a member of the original series there appears to be no reason why it should not serve as a lectotype and it is accordingly so designated.

137. 1. *tauricornis* 6. Quebec
 2. 1880 p. 168, fig. 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 400
 4. *Rhopalophorus* 9. *Meteorus*
 5. Not stated 10.
 11. *Rhopalophorus* → *Eustalocerus* (Cresson 1887) → *Meteorus*
138. 1. *tibiator* 6. Quebec
 2. 1880 p. 177 7. ♀
 3. ♀ 8. G. & R. 1917 p. 304
 4. *Agathis* 9. *Agathis*
 5. Not stated 10.
 11.
139. 1. *trisectus* 6. Quebec
 2. 1886 p. 143 7. ♂
 3. ♂ 8. G. & R. 1918 p. 196
 4. *Sigalphus* 9. *Eubadizon*
 5. Cap Rouge, Quebec 10.
 11.
140. 1. *uniformis* (Cresson) Provancher 6. Quebec
 2. 1880 p. 173 7. ♀
 3. ♀ 8. Muesebeck 1932
 4. *Macrocentrus* 9. *Macrocentrus*
 5. Not stated 10.
 11. While Provancher credits this species to Cresson, actually Cresson had not described it. Gahan & Rohwer did not mention *uniformis* but Muesebeck 1932 Proc. U.S. natn. Mus. 80 (Art. 23):50 pointed out that the type is in Quebec. I did not see the type but it should bear y. label "572."
141. 1. *variabilis* (Preocc. by Brullé) 6. Quebec
 1846) 7. ♂
 2. 1888 p. 382 8.
 3. ♂ 9. *Bracon*
 4. *Opius* 10.
 5. Cap Rouge, Quebec
 11. The following labels are on the pin with the lectotype:
 y. label "1591", "*Opius variabilis* Prov." (Second Collection Label), and "Lectotype *Opius variabilis* Provancher P.M. Marsh Feb. '65." Not seen by Gahan and Rohwer.

As Brullé used the combination *Bracon variabilis* in 1846, transfer of Provancher's species to *Bracon* makes it a secondary homonym and hence it must be changed.

Because of the long association of Mr. Noël-M. Comeau with the Provancher collection the name *comeau* is proposed as a replacement for *variabilis*. Therefore *Bracon comeau*, new name for *Bracon variabilis* Provancher.

142. 1. *vigilax* 6.
 2. 1880 p. 167 7.
 3. ♀ ♂ 8.
 4. *Gamosecus* 9. *Syntretus*
 5. Not stated 10.
11. *Gamosecus* → *Microctonus* (Cresson 1887) → *Meteorus* → *Syntretus*. Gahan and Rohwer 1918 p. 102 wrote regarding this species "*Meteorus vigilax*. Type.—Probably male, yellow label 565. 2nd. Coll. Pub. Mus., Quebec. Abdomen gone. Allotype female labels." In the collection at present there is a ♀ with the following labels on the piniy. label "565". "*Microctonus vigilax* Prov." (2nd collection label in Provancher's handwriting), "Lectotype 518 *Gamosecus vigilax* Provancher Comeau 1944." In addition there are two other specimens in the collection, both with the abdomen missing. One of these has a hand written y. label "565-b" and "Allotype 520 *Gamosecus vigilax* Provancher Comeau 1944" label. The other carries a "565-a" hand printed yellow label and is labeled as a paratype. Because labels have apparently been switched on the specimens and there is no way of knowing which doubtful male originally bore the labels, it appears best to designate here the female to serve as the lectotype.

Comments

In addition to the notes given under the individual species the following comments should be made.

1. *Hormius basalis* (Provancher) 1888 must be synonymized with *Hormius completus* (Provancher) 1886 *n. syn.*

Provancher's *basalis* is the ♀ of *completus*. Structurally the two are essentially the same. In the ♂ (type of *completus*) the sculpture of tergite 1 is like that of the ♀ (type of *basalis*) but the areolation of the propodeum is not as well developed. Both have striæ which run obliquely laterad of the lateral ocelli and agree in other morphological details. The two are evidently the same in spite of the fact that in the ♂ (*completus*) the head, thorax, and abdominal tergite 1 are deep brown while in the ♀ (*basalis*) these are testaceous.

The « paratype » of *completus* is a ♀ with areolation of propodeum as in *basalis*, with the vertex more rugose than either of the type specimens and the coloration of the head, thorax and plate of tergite 1 intermediate. The color of the wing veins, including stigma, is also intermediate. The « paratype » has ovipositor sheaths of the same relative length as in « *basalis* ».

2. *Scotioneurus dives*

The abdomen glued on the celluloid or mica rectangle on the pin carrying the labels for *Scotioneurus dives* is not that of an Aphidiine. The suturiform articulation is quite shallow, but impressed as a groove all the way across. It

is not crenulate. The plate of the first tergite is chestnut brown and the sides are yellow; the tergite is as wide apically as long. Tergite 2 has a brown spot in the middle along the anterior portion and is over 2.5 x as wide as long down the middle. Tergites 3-6 are infuscated centrally (more broadly so apically). The remainder of the abdomen is yellowish. All segments appear smooth (but the abdomen has been covered with glue). The ovipositor sheaths were broken off a little beyond the plowshare-shaped hypopygium. From the general appearance of the abdomen it must have belonged to a species of *Bracon*. Provancher described what he had as a male with the abdomen petiolate, the first segment rugose, yellowish and the remainder elongate oval, black, polished.

Because what is on the pin disagrees so thoroughly with Provancher's description the type must be regarded as being lost. (Possibly it might be in the collection at Levis as there are specimens in this collection bearing the name. However, it has not been possible for me to see this material.)

3. *Rhitigaster ovalis* Provancher 1886 (p. 146, ♀) was transferred to *Sphaeropyx* by Cresson in 1887 (Trans. Am. ent. Soc., suppl. vol. : 225) and to *Opius* by Muesebeck and Walkley 1951 (Agriculture Monograph 2:156). Fischer 1965 (Polskie Pismo ent. 35:208) in his review of Nearctic Opiinæ left the species unplaced.

The specimen was poorly mounted with the venter and the lower portion of the head embedded in dark glue. However, close examination of the head appeared to indicate that the mandibles were of the exodont type. Permission was given me to soak off and remount the type. Hence the following statements.

The species is a member of the Alysiniæ. The mandibles are tridentate; the first flagellar segment is longer than the second; the notaulices are barely indicated only anteriorly but there is a small depression centrally just in front of the prescutellar groove; the sternauli are long but narrow, crenulated; the abdomen is not sculptured beyond the first segment; and the suturiform articulation is barely discernible. In the forewing the radius leaves the greatly elongated (8 x as long as its greatest width) stigma 0.2 of its length from the base; first abscissa of cubitus fully developed; second abscissa of radius 2.3 x as long as first intercubitus; second cubital cell narrowing slightly apically; recurrent entering first cubital cell, antefurcal by about the length of first abscissa of radius; first brachial cell closed, the subdiscoideus emitted at about the middle of the apex; nervulus postfurcal for a distance approximately equal to its thickness. In hindwing mediella 1.4 x as long as first abscissa of basella. The species appears to fit into the genus *Orthostigma* better than elsewhere and is accordingly so assigned on a temporary basis.

Orthostigma ovalis (Provancher) **new comb.**

REMARQUES SUR QUELQUES INSECTES DIPTÈRES
DU GENRE *OMPHRALE* MEIGEN (*DIPTERA* : *SCENOPINIDÆ*)

E. SÉGUY

Museum d'Histoire Naturelle, Paris

Résumé

L'auteur décrit une nouvelle espèce de mouche, *Omphrale provancheri* n. s. (Diptera: Scenopinidæ) et donne également la description de la femelle de *Omphrale minuscula* Séguy, inconnue jusqu'ici. En plus, des observations sur le développement et la biologie de ces insectes rares y sont ajoutées.

Abstract

A new species of fly is described *Omphrale provancheri*, n. sp. (Diptera: Scenopinidæ), also a first description of the female of *Omphrale minuscula* Séguy, unknown so far. Observations on the biology and development of these rare insects are added.

Les Diptères du genre *Omphrale* (ou *Scenopinus* Latr.) sont remarquables par leur corps dénudé (d'où leur appartenance aux Erémochètes). par le système ambulateur faible: les pattes sont courtes et inermes, les ailes couchées sur le corps au repos sont soutenues par des nervures épaisses, dirigées suivant la disposition qui caractérise la famille des Thérévidés. Les yeux, bien développés, peuvent porter, chez les mâles, deux sortes d'ommatidies, grandes et petites, parfois parées d'une faible irisation. Les antennes et les palpes sont courts, la trompe faible. L'abdomen des mâles porte sur la face dorsale des segments des taches rectilignes blanches, probablement sensorielles.

Les Omphrales sont des insectes lucicoles, indolents, qui se déplacent paresseusement s'ils y sont obligés. Leur vol est de courte durée, de portée réduite, quelques dizaines de centimètres, ou moins.

Ces diptères, souvent zoophiles, sont indifférents pour l'homme et les animaux. Quelques espèces sont cosmopolites et synanthropes.

La réunion des sexes donne des oeufs qui sont dispersés isolément, dans la poussière des endroits secs. Ces oeufs sont enveloppés d'une coquille lisse, épaisse et résistante, transparente. Ils donnent des larves, d'abord filiformes puis helminthoïdes, à corps couvert d'un tégument jaunâtre, transparent, dur et nu. Extrêmement vives et agiles elles sont ordinairement saprophages et zoophages. Elles fuient l'humidité et la lumière, elles préfèrent la sécheresse des débris organiques pulvérulents. On les trouve dans les maisons et les abris de toutes sortes, dans les terriers et dans les nids, parfois dans les galeries creusées dans le bois par les insectes xylophages, ou même dans les nids de certains hyménoptères sociaux.

Après plusieurs semaines, ou plusieurs mois de vie larvaire, suivant la saison, la larve se transforme en nymphe. Celle-ci est un corps blanchâtre, arqué, couvert de longues soies et d'épines, comme les nymphes des Thérévidés. L'insecte immobile ou peu mobile réagit vivement au contact des objets extérieurs. La période nymphale peut se prolonger pendant plusieurs semaines.

Les Omphrales forment un genre homogène composé d'espèces peu nombreuses, rares partout. Ils sont surtout connus des régions tempérées de la zone holarctique; ils sont rares dans les régions froides ou humides.

Aux espèces connues des régions chaudes, on peut ajouter les deux suivantes.

Omphrale provancheri n. sp.

Mas. Muscella elongata, coriacea, nigra, nitida. Frons ænea levata, subtiliter punctulat Oculis arte coherentes, obscure fusci, æneo, submicantes. Antennæ fuscescentes, art. 1-2, Cas 3 rufescentibus – Thorax sublucidus, punctulatus vel strigosulus, omnium tenuissim:e et brevissime puberulus, postice inter alas scutellumque linea elevata picea. Scutellum ænescens, summo margin inflexo fusco. Pedes breviusculi, postici longiores toti aut rufo vel fusco-ferruginei, omnium puberuli; tarsi flavis. Halteres magna, fusca, calva aut plerumque subtus nivea. Alæ perlucidis, vitreis, nervis flavis. Squamæ subalis parvæ, sordide fusco-nigræ – Abdomen glabrum transversim sulcatum, segmentis 3.4.5; apice lineola angustissime nivea.

Longit. corporis: 4 millim., longit. alæ: 2.5 millim., latit.: 0.8 millim.

Mocambicus: Zambeza, Chemba vicinus, Tchaima, junius mensis (P. Lesne). Super ramus cariosus in solum, insectorum xylophagorum terebratus.

Ad memoriam posteritatis nomen propono præclarissimi Dom. L. Provancher, rerum naturæ inquisitor, physicus canadensi diligenti tradunt, hanc speciem dedicavit.

Specimen unicum in Museo parasiensi conditum est.

Tête aussi grosse que la moitié du thorax, yeux cohérents sur un espace double de la longueur totale de l'antenne, formés de facettes brusquement dilatées, surtout dans la partie moyenne de l'œil, les grandes facettes séparées des petites par une ligne horizontale située au niveau de la base des antennes. Triangle ocellaire petit, saillant. Palpes courts, spatuliformes, d'un brun noir – Thorax noir, tégument fortement chagriné, pratiquement nu, sauf une pilosité blanchâtre, plus longue latéralement sur les calus huméraux, notopleuraux, postalaire et sur la partie supérieure de l'hypopleure. Ailes : cellule 2M1 courbée, très étroite à l'apex; nervures transverses rm et M2C rapprochées; cellule anale longuement pédonculée – abdomen légèrement plus long que le thorax et un peu plus large; extrémité tronquée noire, à cils jaunes.

L'Omphale provancheri peut être confondu avec *L'Omphale fenestralis* cosmopolite. On le reconnaîtra immédiatement à la conformation de la tête, aux yeux plus longuement cohérents, au triangle susantennaire étroit, poli, non élargi et rugueux, à l'absence de pilosité, aux pattes d'un brun pâle, à la conformation des ailes, à l'abdomen noir, à bandes tergales blanches très étroites, etc.

Voisin de *L'O. anthrax* S., *L'O. provancheri* en diffère également par la conformation de la tête, par les yeux moins longuement cohérents, par les ommatidies très développées, par le triangle susantennaire poli, non rugueux, par la direction des nervures alaires. *L'O. provancheri* appartient au même groupe que *L'O. anthrax*. En plus des caractères morphologiques, il en est encore éloigné par le fossé formé par le Canal de Mozambique que de nombreux insectes n'ont pu franchir.

Omphrale minuscula Séguy, 1934, E.E., Diptera, VII, p. 74.

Femelle. Corps d'un brun-noir luisant. Espace interoculaire subégal à la moitié de la largeur d'un œil vu de face. – Thorax : calus huméraux largement blanchis, calus postalaire roux comme la marge scutellaire postérieure. Ailes opalines, les deux transverses rm et M2C très rapprochées, leur intervalle ne dépassant pas la longueur de M2C.

Long. du corps : 2.8 millim.

Le mâle de cette espèce était seul connu. M. Decary en a rapporté trois exemplaires de Madagascar, province de l'Analalava (Maromandia) et un autre d'Amparafaravola (ouest du lac Alaotra). Enfin, M. le Dr R. Jeannel a capturé un autre mâle lors de la mission qu'il a effectué dans le massif de l'Omo, Kenya, Marakwet, Elgoyo Escarpment, 2500 m. juin.

ON THE SALDIDAE TYPES IN THE PROVANCHER COLLECTION,
AND A NEW NAME FOR *SALDA CORIACEA* UHLER (HETEROPTERA)

LEONARD A. KELTON and JOHN D. LATTIN

*Entomology Research Institute, Canada Department of Agriculture,
Ottawa; Department of Entomology, Oregon State University, Corvallis*

Résumé

Les Saldidæ de la Collection Provancher, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec, ont été étudiés. Les holotypes dans la Collection sont *Salda obscura* Prov. et *Sciodopterus bouchervillei* Prov. (*Saldula bouchervillei* (Prov.), n. comb.). Les lectotypes sont désignés pour *Salda major* Prov. (= *lugubris* Say), et *Salda variegata* Prov. (= *Pentacora ligata* (Say)). Un nouveau nom, *Salda provancheri*, est proposé pour *Salda coriacea* Uhler.

Abstract

The Saldidæ in the Provancher Collection, Faculty of Science, Laval University, Quebec, were examined. Holotypes in the collection are *Salda obscura* Prov. and *Sciodopterus bouchervillei* Prov. (= *Saldula bouchervillei* (Prov.), n. comb.). Lectotypes are designated for *Salda major* Prov. (= *lugubris* Say), and *Salda variegata* Prov. (= *Pentacora ligata* (Say)). A new name, *Salda provancheri*, is proposed for *Salda coriacea* Uhler.

L'Abbé Léon Provancher was one of the pioneer systematists of North America. In LE NATURALISTE CANADIEN, 1872, he described four species of Saldidæ from Quebec. His descriptions were based on single specimens or on small series, but types, as they are known today, were not designated. Examination of the Provancher collection now at Laval University, Faculty of Sciences, Quebec City, convinced us that the salid specimens in the collection are the same as those used by Provancher in his original descriptions, and they are correctly classified. In the interest of stability, appropriate type designations are made in this paper and corresponding labels have been placed on the specimens. Subsequent name changes are given with pertinent references. The Provancher types are in the collection of Laval University, Quebec City, Quebec.

Salda lugubris (Say)

- Acanthia lugubris* Say, 1832: 34.
Salda major Provancher, 1872: 107.
Salda deplanata Uhler, 1877: 442.
Saldula major: Van Duzee, 1912: 324; 1916: 50.
Saldula lugubris: Drake and Hottes, 1950: 55.
Salda lugubris: Cobben, 1959: 306.

TYPE. Lectotype, here designated, female, No 69, *Salda major* Provancher, *Salda lugubris* (Say).

Provancher described *major* from three specimens collected at Portneuf, Quebec. In his handwritten catalogue it is recorded under No. 69 and No. 122, *Salda major* Prov. Two specimens with these data are in the collection.

DESCRIPTION OF TYPE. Dull black. Labrum, apical half of tylus, callosities and spot between ocellus and eye, yellow. First antennal segment yellow, dark ventrally, second segment yellow, other segments brown; antenna with several long and erect hairs. Hemelytron with several pale spots; pubescence dense and shining, golden. Ventral surface black; pro- and mesocoxal lamellæ with yellow margins; femur yellow with black stripe ventrally and several spots anteriorly; tibia and tarsus yellow.

Van Duzee (1912) synonymized *deplanata* Uhler with *major*, and later (1916) placed it and *lugubris* in the genus *Saldula*. Drake and Hottes (1950) synonymized *major* with *lugubris* but credited the authorship of *major* to Uhler rather than Provancher. This species remained in *Saldula* until Cobben (1959) correctly placed it in *Salda* F.

Salda obscura Provancher

- Salda obscura* Provancher, 1872: 107.
Salda littoralis: Van Duzee, 1916: 50.
Acanthia obscura: Torre-Bueno, 1924: 300.
Saldula obscura: McDunnough, 1925: 257.
Salda obscura: Drake and Hottes, 1950: 54; Drake and Hoberlandt, 1950: 6; Chapman, 1962: 150.

TYPE. Holotype, female, No. 70, *Salda obscura* Provancher.

Provancher described this species from a single female specimen collected at Ste. Anne de La Pérade, Québec. In his handwritten catalogue it is recorded under No. 70 and No. 121, *Salda obscura* Prov. Two specimens with these

data are in the collection, but the abdomen on specimen with No. 70 is missing. Specimen with No. 121 is a later addition to the collection.

DESCRIPTION OF TYPE. Shiny black. Middle of labrum, callosities each side of tylus and spot between ocellus and eye, pale. Antenna mostly black with first and second segments pale on upper surface; antennal segments with several long and erect black hairs. Pubescence on hemelytra very short and sparse, brown. Ventral surface black; pro- and mesocoxal lamellæ pale; apex of coxa, base of femur and tibia generally pale.

Van Duzee (1912) considered *Salda obscura* a synonym of *Salda littoralis* (L.). Torre-Bueno (1924) questioned this decision and considered *obscura* a valid species. McDunnough (1925) stated that Torre-Bueno had misidentified *obscura* and gave a detailed description of it from specimens compared with the Provancher type by H. L. Viereck. Drake and Hottes (1950) were uncertain of the status of *obscura* and withheld judgment pending examination of the type, although Drake and Hoberlandt (1950) considered *obscura* a valid species in *Salda*, and Chapman (1962) concurred.

Pentacora ligata (Say)

Acanthia ligata Say, 1832: 34.

Salda variegata Provancher, 1872: 107.

Salda ligata: Provancher, 1886: 189.

Pentacora ligata: Reuter, 1912: 11.

TYPE. Lectotype, here designated, male, No. 71, *Salda variegata* Prov., *Pentacora ligata* (Say).

Provancher described *variegata* from three specimens collected near Port-neuf, Quebec. In his handwritten catalogue it is recorded under No. 71 and No. 123, *Salda variagata* Prov. Two specimens with these data are in the collection.

DESCRIPTION OF TYPE. Shiny black. Labrum, tip of tylus, callosities, area along margin of eye, and spot behind ocellus, yellow. Antenna black with narrow pale stripe on segments one and two. Pronotum with narrow lateral margins and two small spots on hind margin, yellow. Pubescence on dorsum semi-erect and dense, black. Ventral surface black, coxal lamellæ yellow, legs yellow with black stripes.

Provancher (1886) placed *variegata* in synonymy with *Acanthia ligata* Say. The species is now placed in the genus *Pentacora* Reuter.

Saldula bouchervillei (Provancher) n. comb.

Sciodopterus bouchervillei Provancher, 1872: 106; 1886: 192.

Salda separata Uhler, 1878: 432 (n. syn.).

Saldula illinoiensis Drake, 1949: 2 (n. syn.).

TYPE. Holotype, male, No. 73, *Sciodopterus bouchervillei* Prov., *Saldula bouchervillei* (Prov.).

Provancher described this species from a single specimen collected on the sand at Portneuf, Quebec. In his hand written catalogue it is recorded under No. 73 and No. 125, *Sciodopterus bouchervillei* Prov. Both specimens with these data are in the collection, but the latter is very different from No. 73 and does not fit the Provancher (1872, 1886) descriptions of *bouchervillei*.

DESCRIPTION OF TYPE. Dull black, oval. Labrum, tylus, callosities, and small spot between ocellus and eye, pale yellow; right eye missing. First antennal segment yellow, dark ventrally, second segment black with long, erect black hairs. Hemelytron with small pale spot near apex of clavus, near base and apex of endocorium, and larger spot on outer margin near apex; pubescence on dorsum long and erect, black, with appressed, shiny, golden or silvery hairs. Ventral surface black, coxa at apex and legs yellow; legs with long and erect, black hairs.

Study of the specimen No. 73 shows that it belongs to the genus *Saldula* Van D., and is conspecific with *Salda separata* Uhl. and *Saldula illinoiensis* Drake. Because of priority, the two latter species must be considered as synonyms of *bouchervillei*. No. 125, *Salda bouchervillei* of authors, *nec* Provancher, is renamed herewith as *Salda provancheri* n. name.

Salda provancheri n. name

Salda coriacea Uhler, 1872: 421 (Preoccupied by *Salda coriacea* Fabricius, 1803: 115).

Saldula bouchervillei: Van Duzee, 1912: 324; Hussey, 1848: 153.

TYPE. Lectotype, here designated, male, No. 731, *Salda coriacea* Uhler, *Salda provancheri* Kelton and Lattin. Lectotype and paralectotypes in the United States National Museum, Washington, D. C.

Salda coriacea Uhl. was described from Ogden, Utah, but is widely distributed in North America. We have examined the cotypes and find that *coriacea* is the species known for over 55 years as *Salda bouchervillei* of authors, *nec* Provancher. Since *coriacea* Uhl. is preoccupied we propose the name *provancheri*, in honour of L'Abbé Léon Provancher.

DESCRIPTION OF TYPE. Mostly shining black. Middle of labrum and callosities pale. Antenna generally black, inner surface of segment I, pale. Pronotum with side margin nearly straight and explanate, callus large but low, reaching side margin of pronotum in front, posteriorly margined by deeply pitted groove. Hemelytron black with 6 pale spots; punctures shallow and widely scattered; pubescence short and sparse, denser along margin, golden. Ventral surface black, narrow margin of precoxal lamella pale; coxa black, pale at apex; femur and tibia yellow, front femur black below, all femora with rows of brown spots on anterior and posterior surfaces.

The specimen in the Provancher collection bearing the data: No. 125, *Sciadopterus bouchervillei* Prov. is much larger and almost glabrous and therefore does not agree with the specimen No. 73, *Sciadopterus bouchervillei* Prov. Presumably Provancher had mistaken the species himself or at some later date Provancher's labels were transferred to a different specimen by subsequent workers.

It was this larger specimen bearing the labels No. 125 and *Sciadopterus bouchervillei* Prov. that Van Duzee (1912) examined and correctly considered the species a synonym of *Salda coriacea* Uhler. Hussey (1948) showed that *coriacea* Uhl. was preoccupied by *Salda coriacea* Fabricius and retained *Salda bouchervillei* of authors, *nec* Provancher.

Acknowledgments

We wish to express our sincere thanks to Dr. René Beique, Conservateur de la Collection Provancher, and to Dr. Lucien Huot, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec, for the courtesies extended to us in the search for the types and other help. We also want to thank Dr. R. C. Froeschner, United States National Museum, Washington, D. C., for sending the syntypes of *Salda coriacea* Uhl., and Mr. Eric Yensen, Department of Entomology, Oregon State University, for personally carrying the Provancher specimens to Corvallis.

References

- CHAPMAN, H. C., 1962. The Saldidæ of Nevada. *Pan-Pac Ent.* **38**: 147-159.
- COBBEN, R. H., 1959. Notes on the classification of Saldidæ with description of a new species from Spain. *Zool. Meded.* **36**: 303-316.
- DRAKE, C. J., 1949. Concerning North American Saldidæ (Hemiptera). *Ark. Zool.* **42B**: 1-4.

- DRAKE, C. J. and L. HOBERLANDT. 1950. Catalogue of genera and species of Saldidæ (Hemiptera). *Acta. Mus. nationales Prag.* **26**: 1-12.
- DRAKE, C. J. and F. C. HOTTES. 1950. Saldidæ of the Americas (Hemiptera). *Gr. Basin Nat.* **10**: 51-61.
- FABRICIUS, J. C., 1803. *Systema Rhyngotorum*. Brunsvigæ.
- HUSSEY, R. F., 1948. A necessary change of name (Hemiptera, Saldidæ). *Bull. Brooklyn ent. Soc.* **43**: 153.
- MCDUNNOUGH, J. 1925. Notes on *Sadula obscura* Prov. with description of new species (Hemiptera). *Can. Ent.* **57**: 257-260.
- PROVANCHER, abbé L., 1872. Description de plusieurs Hémiptères nouveaux. *Naturaliste can.* **4**: 103-108.
- PROVANCHER, abbé L., 1886. Les Hémiptères. Petite Faune Entomologique III. 354 pp.
- REUTER, O. M., 1912. Zur generischen Teilung der palaarktischen und nearktischen Acanthiaden. *Öfvers. finska VetenskSoc. Förh.* **54**. 24 pp.
- SAY, T., 1832. Descriptions of new species of heteropterous Hemiptera of North America. New Harmony. 39 pp.
- TORRE-BUENO, J. R., 1924. Three Canadian Acanthiidæ (Saldidæ, Heteroptera). *Can. Ent.* **56**: 296-300.
- UHLER, P. R., 1872. Notices of the Hemiptera of the western territories of the United States, chiefly from the surveys of Dr. F. V. Hayden. In Hayden, Prelim. Rept. U.S. Geol. Surv. Montana, pp. 392-423.
- UHLER, P. R. 1877. Report upon the insects collected by P. R. Uhler during the explorations of 1875, including the monographs of the families Cydnidæ and Saldæ, and the Hemiptera collected by A. S. Packard, Jr., M.D. *Bull. U.S. geol. geog. Surv.* **3**: 355-475.
- UHLER, P. R. 1878. Notices of the Hemiptera Heteroptera in the collection of the late T. W. Harris, M.D. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.* **19**: 365-454.
- VAN DUZEE, E. P., 1912. Synonymy of the Provancher collection of Hemiptera. *Can. Ent.* **44**: 317-329.
- VAN DUZEE, E. P., 1916. Check list of the Hemiptera (excepting the Aphididæ, Aleurodidæ and Coccidæ) of America north of Mexico. New York (*N. Y. Ent. Soc.*), 111 pp.

SUR QUELQUES *NOTODONTIDÆ*
(LEPIDOPTERA : NOTODONTOIDEA) AUSTRALIENS

S. G. KIRIAKOFF¹

Institut de Zoologie, Université de Gand, Belgique.

Résumé

Cet article traite d'espèces de *Notodontidæ* (Lepidoptera: Notodontoidea) Australiens dont la position générique reste incertaine. Quelques commentaires sont offerts à ce sujet de même que la description et l'illustration des génitalia des espèces mentionnées.

Abstract

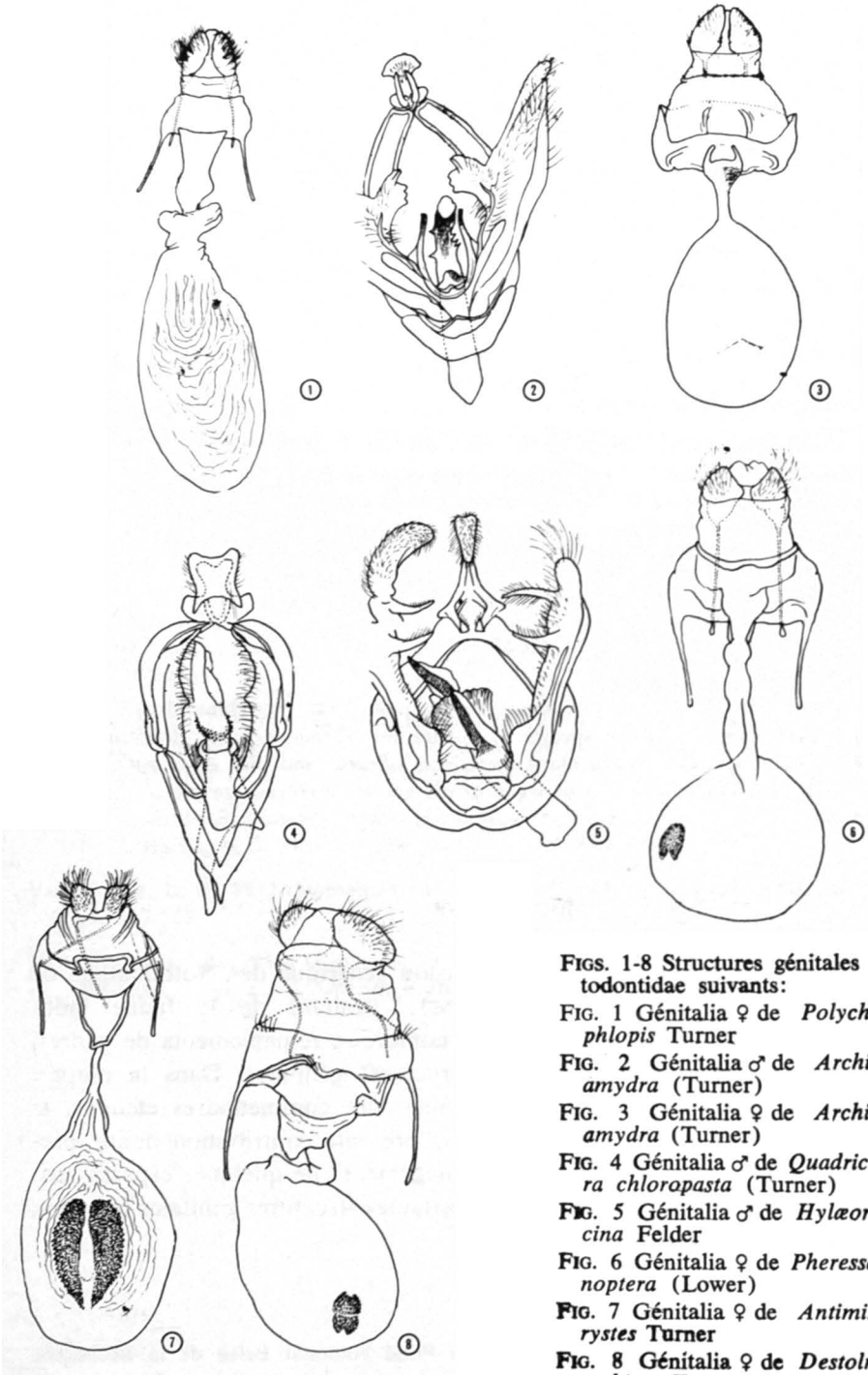
On some Australian *Notodontidæ* (Lepidoptera: Notodontoidea). – This paper deals with some species of Australian *Notodontidæ* of doubtful generic position. Short commentary thereon is offered, and also descriptions and figures of female genitalia of some of the species involved are given.

Introduction

Dans le troisième volume de notre revision générique des *Notodontidæ* de l'Ancien Monde (in *GENERA INSECTORUM*),² traitant de la faune indo-australienne, nous avons dû procéder à de nombreux remaniements de genres, en nous fondant surtout sur l'étude des structures génitales. Dans la plupart des cas, nous nous sommes abstenus de donner des commentaires étendus, le caractère de l'ouvrage ne s'y prêtant pas. La présente contribution donne précisément des explications relatives au "déménagement" de quelques espèces australiennes, de même que les descriptions de certaines structures génitales femelles, omises dans notre ouvrage précité.

1. Étude faite avec le concours financier du Fond National Belge de la Recherche Scientifique.

2. A l'impression.



FIGS. 1-8 Structures génitales des Notodontidae suivants:

FIG. 1 Génitalia ♀ de *Polychoa styphlopis* Turner

FIG. 2 Génitalia ♂ de *Archigargetta amydra* (Turner)

FIG. 3 Génitalia ♀ de *Archigargetta amydra* (Turner)

FIG. 4 Génitalia ♂ de *Quadricalcarifera chloropasta* (Turner)

FIG. 5 Génitalia ♂ de *Hylæora capucina* Felder

FIG. 6 Génitalia ♀ de *Pheressaces cynoptera* (Lower)

FIG. 7 Génitalia ♀ de *Antimima corystes* Turner

FIG. 8 Génitalia ♀ de *Destolmia hesychima* Turner

Polychoa styphlopis Turner

Polychoa styphlopis Turner, *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, **31**: 681 (1908).

GENITALIA ♀ (fig. 1), Fak Fak, Dutch New Guinea, XX. 1907, 1700 ft., British Museum (Natural History).

Description: – Apophyses antérieures et postérieures grêles, assez longues et à peu près de la même longueur. IX^e urite sans caractère particulier. Base du ductus bursæ large et sclérifiée; corpus bursæ avec deux petits diverticules à la base, ensuite allongé et plissé, sans signum.

Archigargetta amydra (Turner)

Cascera amydra Turner, *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, **28**: 74 (1903).

Il est assez étonnant que Turner ait placé cette espèce dans le genre *Cascera*, car l'habitus de l'insecte en est très différent et se rapproche de celui de certaines espèces de l'ancien genre *Gargetta*, que nous avons placées dans le genre *Archigargetta* Kiriakoff (*Tijdschr. Ent.*, 110: 38, 1967). L'examen de l'armure génitale mâle confirme cette impression. Les structures trouvées chez *C. amydra* et représentées sur notre fig. 2 ne diffèrent que peu de celles trouvées chez *Archigargetta cyclopea* Kiriakoff, espèce type du genre *Archigargetta*.

GENITALIA ♂ (fig. 2), Type Cairns, N.W., IX. 1924, CSIRO.

Description: – L'extrémité de l'uncus est plus ou moins semi-circulaire, non semi-elliptique; le fort processus à la base de la côte est beaucoup plus étroit et à son bord terminal irrégulièrement découpé; l'édéage est relativement plus court, et plus grêle distalement; le saccus est coupé droit, sans petit processus médian. *Archigargetta diakonoffi* Kiriakoff, 1967, possède également un processus costal étroit et à bord distal irrégulier, mais son uncus est de forme toute différente, et la coloration de l'insecte s'écarte considérablement du patron commun du genre.

GENITALIA ♀ (fig. 3), Type de *Cascera amydra*, Townsville, type No 3699, Nat. Mus. Victoria.

Description: – Apophyses antérieures à peine différenciées; apophyses postérieures courtes. Stérigme plutôt étroite; lamelle antévaginale échancrée au bord distal. Ductus bursæ grêle; signum absent. Turner (*Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, 57: 412, 1912) fait de sa *Themerastis amalopa* (*ibid.*, 29: 833, 1904)

la femelle de *C. amydra*. Nous avons examiné les structures génitales du type de *Th. amalopa* (Cairns, N° 288, CSIRO) et n'avons en effet trouvé aucune différence notable avec la structure décrite ci-dessus.

Quadricalcarifera chloropasta (Turner)

Syntypistis chloropasta Turner, *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, 31: 679 (1906).

Turner (l.c.) a créé pour cette espèce le genre *Syntypistis*. L'habitus de l'insecte n'est pas différent de celui commun aux espèces du genre *Quadricalcarifera* Strand, et Gaede (in Seitz, *Grossschmett. Erde*, 10: 628, 1930) a placé *Syntypistis* en synonymie de *Desmeocraera* (recte: *Quadricalcarifera*). L'examen de l'armure génitale mâle montre le bien fondé de cet arrangement: cette armure appartient au type caractéristique du genre *Quadricalcarifera*, et plus particulièrement du groupe assez nombreux comprenant des espèces répandues en Indonésie et en Nouvelle Guinée. Bien plus, elle diffère à peine de la structure trouvée p. ex. chez *Q. dubiosa* (Bethune-Baker, 1904).

GENITALIA, ♂, (fig. 4).

Description: — L'uncus est plus nettement bilobé; les gnathi ont leur bord latéral plus concave et les angles distaux un peu étirés; l'extrémité distale de l'édéage est plus étirée; la plaque sternale du VIII^e urite moins allongée et à bords latéraux parallèles, non convexes proximalelement.

A remarquer que *Stauropodopsis* Roewe (*Nat. Maandbl. Maastricht*, 33: 20, 1944) est en premier lieu un synonyme de *Syntypistis*, car il comprend des espèces appartenant au même groupe de *Quadricalcarifera*, groupe caractérisé par les valves à éléments soudés et terminées en un processus grêle et allongé, et par un édéage robuste et portant après le milieu une ceinture de spinules. Nakamura (*Trans. Lep. Soc. Japan*, 11: 37, 1960) avait déjà placé *Stauropodopsis* en synonymie de *Quadricalcarifera*, mais sans référence à *Syntypistis*.

Hylaeora capucina Felder

Hylaeora capucina Felder, *Reise Novara, Lep. Het.*, pl. 98 fig. 1 (1874).

Cette espèce est généralement placée dans le genre *Neola* Walker. Nous lui restituons sa place originale dans le genre *Hylaeora* en raison de ses structures génitales mâles qui ne diffèrent que très peu de celles trouvées chez les espèces de ce genre.

GENITALIA ♂ (Fig. 5), Black Mts., Act, 26. XII. 1959, CSIRO.

Description: — L'armure génitale mâle de *H. capucina* diffère de celle de l'espèce type du genre *H. eucalypti* Doubleday, 1948, par les gnathi plus grêles; par le processus en corne proximal de la valve relativement plus long; par un processus terminal en lame de l'édéage; et par l'échancrure du saccus à peine marquée. Il convient d'ajouter que les armures génitales mâles des espèces du genre *Hylaeora* se ressemblent toutes de près. Comparées à celle de l'espèce type, elles en diffèrent comme suit:

H. inclyta (Walker, 1962) (= *lacerta* Druce, 1901) ne possède qu'un seul processus en corne à la valve, plus un petit ongle terminal;

H. dilucida (Felder, 1874) n'a également qu'un seul processus, et présente en même temps un uncus et des gnathi bien plus grêles, et une plaque ovale subterminale à l'édéage.

Pheressaces cycnoptera (Lower)

Notodonta cycnoptera Lower, *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 1894, p. 78, 1894.

GENITALIA ♀ (fig. 6), Townsville, Qsld., 4. III. 1900, bred, British Museum (Natural History).

Description: — Apophyses antérieures assez longues; apophyses postérieures plus longues d'un tiers environ, et plus grêles, élargies à l'extrémité. Urite large; lamelle antévaginale très largement échancrée distalement. Base du ductus bursæ sclérifiée; ductus bursæ assez fort; signum petit, en ovale échancré au bord proximal.

Antimima corystes Turner

Antimima corystes Turner, *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, 56: 330 (1931).

GENITALIA ♀ (fig. 7), Collie Cardiff, type 3696, Nat. Mus. of Victoria.

Description: — Apophyses longues et grêles, les postérieures légèrement plus longues que les antérieures. Urite étroit: lamelle postvaginale dépassant un peu le bord distal du sternite; bord proximal de ce dernier étiré en lobe. Ductus bursæ grêle; bursa copulatrix avec un très fort signum, composé de deux plaques labiformes-allongées, accolées par leur face concave.

Destolmia hesychima Turner

Destolmia hesychima Turner, *Proc. Linn. Soc. N. S. Wales*, **47**: 386 (1922).

GENITALIA ♀ (fig. 8), Waroona, W.A., 4. I. 1908, No 3695, Nat. Mus. of Victoria.

Description: – Apophyses antérieures et postérieures longues et grêles, approximativement de la même longueur. Tergite bien plus large que le sternite; bord distal de ce dernier droit; lamelle antévaginale faiblement bilobée distalement. Base du ductus bursæ fortement renflée et sclérifiée, reste grêle et membraneux; signum composé de deux plaques arrondies accolées, à bord opposé échancré.

Remerciements

Nous remercions encore une fois les musées australiens ci-après: CSIRO, Division of Entomology, Canberra; National Museum of Victoria, Melbourne; et Queensland Museum, Brisbane, de même que le British Museum (Natural History), pour l'aide qu'ils ont bien voulu nous apporter par le prêt de spécimens types et autres.

QUELQUES TRICHOPTÈRES NÉARCTIQUES NOUVEAUX OU PEU CONNUS

F. SCHMID

Institut de la Recherche entomologique, Ottawa, Canada.

Résumé

Ce travail contient les descriptions de cinq espèces néarctiques nouvelles, *Wormaldia quesugta*, *Imania cidoipes*, *Oligophlebodes mostbento*, *Farula reapi* et *Neothremma laloukesi* et quelques données taxonomiques, écologiques et géographiques sur 13 autres espèces peu connues.

Abstract

Five new nearctic species are described: *Wormaldia quesugta*, *Imania cidoipes*, *Oligophlebodes mostbento*, *Farula reapi* and *Neothremma laloukesi*. Taxonomic data as well as ecological and geographical notes on thirteen less known species are given.

Introduction

Une excursion de récolte effectuée en 1965 dans les montagnes de l'Ouest néarctique m'a convaincu que leur faune trichoptérologique n'est pas aussi bien connue que laissent supposer les nombreux travaux qui lui sont consacrés. Dans les pages qui suivent, je décris cinq espèces nouvelles et donne des compléments d'information taxonomique écologique et géographique sur 14 autres formes qui m'ont paru mériter des commentaires.

L'étude de nombreux spécimens appartenant à plusieurs genres Limnophilides Polyphores a fait ressortir plusieurs lacunes dans la classification des Limnophilides que j'ai proposée en 1955. Ainsi, *Imania*, *Moselyella* et *Lepania* que j'avais considérés comme des Dicosmoecines se révèlent être des Apataniines. *Farula* et *Neothremma*, que j'avais placés dans deux sous-familles différentes, sont en réalité parents, mais leur appartenance subfamiliale reste provisoirement impossible à déterminer. Les trois sous-familles Polyphores contiennent chacune plusieurs genres très spécialisés et aberrants dont presque tous

les caractères subfamiliaux primitifs ont été oblitérés par une spécialisation dans une direction très particulière. Les adultes ne montrent guère plus que de vagues indices de leurs affinités réelles. Seule l'étude des stades jeunes pourra fournir des caractères assez nets pour être franchement révélateurs de la vraie position phylétique de ces lignées.

Tous les spécimens dont il est question plus bas sont déposés dans la Collection nationale canadienne des Insectes, Ottawa, Canada. Tous ont été capturés par moi-même, sauf lorsque le nom d'un autre chasseur se trouve mentionné.

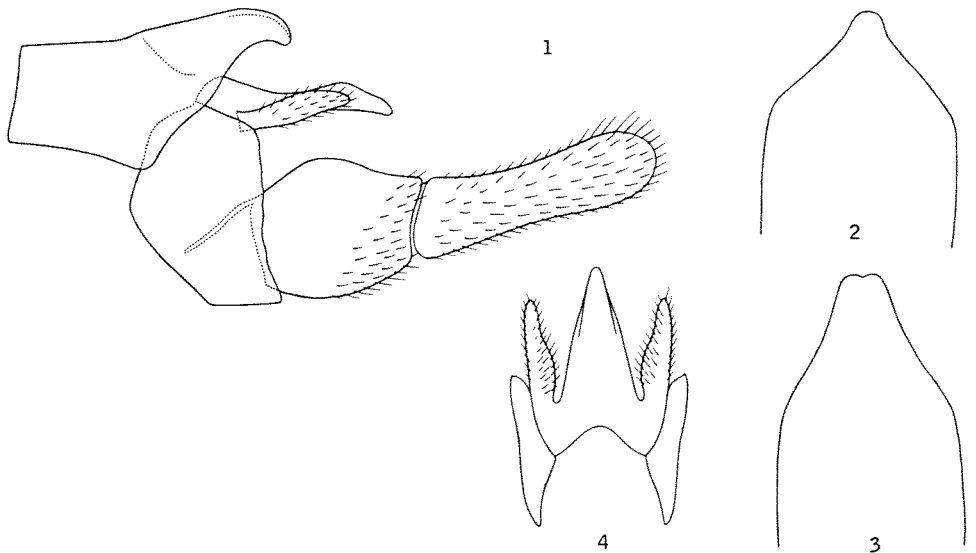


FIG. 1-4, armature génitale du ♂ de *Wormaldia gesugta* - FIG. 1, vue de profil - FIG. 2, VII^e sternite, vu de dessous - FIG. 3, IX^e tergite, vu de dessus - FIG. 4, X^e segment, vu de dessus.

Wormaldia gesugta n. sp.

(figures 1-4).

Petite espèce jaune roux, avec la tête et le thorax recouverts de pilosité dorée et les pattes jaunes. Nervulation: aux ailes antérieures, les cellules discoïdale et médiane sont très étroites et la f5 de largeur considérable. F1 présente et sessile, f3 très courte et f4 absente. Aux ailes postérieures, il y a une transversale entre Sc et R1, la f1 est soit présente et sessile, soit à demi terminalisée avec un pétiole aussi long qu'elle-même, soit le plus souvent complètement absente. F3 très courte et f5 très élargie. Envergure ♂ ♀ : 10 mm.

Génitalia ♂ : VIII^e tergite prolongé en un lobe épais surmontant la moitié basale du X^e segment. Appendices præanaux en ovales allongés réguliers et nettement plus courts que le X^e segment. Vu de dessus, ce dernier est régulièrement et étroitement triangulaire. Appendices inférieurs avec leurs premiers articles légèrement plus longs que hauts, reliés entre eux par une membrane sur leur deux-tiers basaux seulement et avec leurs bords supérieurs très convexes; second article considérablement plus long que le premier et avec ses deux bords légèrement infléchis. Armature de l'endothèque peu développée et à peine visible (figures 1-4).

Holotype ♂, *allotype* ♀ et 1 ♂ *paratype*: U.S.A., Californie, Del Norte Co., Gasquet 4-VI-1965, CNC 9645.

Cette espèce est proche parente de *hamata* Denning et s'en distingue par l'absence fréquente de la fl des ailes postérieures, la forme plus régulière des appendices inférieurs, les proportions différentes des deux articles et par des détails de la forme du X^e segment.

Tinodes cascadia Denning

Tinodes cascadia Denning 1956: 76.

Les gîtes hydropétriques, si communs en Europe et en Asie tropicale, m'ont parus rares dans les montagnes de l'Ouest néarctique. Mais cette espèce m'a semblée assez commune dans la majorité des gîtes visités. Californie, Del Norte Co., Gasquet 4-VI-1965, 12 ♂ ♂. Orégon, Douglas, Co., Steamboat 8-VI-1965, 15 ♂ ♂ 5 ♀ ♀. Marion Co., Mill City 16-VI-1965, 9 ♂ ♂.

Les spécimens californiens sont un peu différents des autres et ne correspondent pas très bien aux figures originales (Denning 1956, fig. 5A). Le second article des appendices inférieurs a assez constamment une forme plus régulière et sa partie amincie est plus longue. L'appendice médian, situé entre les deux premiers articles, correspond parfois aux dessins de Denning, mais chez certains spécimens, la pointe médiane supérieure est suivie d'une échancrure. Cependant ces différences sont trop peu importantes et pas assez stables pour justifier une coupe spécifique.

Rossiana montana Denning (figures 5-11)

Rossiana montana Denning 1953: 165-166.

Je crois bon d'ajouter quelques commentaires à la description originale de cette remarquable espèce. Yeux petits et assez longuement velus. Scapes

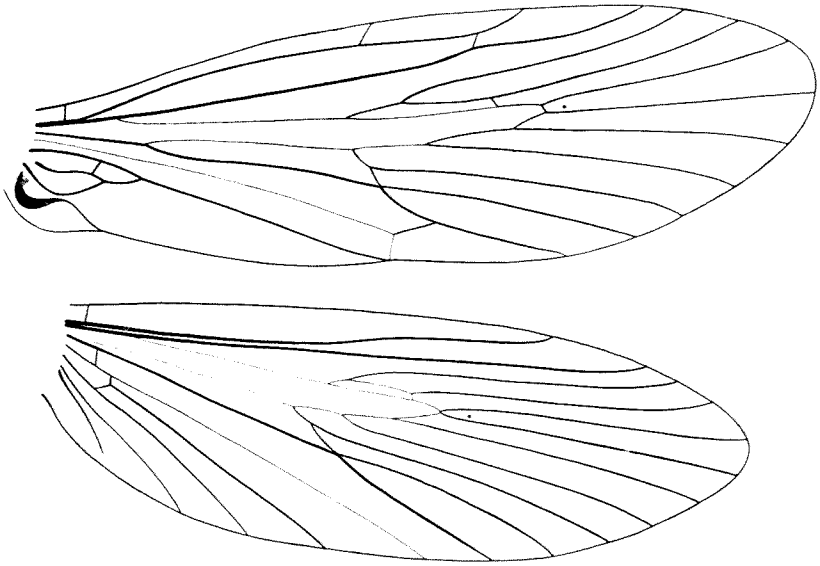


FIG. 5, nervulation de *Rossiana montana*.

très grands et nettement plus longs que la tête. Palpes maxillaires du ♂ fortement modifiés et réduits et n'atteignant de loin pas la base des antennes lorsqu'ils sont dressés; le 1^{er} article (fig. 9) est un peu boursoufflé et longuement velu sur sa face externe; du côté interne, il montre une zone membraneuse, au tiers apical de laquelle sont insérés les deux autres articles qui sont très petits. Palpes labiaux du ♂ de taille normale, c'est-à-dire nettement plus longs que les précédents. Chez la ♀, les deux paires de palpes ont la taille et la proportion habituelle, avec les deux premiers articles aplatis. Eperons ♂ ♀ : 1, 4, 4.

Les deux ailes sont longues, étroites et régulièrement elliptiques. *Nervulation* (fig. 5) semblable aux deux ailes et chez les deux sexes, complète, avec les quatre fourches apicales présentes, mais remarquable par les modifications du SR: la cellule discoïdale est courte, très étroite et a un très long parcours commun avec la f1; sans être pétiolée, la f2 débute bien après l'extrémité de la cellule discoïdale. Chez les quatre spécimens que j'ai sous les yeux, j'ai noté quelques irrégularités : aux ailes antérieures, C-Sc est parfois absente ou indistincte, de même que R5-M1; aux ailes postérieures, les nervures du centre de l'aile sont extrêmement minces et un peu variables; parfois R3 se détache de R4-5 et la cellule discoïdale est ouverte du côté costal; parfois R3 se confond avec R3-4 peu après sa naissance, puis s'en détache à nouveau définitivement, formant ainsi une très petite cellule vestigiale.

Génitalia ♂ (fig. 6-8): X^e segment composé des appendices præaux qui sont grands et allongés, forment un angle basal supérieur proéminent, sont

fortement amincis au milieu de leur longueur et se terminent en un lobe légèrement renflé. Il y a également deux lobes en position interne, peut-être les branches internes, droits, horizontaux et un peu élargis horizontalement à leur extrémité. Appendices inférieurs composés de deux articles bien développés; le 1^{er} est massif, haut et très court; sa face interne présente un relief complexe et accusé: une carène basale supérieure transversale à arête simple et cachée

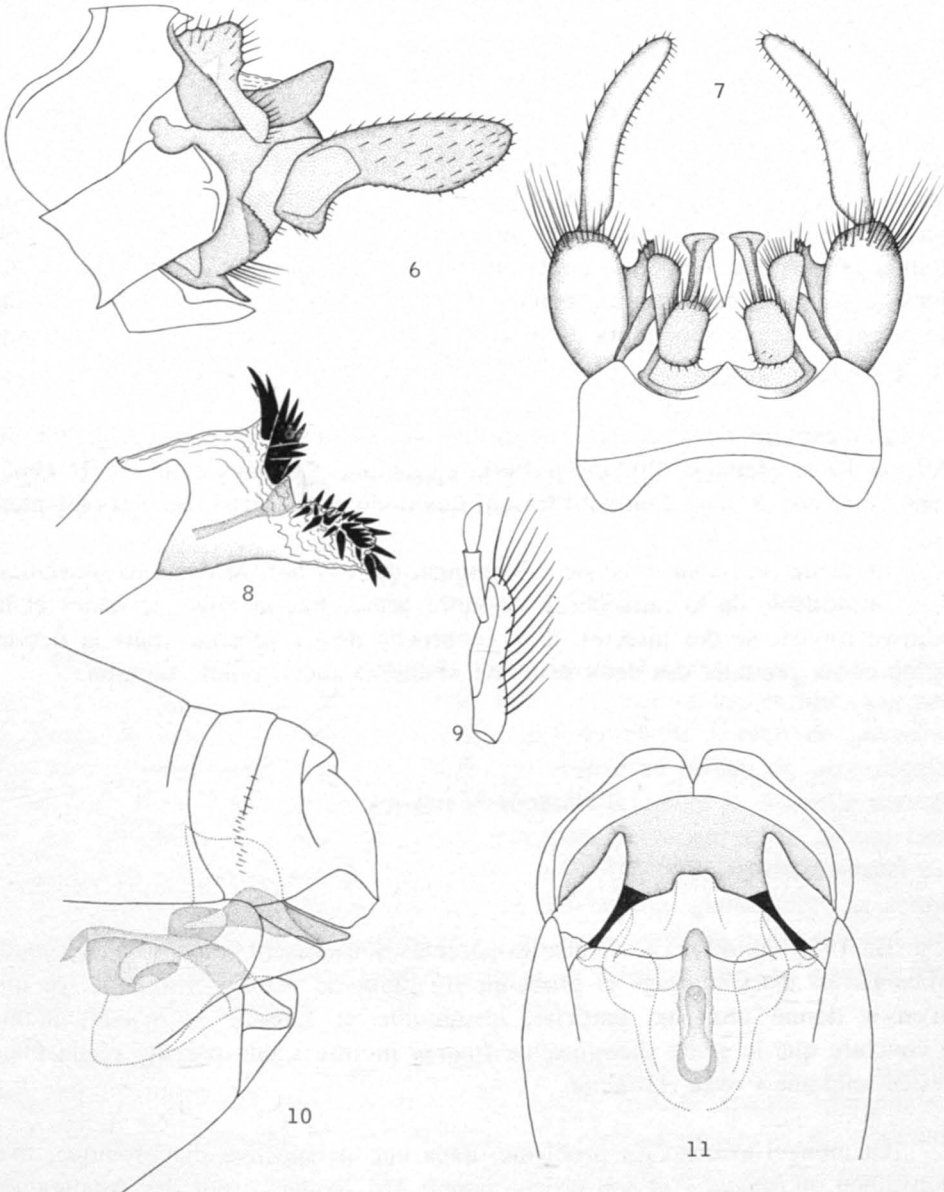


FIG. 6-8, armature génitale du ♂ de *Rossiana montana* - FIG. 6, vue de profil - FIG. 7, vue de dessus - FIG. 8, appareil phallique, vue de profil - FIG. 9, palpe maxillaire du ♂ - FIG. 10, armature génitale de la ♀, vue de profil - FIG. 11, vue de dessous.

par le X^e segment en vue latérale et une seconde carène, également transversale, en position médiane inférieure. Le 2^{me} article est un peu plus long que le 1^{er}, grêle et avec son bord inférieur concave. L'appareil phallique se compose d'une phallothèque régulièrement sub-cylindrique et d'une courte endothèque érectile, portant des épines groupées en deux bouquets; celles du groupe supérieur sont nettement plus grandes que celles du groupe inférieur et entre eux deux se trouve un long sclérite phallothrémal chitineux bien visible. Aedéage et paramères ont disparu.

Génitalia ♀ (fig. 10-11): VII^e sternite entier, grand et concave. IX^e et X^e segments réduits, peu distincts l'un de l'autre et formant une masse très obtuse. Plaque supra-génitale courte, très large, très obtusément arrondie, concave vers le bas et creusée d'un profond sillon basal médian interne. Écaille vulvaire en simple bombement très largement arqué avec un lobe apical médian auquel correspond une forte arête interne. Elle est flanquée latéralement de deux lobes semi-membraneux, coniques et un peu arqués, probablement issus des angles apicaux supérieurs du VIII^e sternite. Bourse copulatrice comme sur la figure 11.

J'ai capturé deux couples de cette espèce sur le versant occidental du Allison Pass, Manning Provincial Park, Colombie britannique, le 3-VII-1965, vers 3.800 pds, le long d'un petit torrent très raide et aux eaux assez abondantes.

Le genre *Rossiana* se classe évidemment dans la famille des Dicosmœcines, il est impossible de le rattacher à un autre genre. Par la taille, le faciès et la relative robustesse des insectes, il se rapproche de *Cryptochia*, mais la nervulation et les génitalia des deux sexes ne montrent aucun point commun.

Imania Martynov

Imania Martynov 1935: 298-300.

En 1955 (p. 43), j'ai signalé les parentés qui unissent ce genre à *Apatania*. Mais j'avais alors envisagé le problème du point de vue synchronique, ce qui m'en a donné une vue partielle, insuffisante et faussée et m'avait induit à conclure que le genre dicosmœcine *Imania* montre « une parenté réelle mais restée lointaine » avec *Apatania*.

Un nouvel examen du problème, dans une perspective diachronique, m'a convaincu qu'*Imania* – et son proche parent *Moselyella* – sont des Apataniines dont l'évolution dans une direction particulière a oblitéré la plupart des caractères subfamiliaux primitifs. En effet, la nervulation d'*Imania* est assez sem-

blable à celle d'*Apatania* et les différences apparaissent soit comme des caractères primitifs perdus par *Apatania* (la régularité de la disposition des nervures), soit comme des pertes secondaires, certaines d'ailleurs inconstantes, C-R1 des ailes antérieures et Culb des postérieures. Les génitalia du ♂ montrent en effet de frappantes analogies dans les grandes lignes de l'architecture, mais le X^e segment est assez fortement modifié chez *Imania*. Les génitalia de la ♀ présentent des caractères de parenté très étroite, car ils sont exactement du même type. L'écaille vulvaire en particulier est constituée par un lobe médian membraneux et plissé, peut-être érectile et issu du VIII^e sternite et flanqué de deux lobes latéraux volumineux, velus et formés par le IX^e segment. L'appareil vaginal toutefois est assez différent chez les deux genres.

Le classement d'*Imania* et de *Moselyella* parmi les Apataniines pourra sembler de faible importance taxonomique, mais du point de vue phylétique et surtout zoogéographique ce n'est pas le cas. Ces deux genres sont issus de la base du tronc des Apataniines et leur ancêtre commun s'est dispersé très précocement d'Asie paléarctique en Amérique néarctique à travers l'isthme de Behring, se trouvant ainsi isolé très tôt des autres Apataniines. Nous verrons plus loin que cela a aussi été le cas de *Lepania*. Des *Apatania* des groupes de *complexa*, *wallengreni* et *fimbriata* ont également peuplé la zone néarctique, mais elles s'y sont installées bien après et à des époques diverses.

Imania cidoipes n. sp.

(figures 12-15)

Dessus du corps noir, à pilosité brun foncé. Pleures brun noir. Pattes brun foncé. Ailes antérieures brun noir, avec trois petites taches blanches peu distinctes au centre de l'aile. Nervulation fort semblable à celle de *picoides*: aux ailes antérieures, R1 est assez fortement arquée au niveau du ptérostigma. Chez le ♂, il n'y a pas de transversale entre Sc et R1; chez la ♀, cette nervule est très indistincte et à peine indiquée. Aux ailes postérieures, f1 débute bien après f2, la cellule discoïdale est ouverte et la transversale M-Cu absente. Le V^e sternite abdominal porte une zone de réticulations glandulaires au centre de laquelle se trouve un pore, débouché d'un sac interne de petite taille. Cette structure est identique chez les deux sexes et se retrouve chez la majorité des espèces du genre. Envergure ♂ ♀ : 14-15 mm.

Génitalia ♂ formant un ensemble remarquablement étalé en largeur (fig. 12-14), IX^e segment constituant une pointe dorsale apicale triangulaire, assez longue et tronquée à son extrémité. Appendices præaux apparaissant coniques et pointus, vus de profil. X^e segment formant deux larges lobes obtus et légèrement distants l'un de l'autre. Appendices inférieurs avec le premier article simple et sans pointe apicale interne; second article trifide, avec une branche supérieure largement ovale et deux branches inférieures plus grêles

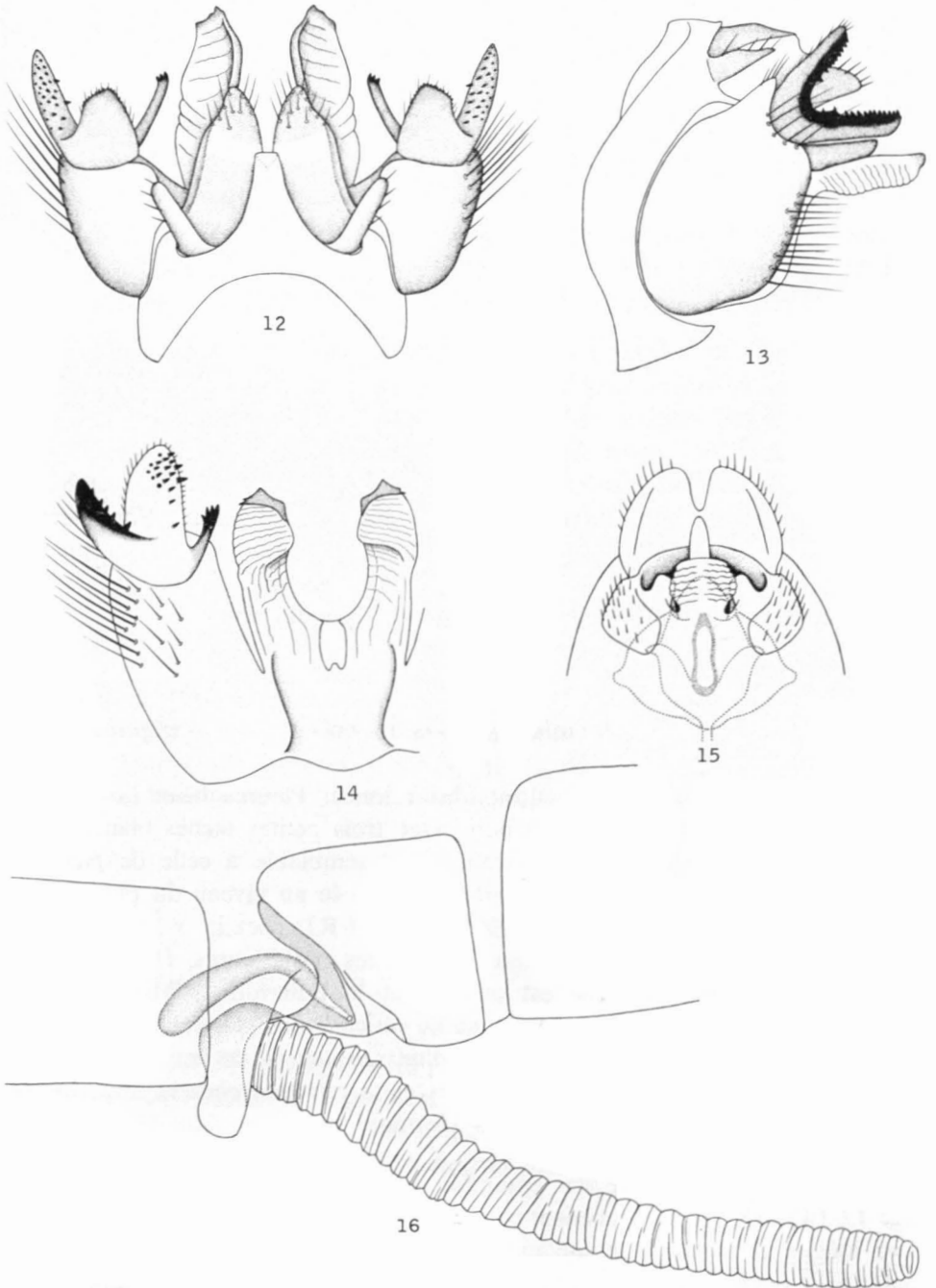


FIG. 12-14, armature génitale du ♂ de *Imania cidoipes* — FIG. 12, vue de dessus — FIG. 13, vue de profil — FIG. 14, appendice inférieur, vu de dessous — FIG. 15, armature génitale de la ♀, vue de dessous. FIG. 16, V^e, sternite abdominal de *Imania bifosa*.

et légèrement arquées; à elles trois, ces pièces forment une pince à trois branches, dont les faces internes sont garnies de tubercules très chitineux. Les angles basaux internes des premiers articles sont fortement développés en deux grandes lames partiellement fusionnées l'une à l'autre, de forme et de relief complexes et irréguliers, entièrement et finement plissées, mais bien sclérotisées. L'appareil phallique a malheureusement été perdu chez l'unique ♂ que je possède.

Génitalia ♀ : lobes latéraux et l'écaille vulvaire assez peu proéminents et saillants et pourvus d'une proéminence interne fortement sclérotisée; lobe médian assez grand. Ventralement à la bourse copulatrice se trouve une poche aux parois membraneuses et dépassant cette dernière de tous les côtés (figure 15).

Holotype ♂, *allotype* ♀ et *paratype* ♀ : U.S.A., Washington, Whatcom Co., Baker Lodge I-VII-1965, CNC 9646.

Cette espèce est voisine de *picoides* ainsi qu'en témoignent le premier article des appendices inférieurs inerme, le second article tribranché, la partie basale interne des premiers formant une grande plaque et les lobes latéraux de l'écaille vulvaire bilobés. Je l'ai trouvée le long de petits torrents descendant des flancs du Mont Baker, vers 4.000 pds.

Imania tripunctata (Banks)

Apatania tripunctata Banks 1900: 472.

J'ai étudié un ♂ du Parc National de Revelstoke, Colombie britannique, Jade Lake Trail, capturé le 29-VII-1952, vers 6.500 pds (G. J. Spencer).

Imania cascadis Ross

Imania cascadis Ross 1950: 415

J'ai capturé un ♂ de cette espèce près de petits torrents, sur les flancs du Mont Hood, Orégon, au-dessous de Timberline Lodge, le 23-VI-1965, vers 5.000 pds.

Imania bifosa Ross

(figure 16)

Imania bifosa Ross 1950: 415-417

Cette espèce semble assez commune dans le Parc National de Banff (Alberta). Je l'y ai capturée aux environs de Moraine Lake, le long de petits

ruisseaux en sous-bois, vers 6.200 pds, le 7-VII-1965. Elle était abondante dans la Larch Valley, le même jour, le long d'un gros ruisseau encore partiellement enneigé, vers 7.700 pds. Les insectes volaient sur la neige au soleil comme, dans les Alpes centrales, le fait *Drusus melanchætes* McL. dont ils ont d'ailleurs l'aspect. La Collection nationale canadienne contient aussi 5 ♂ provenant de Banff, vers 4.000 pds. L'espèce a donc une large répartition en altitude.

A la suite de Betten (1934, fig. 26i), je crois bon de dire quelques mots par la structure du V^e segment abdominal. Chez le ♂, la partie antérieure du sternite forme une concavité contenant un organe membraneux en général invisible, car il est entièrement rétracté et caché par le télescopage des segments. Par un traitement à la potasse chaude, il est facile d'en provoquer la turgescence; il montre alors des propriétés érectiles considérables. Le sternite contient aussi une glande en forme de sac allongé qui débouche par un pore visible au milieu d'une zone sclérotisée en croissant. Chez la ♀, le V^e segment présente la même structure que chez les autres espèces du genre et décrite à la p. 679.

Moselyella comosa Denning

(figures 17-22)

Moselyella comosa Denning 1949: 89-90

Cette petite espèce m'a paru assez commune dans les États de l'Orégon et de Washington. Sa valence écologique est étroite, car j'ai capturé les insectes dans des conditions assez constantes: petits ruisseaux marécageux et prairies détremées par des complexes rhéocrènes, souvent au voisinage même de la neige ou dans des conditions vernales entre 3.000 et 6.000 pds, en juin. Elle est parfois abondante localement.

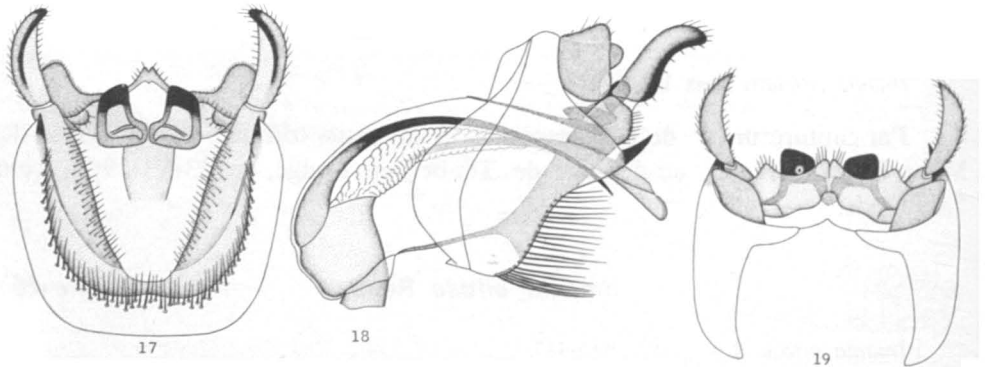


FIG. 17-19, armature génitale du ♂ de *Moselyella comosa* - FIG. 17, vue de face - FIG. 18, vue de profil - FIG. 19, vue de dessus.

Orégon, Jackson Co., Prospect 6-VI-1965, 3,000 pds, 1 ♂; Union Creek 7-VI-1965, 5,000 pds, 22 ♂♂ 4 ♀♀; Klamath Co., Annie Springs 7-VI-1965, 6,000 pds, 1 ♂; Douglas Co., Foster Creek 8-VI-1965; 3,600 pds, 5 ♂♂ 2 ♀♀; Lane Co., Hemlock Butte Pass 10-VI-1965, 5,500 pds, 2 ♂♂; Douglas Co., Silent Creek 11-VI-1965, 5,400 pds, 1 ♂ 1 ♀; Clakamas Co., Wani-pitia Pass 23-VI-1965, 3,950 pds, 5 ♂♂ 6 ♀♀; Timberline Lodge 23-VI-1965, 5,000 pds, 1 ♂; Hood River Co., Barlow Pass 24-VI-1965, 4,200 pds, 8 ♂♂; Washington, Yakima Co., Shinook Pass, 26-VI-1965, 5,400 pds, 1 ♂.

Les insectes sont très velus, entièrement brun noir, avec trois taches assez grandes, doré clair au milieu des ailes antérieures. La nervulation (fig. 20) est très semblable à celle d'*Imania*, avec un caractère primitif perdu par ce dernier: aux ailes postérieures, la f5 est encore présente, quoique rétrécie; les f1 et f3 ont un pétiole variablement court et la cellule discoïdale est inconstamment fermée.

Génitalia ♂: le X^e segment est composé de trois paires de pièces (fig. 17-19). Les appendices præanaux sont grands, quadrangulaires et fortement chitineux. L'épiprocte, qui est en général bifide et forme les branches internes et externes, se présente ici sous l'aspect de deux pièces transversales paires, avec leurs angles internes et externes à peine proéminents et disposée en toit au-dessus de l'anus. Sous ce dernier se trouvent les paraproctes, les branches inférieures, également paires, en forme de lobes très chitineux, subquadrangulaires et accolés à leur base. Le IX^e segment est court, mais forme un angle latéral apical en pointe aiguë. Les appendices inférieurs sont grands, dressés obliquement vers le haut et partiellement fusionnés au IX^e segment, mais ils ont curieusement conservé leurs deux articles; le 1^{er} est long, entièrement encastré dans le IX^e segment et seule en sort son extrémité, protégée par la pointe latérale apicale de ce dernier; le second est assez grand, simple, recourbé vers l'intérieur et bien distinct du 1^{er}. L'appareil phallique est grand, complet, arqué vers le bas et contenu dans une large et très haute phallocrypte, dont une partie du plafond, la bande tergale, et tout le plancher sont sclérotisés; la phallothèque est grande et l'endothèque oblitérée; l'adéage est long, grêle, entièrement membraneux et érectile sur sa moitié basale. Les paramètres sont pairs et longuement spiniformes.

Les *génitalia* de la ♀ (fig. 21-22) sont essentiellement semblables à ceux des *Imania* et ne s'en distinguent par aucun caractère que l'on pourrait considérer comme générique.

Il apparaît clairement que *Moselyella* est un proche parent d'*Imania*, plus primitif que lui par la rétentioin de la f5 des ailes postérieures, mais plus

spécialisé par sa très petite taille, ses caractères écologiques et la position des appendices inférieurs et semblable à lui par les génitalia de la ♀. Il est fort probable qu'il s'est différencié d'*Imania* en Amérique.

La présence de branches inférieures au X^e segment pourrait s'opposer au classement de ce genre – et en conséquence indirecte du précédent – dans la sous-famille des Apataniines, qui n'ont jamais retenu les paraprotectes. Mais peut-être est-ce là un caractère très primitif perdu par les autres Apataniines ou ai-je fais une erreur dans l'interprétation de leur nature?

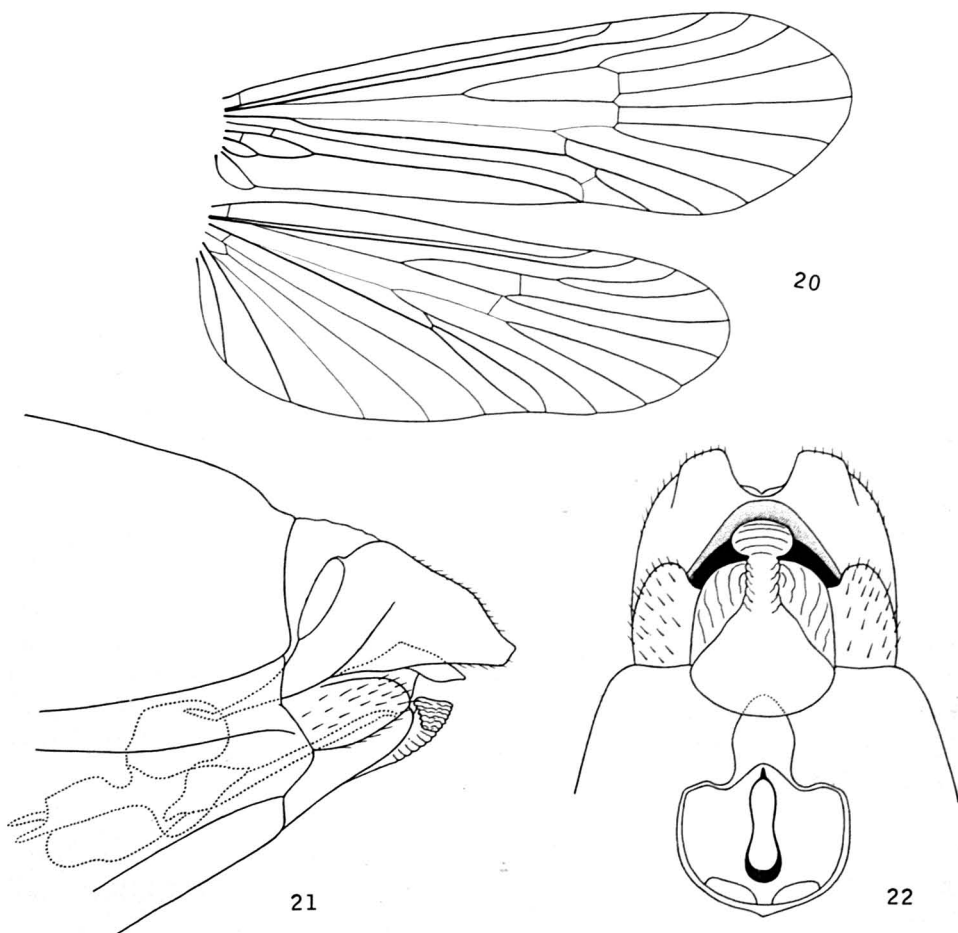


FIG. 20, nervulation de *Moselyella comosa* – FIG. 21, armature génitale de la ♀, vue de profil – FIG. 22, vue de dessous.

Lepania cascada Ross (figures 23-27).

Lepania cascada Ross: 1941: 102.

J'ai trouvé 7 ♂♂ et 2 ♀♀ de cette espèce aux cols de Barlow et de Bennett, sur le versant méridional du Mont Hood, en Orégon, le 24-VI-1965, près de petits torrents agités, dans des conditions printanières, entre 4.100 et 4.600 pds.

Les insectes sont faciles à reconnaître à leur aspect très velu, leur coloration uniformément noire, avec les franges apicales des deux ailes blanchâtres.

J'avais classé cette espèce (1955: 71) parmi les Dicosmœcines, mais l'examen de nouveau matériel m'a convaincu qu'elle doit prendre place parmi les Apataniines de la tribu des *Moropsychini*.

Aux ailes, il y a peu de points communs entre *Lepania* et les autres *Moropsychini*; ce sont la forme des ailes, leur coloration uniformément noire, l'unité de l'anastomose des antérieures, la disposition de l'anastomose des postérieures et la brièveté de la f5. Les génitalia du ♂, par contre (fig. 23-25), montrent un bon nombre de caractères communs. Les appendices præaux sont grands, massifs, proéminents et fortement sclérotisés. Le X^e segment forme une plaque bifide et peu proéminente. Les appendices inférieurs sont composés d'un article basal court, épais, simple et très longuement velu, alors que le second article est une épine très longue, grêle et arquée. L'appareil phallique est très modifié, court, épais et de structure complexe. Deux caractères importants sont exclusifs de *Lepania*: la présence de deux lobes internes au X^e segment et l'état membraneux de la face ventrale du IX^e segment.

Les génitalia de la ♀ (fig. 26-27) offrent moins de points communs avec les autres *Moropsychini*. Le VIII^e sternite, le IX^e segment et l'écaille vulvaire sont très modifiés, mais le X^e segment est encore typiquement apataniine.

Lepania me semble s'être différencié des *Moropsychini* primitifs et s'être dispersé précocement en Amérique néarctique, à l'instar d'*Imania*. Mais ce dernier paraît être arrivé d'Asie paléarctique, alors que l'ancêtre de *Lepania* est parti d'Asie orientale, comme bien d'autres lignées primitives d'ailleurs.

Oligophlebodes mostbento n. sp. (figures 28-29).

Corps brun roux, assez clair, avec la face dorsale de l'abdomen brun gris. Ailes uniformément roux gris, comme celles de *sierra*. Eperons postérieurs

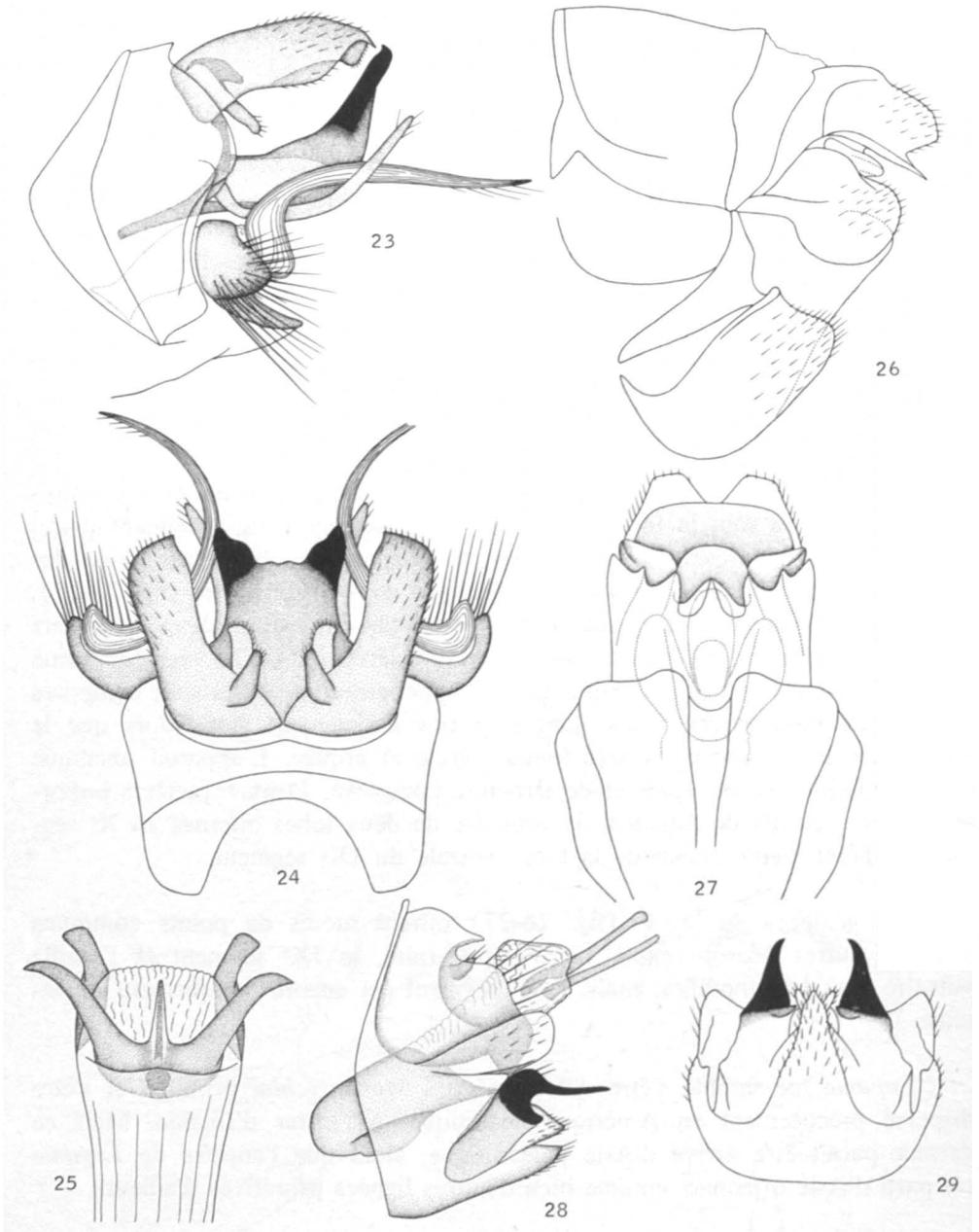


FIG. 23-25, armature génitale du ♂ de *Lepania cascada* - FIG. 23, vue de profil - FIG. 24, vue de dessus - FIG. 25, appareil phallique, vu de dessus - FIG. 26, armature génitale de la ♀, vue de profil - FIG. 27, Id., vue de dessous. FIG. 28-29, armature génitale de *Oligophlebodes mostbento* - FIG. 28, vue de profil - FIG. 29, vue de dessous.

internes du ♂ très grêles, peu modifiés, avec un très maigre bouquet de poils inséré au niveau de son premier tiers. Envergure ♂ : 15 – 18 mm.

Génitalia ♂ (fig. 28-29) : IX^e segment formant une proéminence latérale apicale assez aiguë, surmontant la base des appendices inférieurs et soutenant les lobes moyens du X^e segment; ventralement, le IX^e segment se prolonge en un lobe médian, en triangle plus allongé que chez les autres espèces du genre. La partie dorsale du IX^e segment est constituée par un petit lobe membraneux formant toit au-dessus de la cavité génitale, qui est elle-même limitée sur les côtés par les appendices præaux qui sont hauts, très courts, peu proéminents et portent chacun une petite proéminence supérieure interne bien sclérotisée. Lobes moyens du X^e segment en ovales simples et trois fois plus longs que larges. Appendices inférieurs avec l'extrémité du premier article assez saillant et dépassant légèrement l'extrémité du lobe ventral du IX^e segment, en vue ventrale; le 2^e article est allongé, grêle et de forme voisine de celui de *ruthæ*. A l'état d'extension complète, l'appareil phallique apparaît assez grand, complet, constitué par une grande phallothèque, une volumineuse endothèque, un aédage et deux paramères de taille réduite et tous trois en bâtonnets grêles. ♀ inconnue.

Holotype ♂ et 2 ♂ ♂ *paratypes*: U.S.A., Orégon, Linn Co., Tombstone Prairie 20-VI-1965, 4.000 pds, CNC 9647.

Cette espèce est voisine de *ruthæ* et s'en distingue par les proportions différentes de la forme des divers appendices et en particulier par l'étroitesse des lobes moyens du X^e segment.

Oligophlebodes sierra Ross

Oligophlebodes sierra Ross 1944: 284-285.

U.S.A., Washington, Skagit Co., Mineral Park 1-VI, 2 ♂ ♂ et 30-VI-1965, 2 ♀ ♀.

Farula Milne

Farula Milne 1936: 116.

En 1955 (p. 71), j'ai classé le genre *Farula* dans la sous-famille des Dicosmœcines et *Neothremma* Banks parmi les Néophylacines. L'étude d'un matériel plus abondant et la découverte du sexe ♀ m'a convaincu que les deux genres sont assez étroitement apparentés et cela en dépit des différences considérables que montrent les génitalia du ♂. Je donne ici des figures de la nervulation de *Neothremma didactyla* Ross et *Farula rainieri* Milne (fig. 30-31) qui indiquent que les deux genres sont très semblables par la forme des ailes

et la nervulation et ne présentent que peu de différences. Chez *Farula*, la f5 des ailes antérieures est sessile et les nervures anales sont au nombre habituel de trois. Aux postérieures, la cellule discoïdale débute nettement avant le centre de l'aile et la médiane est réduite à une seule branche. Chez *Neothremma*, il n'y a plus que deux anales aux ailes antérieures, mais la médiane est bi-branchée aux postérieures.

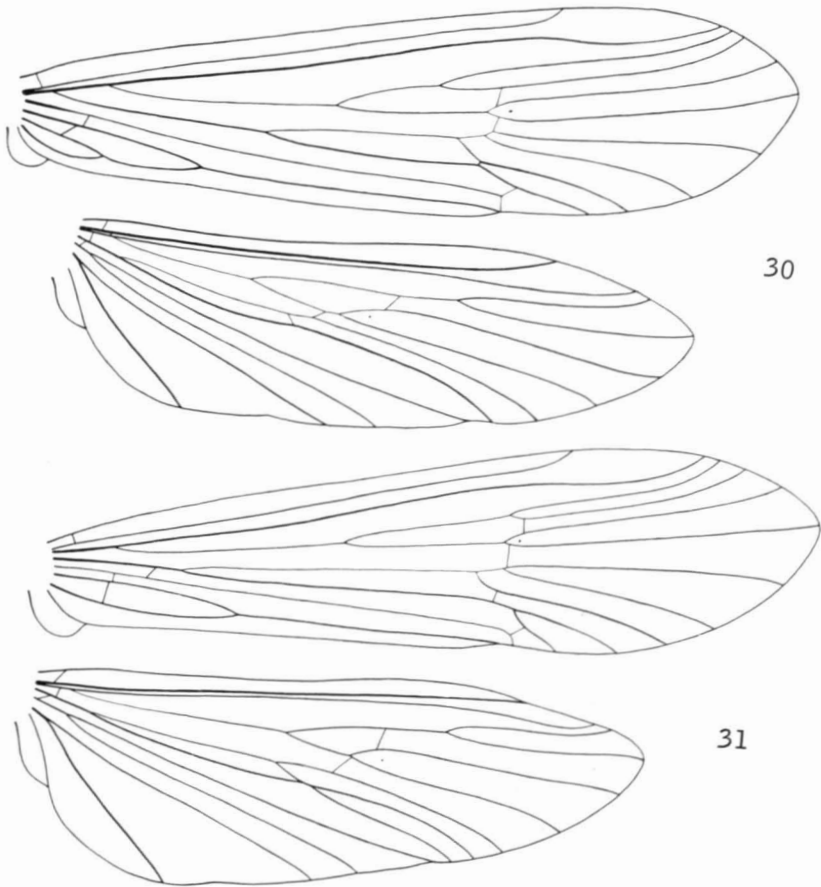


FIG. 30. nervulation de *Farula jewetti* - FIG. 31. Id., de *Neothremma didactyla*.

Les *génitalia* du σ montrent des différences très considérables et n'ont retenu qu'un seul point commun: les appendices inférieurs sont bibranchés; chez *Farula*, les deux branches sont longues, grêles et accolées, alors que chez *Neothremma*, la branche externe a l'aspect d'un lobe obtus, situé au-dessus de la branche interne.

Les *génitalia* de la ♀ présentent beaucoup de caractères communs, qui sont très importants à cause du conservatisme habituel au sexe ♀. Chez les deux genres, le VIII^e segment est indivis, partiellement désclérotisé et concave ventralement. Le IX^e segment est très court et forme deux lobes latéraux encadrant l'écaille vulvaire. Le X^e segment se compose de deux lobes latéraux concaves vers l'intérieur et encadrant la plaque supra-génitale. L'ouverture vaginale est béante, l'écaille vulvaire grande, assez fortement chitineuse et concave vers le haut. La bourse copulatrice est simple et son sommet sort de la cavité vaginale. Les différences sont en petit nombre et une seule est importante: chez *Farula*, le canal qui apparaît comme le rectum est très large et se trouve renforcé par deux longues et très fortes bandes chitineuses. Chez *Neothremma*, ces bandes sont absentes et le rectum difficilement visible. Les autres différences sont peu importantes et résident seulement dans les proportions des appendices. Chez *Neothremma*, les lobes latéraux du IX^e segment sont plus grands, la plaque supra-génitale plus volumineuse, l'écaille vulvaire plus étroite et moins concave et la bourse copulatrice plus petite et partiellement membraneuse.

Dans le cadre de la famille des Limnophilides, ces deux genres sont si particuliers que le problème de leur classement subfamilial reste entier. A cause de la structure bi-partite des appendices inférieurs, j'inclinerais à les placer parmi les Néophylacines.

Farula jewetti Denning (figures 30, 32-36).

Farula jewetti Denning 1958: 533.

J'ai retrouvé 2 ♂♂ 9 ♀♀ de cette espèce dans la région originale, sur les flancs méridionaux du Mont Hood, Orégon, au-dessus de Timberline Lodge, près de petits ruisseaux, dans le voisinage de la neige, le 23-VI-1966, vers 5.000 pds.

Je donne ici des dessins de la nervulation (fig. 30), pour comparaison avec celle de *Neothremma*. La membrane des ailes antérieure est brun foncé, mais recouverte de pilosité dorée. La seule particularité spécifique de la nervulation est le long parcours de la fl et de la cellule discoïdale aux ailes antérieures.

Les *génitalia* de la ♀ (fig. 32-36) montrent le VIII^e segment (que Denning a pris pour le IX^e) incomplètement divisé en un tergite et sternite, ce dernier étant membraneux sur sa face ventrale. Les lobes latéraux du X^e segment apparaissent triangulaires, lorsqu'ils sont vus de profil, avec leurs bords inférieurs largement concaves, ce qui rend visible la plaque supra-génitale.

Cette dernière est triangulaire mais nettement plus grande que celle de *rainieri*. La bourse copulatrice est largement arrondie et son sommet ne dépasse pas les angles latéraux de l'écaille vulvaire.

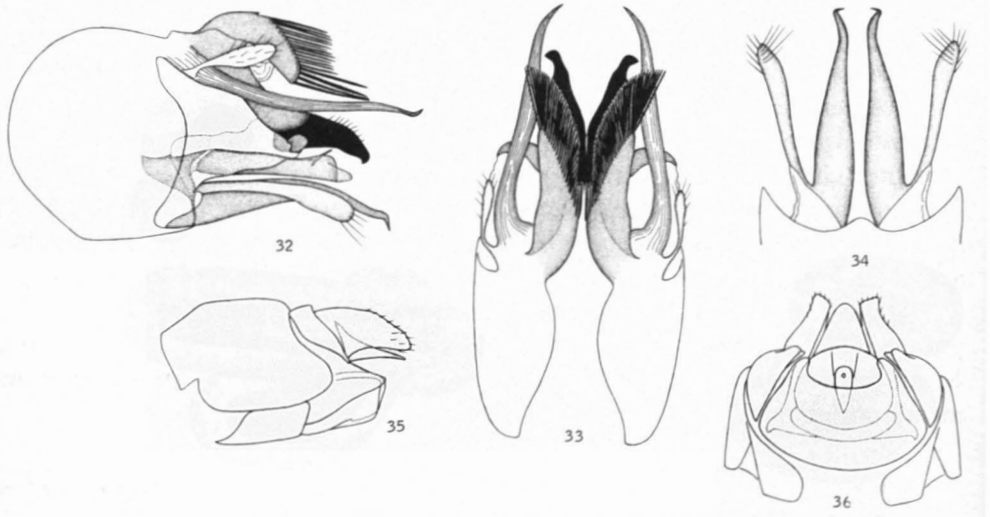


FIG. 32-36, armature génitale du ♂ de *Farula jewetti* - FIG. 32, vue de profil - FIG. 33, vue de dessus - FIG. 34, appendices inférieurs, vus de dessous - FIG. 35, armature génitale de la ♀, vue de profil - FIG. 36, vue de dessous.

Farula reapi n. sp.

(figures 37-39).

Aspect général, coloration et nervulation semblables à ceux de *rainieri*.
Envergure ♂ : 10.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 37-39) : lobes médians apicaux du IX^e segment invisibles. Appendices præanaux petits et courts. Branches internes du X^e segment courtes, droites, simples, dirigées obliquement vers le haut et portant un groupe de fortes épines insérées à l'extrémité de leur bord inférieur. Branches externes particulièrement grêles, dirigées vers le bas puis vers l'arrière et pas plus longues que les appendices inférieurs. Branches inférieures très fortes, disposées en lyre comme chez les autres espèces et recourbées en crochets dirigés latéralement à leur extrémité. Appendices inférieurs composés de deux branches de longueurs subégales et d'épaisseurs à peu près semblables; la branche interne est un peu plus longue que l'autre et largement recourbée vers l'intérieur à son extrémité. Aedéage sans particularité. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : U.S.A., Orégon, Linn Co., Tombstone Prairie 20-VI-1965 CNC 9648.

C'est certainement de *rainieri* que cette espèce se rapproche le plus par la petitesse des appendices prænaux et la forme des branches internes et inférieures du X^e segment. Elle s'en distingue nettement par la taille et la forme plus régulières des deux branches des appendices inférieurs.

Farula rainieri Milne

(figures 44-45).

Farula rainieri Milne 1936: 116.

Cette espèce était assez abondante le long de plusieurs petits torrents à lit très raide, au voisinage de la neige, sur le versant oriental du Chinook Pass, Washington, vers 5.000 pds, le 26-VI-1965.

J'ai peu de chose à ajouter aux descriptions existantes des génitalia du ♂, sinon que le lobe dorsal apical du IX^e segment est en réalité pair et composé de deux lobes étroitement accolés, membraneux et pas très velus.

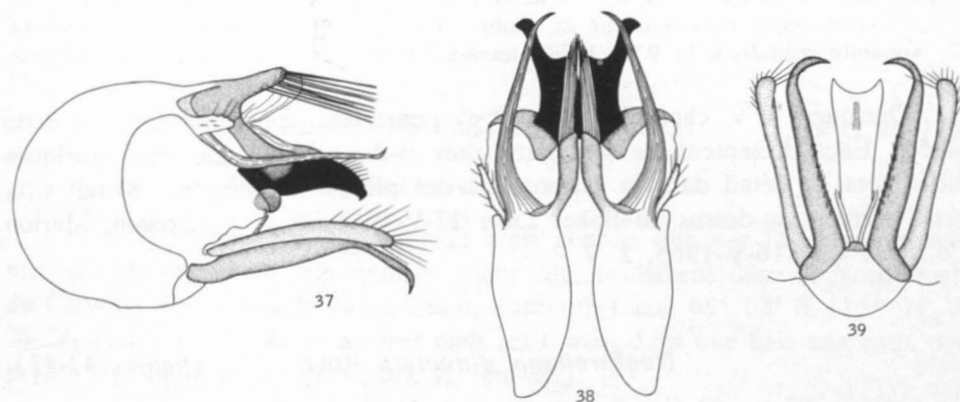


FIG. 37-39, armature génitale du ♂ de *Farula reapi* - FIG. 37, vue de profil - FIG. 38, vue de dessus - FIG. 39, appendices inférieurs, vus de dessous.

Je donne ici des figures des génitalia de la ♀ (fig. 44-45). Le VIII^e segment est indivi latéralement, mais se trouve membraneux et concave ventralement. Les lobes latéraux du X^e segment apparaissent comme des ovales obtus, avec leur bord ventral droit, en vue latérale. La plaque supragénitale apparaît triangulaire, vue de dessous; lorsqu'elle est vue de profil, son bord inférieur coïncide avec les bords latéraux des lobes du X^e segment. La bourse copulatrice a son sommet très obtusément triangulaire et dépasse nettement les angles latéraux de l'écaïlle vulvaire.

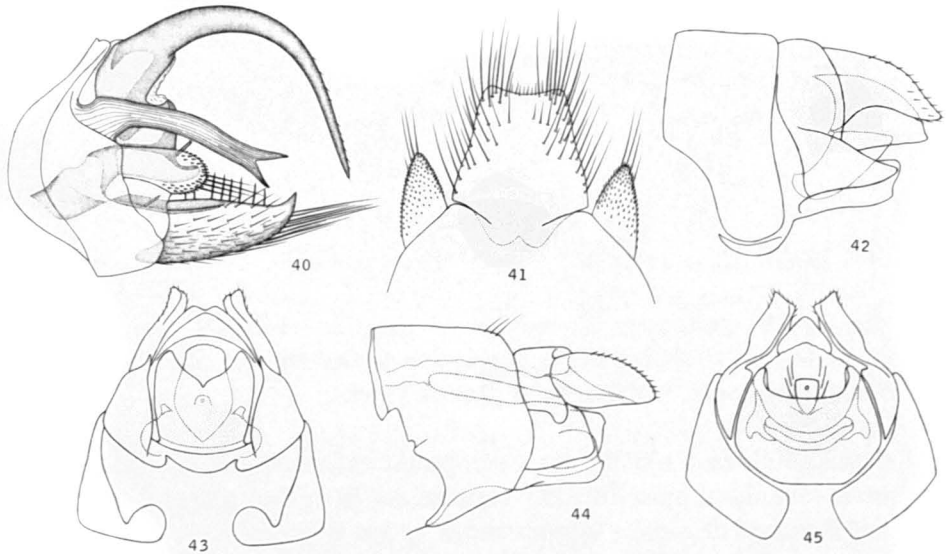


FIG. 40, armature génitale du ♂ de *Neothremma laloukesi*, vue de profil – FIG. 41, appendices inférieurs du même, vus de dessous – FIG. 42, armature génitale de la ♀ de *Neothremma didactyla*, vue de profil – FIG. 43, Id., vue de dessous – FIG. 44, armature génitale de la ♀ de *Farula raineri*, vue de profil – FIG. 45, vue de dessous.

Quelques ♀ ♀ capturées sans ♂ ♂ pourraient appartenir aussi à cette espèce. Elles présentent les caractères cités ci-dessus mais montrent quelques différences de détail dans la proportions des pièces. Washington, Skagit Co., petits torrents au-dessus du Baker Lake 27-V-1965, 4 ♀ ♀. Orégon, Marion Co., Mill City 16-V-1965, 2 ♀ ♀.

Neothremma didactyla Ross (figures 42-43).

Neothremma didactyla Ross: 1949: 92-93.

U.S.A., Orégon, Jackson Co., Union Creek 7-VI-1965, 1 ♂, 1.000 pds. Washington, Yakima Co., Chinook Pass 26-VI-1965, 1 ♂, 5.000 pds, Skagit Co., Marblemount 30-VI-1965, 1 ♂ 1 ♀, 400 pds; Mineral Park 30-VI-1965, 1 ♀, 4.000 pds.

Neothremma laloukesi n. sp. (figures 40-41).

Ailes antérieures uniformément brun doré. Tête recouverte d'abondants poils dorés, très longs, un peu épaissis et spécialement abondants entre les scapes. Palpes maxillaires du ♂ courts, épais et portant de denses bouquets de

poils noirs à leur face interne, comme chez *alicia* Banks. Nervulation semblable à celle de cette dernière. Envergure ♂ : 13 mm.

Génitalia ♂ (fig. 40-41) très semblables à ceux de *alicia*, mais avec le second article des appendices inférieurs nettement plus long et plus grêle. En vue latérale, les premiers articles apparaissent aussi plus longs, de forme plus régulière et graduellement amincis de la base à l'apex; leur pointe apicale est relevée vers le haut en un angle obtus; vus de dessous, ils se montrent régulièrement trapézoïdaux et non élargis à leurs extrémité. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Canada, Alberta, Banff National Park, Lake Louise 7-VI-1965, CNC 9649.

Lenarchus expansus Martynov

Lenarchus expansus Martynov 1914: 227-229.

Sur le continent nord-américain, cette espèce n'a été signalée que d'une seule localité: Point Barrow, en Alaska. Or, la Collection nationale canadienne des Insectes contient un ♂ capturé à Firth River, Territoire du Yukon 27-VII-1956 (E. F. Cashman).

Phanocelia canadensis (Banks) (figures 46-47).

Apatania canadensis Banks 1924: 442.

A ma connaissance, cette espèce n'est connue que par l'holotype provenant du Manitoba. Or, elle semble abondante localement dans le Nord-Ouest du Canada: Territoires du Nord-Ouest, Exmouth Lake, 65° 02' N 115° 54' W 23-26-VIII-1966, capturée au filet dans les *Carex*, dans une baie aux eaux peu profondes, 44 ♂ ♂ 11 ♀ ♀ (G. E. Shewell).

Je ne trouve pas grand chose à ajouter à ma description de 1952 (p. 136), sinon que la f3 est inconstamment pédonculée et lorsqu'elle l'est son pétiole varie beaucoup en longueur. Mais je puis faire connaître aujourd'hui la ♀. Sa taille est nettement plus petite que celle du ♂ et certains insectes sont légèrement brachyptères; envergure ♂ : 20-23 mm.; ♀ : 17-20 mm. Les palpes maxillaires ont le 1^{er} article très court, le 2^e nettement plus long, le 3^e encore plus long et les deux derniers plus courts que celui-ci et subégaux; trois spécimens n'ont que quatre articles.

Génitalia ♀ (fig. 46-47): partie dorsale du IX^e segment courte, très large et apparaissant subquadrangulaire vue de profil. Les deux lobes du X^e segment sont très petits, tournés l'un vers l'autre et si peu proéminents qu'ils sont entièrement cachés dans le IX^e segment et invisibles de profil. Les

lobes ventraux du IX^e segment sont individuellement peu saillants mais forment à eux deux une forte pièce transversale très proéminente. Plaque supra-génitale ogivale très courte et trois fois plus large que haute. Écaille vulvaire très grande et très concave vers le haut, comme chez les autres genres du groupe de *Chilostigma*; les lobes latéraux sont très grands et triangulaires et le lobe médian minuscule et ogival. L'appareil vaginal se compose de deux pièces annexes sclérotisées formant un assez long vestibule, d'une pièce centrale, la bourse copulatrice, au-dessous de laquelle se trouve une grande poche membraneuse maintenue rigide par deux longues bandes sclérotisées.

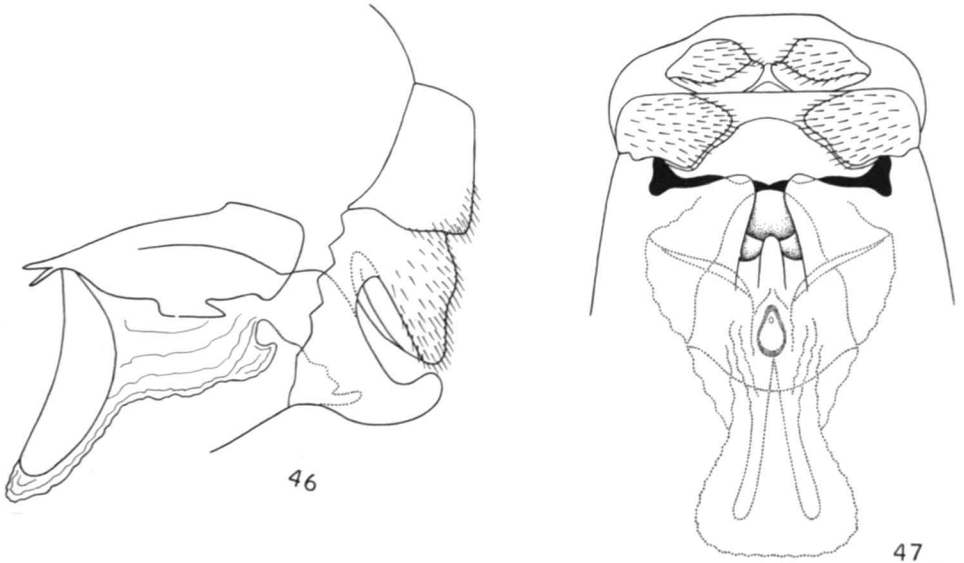


FIG. 46-47, armature génitale de la ♀ de *Phanocelia canadensis* - FIG. 46, vue de profil - FIG. 47, vue de dessous.

Par les caractères des deux sexes, ce genre est très isolé dans la tribu des *Chilostigmini*, mais la structure de l'appareil vaginal suggère une parenté avec *Grensia* Ross.

Namamyia plutonis Banks (figures 48-52).

Namamyia plutonis Banks 1906: 10.

Cette étrange espèce n'est connue que par la fort médiocre description originale. En ayant capturé un couple à Breitenbush, Orégon, Marion Co., le 18-VI-1965, j'en donne ici une redescription.

Corps entièrement noir jais et entièrement recouvert d'une abondante pilosité concolore et hérissée. Tête trois fois plus large que longue, avec les yeux petits et à peine plus grands chez le ♂ que chez la ♀. Le vertex porte

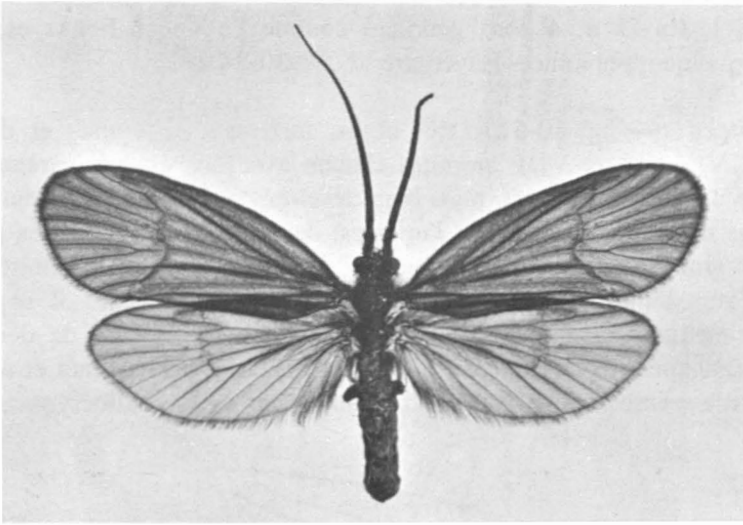


FIG. 48, *Namamyia plutonis* ♀.

trois paires de tubercules: une paire antérieure, très petite, une paire latérale, à peine plus grande et aussi en position antérieure et une paire postérieure, en réalité en position médiane et en très large croissant. Scapes nettement plus longs que la tête, très forts, mais non bombés. Antennes un peu plus courtes que les ailes antérieures, très épaisses, graduellement amincies jusqu'à leur extrémité, mais non crénelées et recouvertes d'une dense pilosité rase. Palpes maxillaires très forts, avec le 2^e article très épais. Pattes fortes et épaisses, sans épines, mais densément recouvertes d'une pilosité rase et couchée, recouvrant aussi les éperons; formules calcariennes: ♂ ♀ 2, 4, 4.

Ailes petites par rapport au corps (fig. 48), larges, régulièrement arrondies, les deux paires de forme assez semblable. Les antérieures sont entièrement noir profond, à membrane coriacée et densément velue et avec les nervures très épaisses; les postérieures sont gris très foncé, également très velues et avec une rangée de longs poils sur Cu₁, A1 et A3.

La nervulation est légèrement différente chez les deux sexes et présente quelques irrégularités d'une aile à l'autre (fig. 49). Chez le ♂, aux ailes antérieures, il y a une transversale entre Sc et R1 et une ou deux entre R1 et R2; celui-là s'interrompt avant le bord de l'aile; SR se détache de la base de M, ce qui est peut-être une anomalie individuelle; f3 est courtement pétiolée et f4 absente; Cu2 a presque entièrement disparu et il n'y a que deux anales, mais, dans l'aire post-costale un pli est présent, qui fait figure de nervure. Aux ailes postérieures, il y a une transversale entre Sc et R1; ce dernier aboutit sur R2 en une large courbe et y est réuni par une ou deux transversales. Chez la ♀, les différences d'avec le ♂ sont, qu'aux ailes antérieures, SR se détache de la

base de R1, les f3 et 4 sont pétiolées comme l'a figuré Banks et Cu2 est présente, quoique très mince. Envergure ♂ ♀ : 30-34 mm.

Génitalia ♂ (fig. 50-52): très obtus, fortement sclérotisés et densément velus. V^e, VI^e, VII^e et VIII^e sternites chacun avec une épaisse carène ventrale denticulée. IX^e segment court, mais bien développé dorsalement et ventralement où il forme une proéminence dont l'apex est denticulé. Les appendices præanaux sont très grands, très obtus, largement arrondis à leur extrémité et très concaves vers l'intérieur. Le X^e segment est assez complexe: il se compose d'un lobe médian dorsal très chitineux et proéminent, flanqué de deux pièces latérales, également très chitineuses, ovales et concaves vers le haut et se termine en une partie membraneuse, formant toit au-dessus de la phallocrypte et accom-

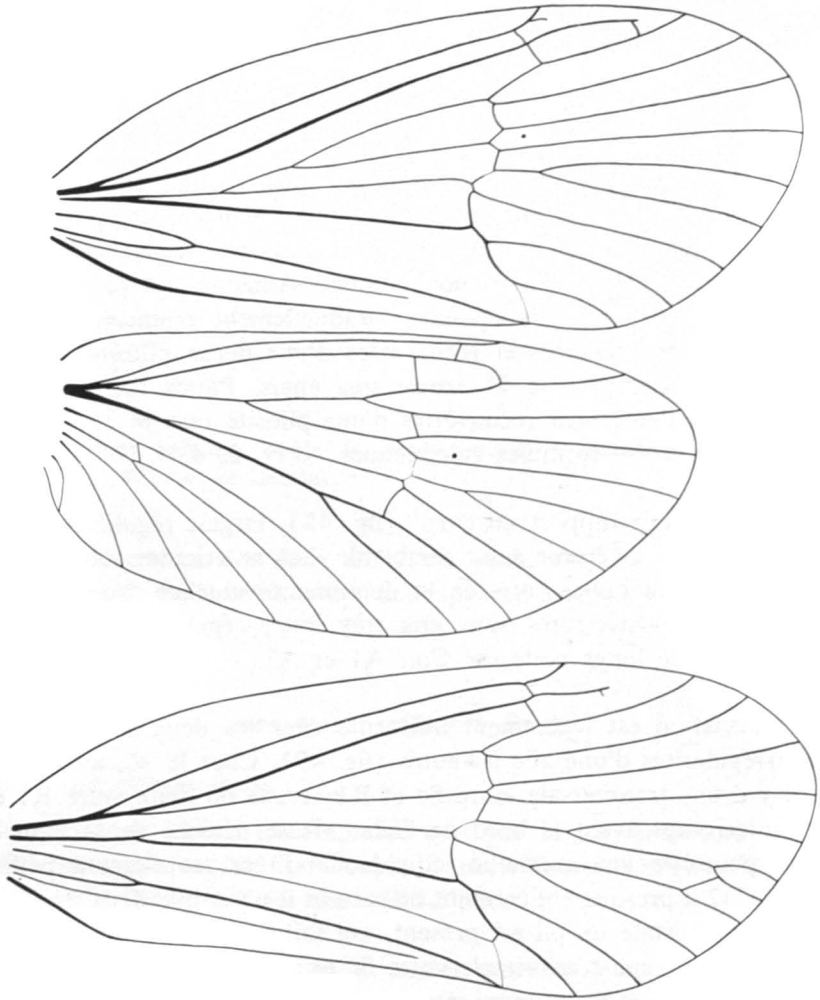


FIG. 49, nervulation de *Namamyia plutonis*, le ♂ en haut, la ♀ en bas.

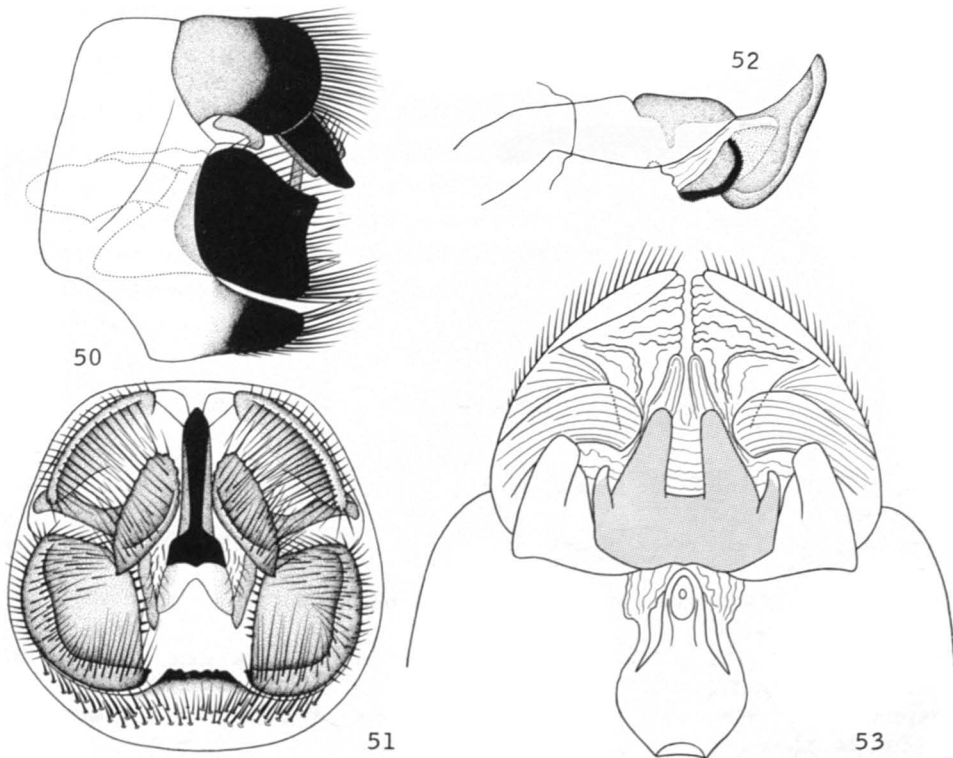


FIG. 50-52, armature génitale du ♂ de *Namamyia plutonis* – FIG. 50, vue de profil – FIG. 51, vue de face – FIG. 52, appareil phallique – FIG. 53, armature génitale de la ♀, vue de dessous.

pagnée de deux pièces sclérotisées, verticales et flanquant latéralement l'entrée de la phallocrypte. Appendices inférieurs de même taille que les appendices præanaux, également obtus quoique de forme un peu différente, uni-articulés et très concaves vers l'intérieur. L'appareil phallique est fortement réduit et il est difficile d'en interpréter la structure (fig. 52); sans doute faut-il y voir une phallothèque assez longue, une courte endothèque partiellement sclérotisée et un œdège court, massif, très chitineux et concave vers le haut, qui est lui-même flanqué des deux ailettes denticulées qui ne sont pas impossiblement les paramères modifiés.

Génitalia ♀ (fig. 53): les V^e et VI^e sternites seulement portent une carène ventrale; VIII^e sternite recouvrant largement l'écaille vulvaire. Il ne me paraît guère possible de distinguer les IX^e et X^e segments. Dorsalement sont visibles deux grands lobes triangulaires, concaves vers le bas au-dessus de l'anus. En dessous, se trouvent deux pièces latérales transversales un peu chagrinées et formant deux carènes arquées et parallèles, d'autant plus marquées qu'elles sont en position plus inférieure. Ecaille vulvaire très chitineuse, plus large que haute et formant deux paires de pointes: une latérale, très petite

et une médiane, longue et grêle. Appareil vaginal petit, simple et situé au fond d'un assez long vestibule membraneux.

Les Odontocérides me sont trop mal connus pour que je puisse formuler une opinion sur les parentés du genre *Namamyia*. Par l'aspect des insectes, il ressemble beaucoup au genre japonais *Perissoneura* et il y a en effet de nombreux points communs dans la nervulation. Mais les génitalia des deux sexes sont bien différents, sauf la structure de l'appareil phallique. La composition tri-partite du X^e segment du ♂ se retrouve chez *Psilotreta* et *Odontocerum*.

Références

- BANKS, N., 1900, Neuropteroid Insects dans Harriman's Alaska Expedition. *Proc. Ac. Nat. Sc. Wash.* **2**: 465-476.
- BANKS, N., 1906, Descriptions of new Nearctic Neuropteroid insects. *Trans. Amer. Ent. Soc.* **32**: 1-20.
- BANKS, N., 1924, Descriptions of new Neuropteroid Insects. *Bul. Mus. Comp. zool. Harv. Univ.* **65**: 421-455.
- BETTEN, C., 1934, The Caddis Flies or Trichoptera of New-York State. *New-York St. Mus. Bul.* **292**, 576 pp.
- DENNING, D. G., 1949, A new genus and five new species of Trichoptera. *J. Kansas Ent. Soc.* **22**: 88-93.
- DENNING, D. G., 1951, Records and descriptions of Nearctic Caddis flies. Pt III. *J. Kansas Ent. Soc.* **24**: 157-162.
- DENNING, D. G., 1953, A new genus of Limnephilidæ (Trichoptera). *Pan-Pacific Ent.* **XXIX**: 165-169.
- DENNING, D. G., 1956, Several new species of western Trichoptera. *Pan-Pacific Ent.* **XXXII**: 73-80.
- DENNING, D. G., 1958, The genus *Farula* (Trichoptera: Limnephilidæ). *Ann. Ent. Soc. Am.* **51**: 531-535.
- MARTYNOV, A. V., 1914, Trichoptères de la Sibérie et des régions adjacentes IV. Subf. Limnophilinæ. *An. Mus. zool. Ac. Sc. St-Petersb.* **19**: 173-285.
- MARTYNOV, A. V., 1935, Trichoptera of the Amur region I. *Trav. Inst. zool. Ac. Sc. URSS* **2**: 205-395.
- MILNE, L., 1936, Studies on North American Trichoptera III. Cambridge, Mass. pp. 53-128.
- ROSS, H. H., 1941, Descriptions and records of North American Trichoptera. *Trans. Am. Ent. Soc.* **LXVII**: 35-126.
- ROSS, H. H., 1944, The Caddis-flies or Trichoptera of Illinois. *Bull. Ill. Nat. Hist. Surv.* **23**. 326 pp.
- ROSS, H. H., 1949, The caddisfly genus *Neothremma* Banks (Trichoptera: Limnephilidæ). *J. Washington Acad. Sci.* **39**: 92-93.
- ROSS, H. H., 1950, Synoptic notes on some Nearctic Limnephilid Caddisflies (Trichoptera, Limnephilidæ). *Am. Midland Nat.* **43**: 410-429.
- SCHMID, F., 1952, Le groupe de Chilostigma (Trichopt., Limnoph.). *Arch. f. Hydrobiol.* **47**: 75-163.
- SCHMID, F., 1955, Contribution à l'étude des Limnophilidæ (Trichoptera). *Mit. Schweiz. Ent. Ges.* **XXVIII**: 1-245.

A FIFTH SPECIES OF *NITELA* FROM NORTH AMERICA
(HYMENOPTERA : SPHECIDAE)

KARL V. KROMBEIN

Department of Entomology, Smithsonian Institution, Washington, D.C.

Abstract

A fifth North American species of *Nitela*, *N. leoni* n.sp. is described from Florida. Distributional notes are given on the other species, and characters are presented to differentiate *leoni* from these species. A presumptive nest of *leoni* is described from a hollow twig of a scrubby live oak.

Résumé

Une cinquième espèce de *Nitela* est décrite pour l'Amérique du Nord. *N. leoni* n.sp. Les caractères différentiels avec l'espèce la plus voisine *N. virginiensis* Rohwer sont présentés, en plus de quelques notes sur la biologie de *N. leoni* n.sp.

Introduction

The tiny sphecid wasps belonging to the genus *Nitela* Latreille were not known to the pioneer American hymenopterist, l'Abbé Léon Provancher. It is only within the past forty years that specimens of *N. virginiensis* Rohwer have been taken as far north as the states of New York, Michigan and Wisconsin. It is quite likely that they may have occurred much earlier in these same areas and that their relatively recent capture reflects the difficulty of collecting them rather than a recent extension of range. *Nitela* has not been taken yet in Canada, but its occurrence at Ithaca, N.Y., and in Wayne Co., Mich., suggests that diligent and careful collecting should establish its presence in southern Ontario.

Four species of *Nitela* are known at the present time: *N. virginiensis* ranging from New York south to Florida, and also in West Virginia, Michigan, Wisconsin and Mississippi; *N. cerasicola* Pate from the type locality on Long Island, New York, only; *N. floridana* Pate from Florida; and *N. townesorum*

Krombein from Yosemite Park, California. To these may now be added a fifth species from Florida, *N. leoni*, described below.

Nitela leoni, new species

N. leoni is similar to *N. virginiensis* in having bare eyes, the pronotum transversely carinate anteriorly, the scutum with a triangular foveolate depression anterolaterally and a fan of radiating carinae from the posterior margin, and the submarginal cell rhomboidal and short. In the other three species the eyes have very short setae, the pronotum is rounded anteriorly, the scutum lacks the foveolate depression and fan of radiating carinae, and the submarginal cell is longer and rectangular.

N. leoni is closely related to *virginensis*, and, actually, two females of the former were misidentified as *virginensis* by Pate (1934, p. 242, the specimen from Orlando, Fla.) and Krombein (1954, p. 232, the specimen from Cape Sable, Fla.) The two species may be separated by the following couplet:

Head and thorax rather dull, bronzy; the antennae and legs mostly dark but with some restricted reddish areas; scutum with a few very weak interrupted carinules across middle; front with a weak median furrow on upper two-thirds *Nitela leoni*, new species

Head and thorax quite shiny, black; antennae and legs black; scutum without median carinules; front not furrowed *Nitela virginensis* Rohwer

Holotype. ♀; Lake Annie, Highlands Co., Florida; 14–24 April 1963 (K.V. Krombein) (U.S. National Museum, Type No. 69758).

Female. Length 4.5 mm., forewing 3.2 mm. Black, the head and thorax bronzy, the following reddish: palpi, mandible except base, apices of first five antennal segments, tegula, apices of coxae, trochanters and femora, base and apices of tibiae, and basitarsi entirely; tibial spurs whitish.

Head dull; clypeus with a strong arched median carina, the apical margin broadly rounded, narrowly and smoothly beveled; malar space long, three-fourths as long as scape; front rather closely micropunctate, the surface between punctures shagreened, with a weakly defined shallow median furrow on upper two-thirds; eyes strongly convergent above, the distance between them at lower angles twice that across posterior ocelli; ocelli in a low triangle, the posterior pair separated from eye margins by half the diameter of an ocellus, ocellular line one-third the postocellar line.

Pronotal disk deeply sulcate behind the strong transverse anterior carina, the lateral angles sharp; scutum with a large trigonal foveolate area anteriorly, a fan of short radiating rugulae from posterior margin, and a few weak interrupted carinules across middle; scutellum transversely foveolate anteriorly, the surface with small punctures separated by about twice the diameter of a puncture; dorsal propodeal surface shagreened, with regular longitudinal carinae which tend to curve outward posteriorly, the areas between carinae with a few irregularly transverse carinules; lateral surface shagreened and longitudinally carinate; posterior surface shagreened, transversely carinate except for a large median cuneate enclosure above.

Wings clear hyaline, stigma fuscous, veins testaceous; submarginal cell short, rhomboidal.

First abdominal tergum with some scattered fine punctures; succeeding terga with closer, extremely minute punctures from which arise soft, short, decumbent setae.

Allotype. ♂; same data as type.

Male. Length 4.2 mm., forewing 3 mm. Coloration as in female. Sculpture as in female except as follows: apical margin of clypeus with a small rounded tooth on either side of the narrowly rounded median lobe.

Paratypes. 2 ♀♀, 1 ♂; same data as type. 1 ♀; Cape Sable area, Everglades National Park, Florida; 31 March 1953 (K. V. Krombein; swept from prostrate vegetation on salt flat). 1 ♀; Orlando, Orange Co., Florida; 15 March 1908 (H.M. Russell; near twig nest of *Crematogaster lineolata* (Say) in pecan). The paratypes do not differ in any important detail from the above descriptions of the holotype and allotype.

Biology. It seems likely that *N. leoni* nests in preexisting cavities in twigs as do *N. virginensis* and the European *N. spinolae* Latreille. The Orlando specimen was collected on a pecan tree near a twig nest of *Crematogaster lineolata*. I collected three females and two males near Lake Annie April 19 and 20, 1963, as they ran rapidly and jerkily over dead twigs or foliage of live oak. *Quercus myrtifolia* Willd., and another shrub. On April 22, 1963, I found a wasp nest in a hollow twig on a scrubby live oak. It contained two cocoons 3 mm. long; they were quite brittle and were constructed of sand woven together by silk. The wasps had already emerged from the cocoons, so that this nest could not be positively identified as that of *N. leoni*, but it seems probable that it was. The European *N. spinolae* preys on Psocoptera; the prey is unknown for any of the American *Nitela*.

References

- KROMBEIN, K. V., 1950, A new *Nitela* from California. *Pan-Pacific Ent.* **26**: 130-131.
- KROMBEIN, K. V., 1958, Additions during 1956 and 1957 to the wasp fauna of Lost River State Park, West Virginia, with biological notes and descriptions of new species. *Proc. Ent. Soc. Washington*, **60**: 49-64, 6 figs.
- KROMBEIN, K. V. and H. E. EVANS, 1954, A list of wasps collected in Florida, March 29 to April 5, 1953, with biological annotations. *Proc. Ent. Soc. Washington*, **56**: 225-236.
- PATE, V. S. L., 1934, The Nearctic species of *Nitela*, with a description of a new species of *Solierella*. *Ent. News*, **45**: 241-244.
- PATE, V. S. L., 1937, The third Nearctic species of *Nitela*, with remarks on the genera *Tenila* Brèthes and *Rhinonitela* Williams. *Bull. Brooklyn Ent. Soc.*, **32**: 5-7.
- ROHWER, S. A., 1923, New aculeate Hymenoptera from the United States. *Proc. Ent. Soc. Washington*, **25**: 96-103.

CONTRIBUTIONS TO THE KNOWLEDGE OF
NORTH AMERICAN ICHNEUMONINAE

GERD HEINRICH,
Dryden, Maine U.S.A.

Résumé

Deux nouveaux genres sont décrits ainsi que neuf espèces nouvelles.

Le premier genre présenté, *Provancherides* avec l'espèce type *P. saecularis* n. sp., comprend deux autres espèces nouvelles *P. michoacana* et *P. marginipennis*. Les trois espèces proviennent du nord et du centre du Mexique.

L'auteur désigne *Netanyacra nuevoleonis* nouvelle espèce, comme espèce type pour le second genre *Netanyacra*. A celui-ci trois autres espèces nouvelles sont rattachées: *N. leucopus*, *N. dacotæ* et *N. arizonæ*.

Deux espèces additionnelles sont décrites l'une provenant de l'état de New York *Homotherus smileyi*, n. sp., et *Ichneumon dillerorum* n. sp. du Maine U.S.A. .

L'espèce *Spilichneumon citrinus* (Prov.) est commentée.

Abstract

Two new genera are described with nine new species of Ichneumoninae from North America.

The first genus described, *Provancherides* with *P. saecularis* new species as type species, comprise also *P. michoacana* and *P. marginipennis* n. sp., all from northern and central Mexico. A second genus is described, *Netanyacra* new genus, with *nuevoleonis* as type species, and three others new species *N. leucopus*, *N. dacotæ* and *N. arizonæ* from central and southern states.

Two other species are described one new species from New York State *Homotherus smileyi* and *Ichneumon dillerorum* new species from Maine.

These descriptions are followed by a short note on the status of *Spilichneumon citrinus* (Prov.)

Genus *Provancherides*, new genus

Type species. — *Provancherides saecularis*, new species

DISTRIBUTION

Northen Mexico: Nuevo Leon.

PREAMBLE

This striking genus belongs quite obviously to the subtribe *Amblytelina* of the tribe Ichneumonini. It agrees in all essential characters with the diagnosis of that subtribe as given by Heinrich (Ichneumoninae Stenopneusticae of Africa, 1967, Vol. III.), except only for the shape of the rhomboidal areolet. The type species mimics by color, size, and banded wings *Trogomorpha arrogans* (Cresson); these two species were collected simultaneously in the same locality. Morphologically the genus seems to be related, though not too closely, to the Ethiopian genera *Macrophatnus* Cameron and *Setantops* Heinrich.

The most important characters of this genus are: (1) the structure of the propodeum, with most of the carination indistinct or lacking; (2) the trapezoidal shape of the areolet; (3) the elevated, laterally at base carinate scutellum; (4) the lack of thyridia and indistinctness of gastrocoeli; (5) the broad, oval, short spiracles of propodeum; (6) the amblypygous apex of the female abdomen with medio-apical depression on the hypopygium.

MORPHOLOGICAL CHARACTERS

Flagellum.—Of female bristle-shaped, slender, fairly long, ventrally flattened beyond middle but not widened, gradually very strongly attenuated toward apex; of male likewise strongly attenuated toward apex, distinctly nodose beyond middle, with a row of distinctly oval, short tyloides.

Head.—Wide, coarsely and densely punctured all over; temple profile, in dorsal view, broadly curved, not or slightly narrowed behind eyes; cheeks swollen, in lateral view broad; cheek profile, in front view, curved, only slightly narrowed toward mandible base; malar space somewhat shorter than width of mandible base; mandibles robust, the apical tooth long and strong, the subapical tooth rudimentary; clypeus wide, rather normal, a trifle convex, with almost straight apical border and somewhat converging sides; median field of face distinctly protruding, with lateral longitudinal depressions.

Thorax.—Mesoscutum slightly longer than medially wide, convex, coarsely and densely punctured, shiny; notauli lacking in type species, basally fairly distinct in another species; scutellum moderately to strongly raised above postcutellum, with gradual apical slope, laterally weakly carinate basally or to

about middle, coarsely punctured; propodeum with distinct and deep basal furrow, the horizontal part medially somewhat shorter than declivity and without distinct carination, coarsely rugose-punctate, in type species except weakly sculptured and somewhat shiny median part (which is coarsely transversely rugose in another species); spiracles oval, unusually wide and more or less abbreviated; areae dentiparae gradually and considerably sloping downward, their apical part limited by weak carinae, their apices in one species bluntly projecting (but not in type species); carina metapleurals fairly distinct, all other carinae obsolete in type species.

Legs.—Moderately long; coxae III without scopa; claws not pectinate.

Wings.—Nervulus very strongly postfurcal and oblique; areolet irregularly trapezoidal in type species (second abscissa of cubitus shortest, second intercubitus longest); in another species areolet irregularly pentagonal, with intercubiti strongly narrowed in front but not coalescent, the ratio of length of abscissae and intercubiti, however, as in type species; radius apically rather strongly curved toward anterior edge of wing.

Abdomen.—Of female amblypygous; petiole gradually widening into postpetiole, the latter without indication of median field, slightly convex, usually with a more or less distinct, small, rounded median impression at base, medially not or sparsely punctured and smooth or finely coriaceous, laterally coarsely and fairly densely punctured; gastrocoeli very small or indistinct, thyridia entirely lacking; second tergite apically about as wide as medially long, the third wider than long; in type species tergites 2 – 4 strongly sclerotized, distinctly separated from each other by sutures, coarsely and fairly densely punctured (in female the fourth tergite only to about middle), in *marginipennis*, new species, these tergites with only a few scattered weak punctures, finely coriaceous, not strongly sclerotized and not distinctly separated; hypopygium of males bluntly triangularly projecting, of females bearing a growth of stiff bristles, except apico-medially where an, apparently membranous, depression is visible.

CHROMATIC CHARACTERS

Basic color ferruginous-red in type species, without white markings, except white tarsi III in males and white flagellar annulus in both sexes; head, thorax, and legs in type species with restricted black markings, uniformly black in another species; wings intensely yellow-tinged, with more or less extensive infuscated bandings.

REMARK

The close relationship of the species *marginipennis*, new species, to the type species is indubitable; however, there are also quite important differences,

as in the carination and sculpture of the propodeum, in the sculpture of the abdomen, in the presence or absence of notauli, and in the shape of the areolet. Whether these differences should be considered as specific or rather as generic is difficult to decide mainly on account of our still very incomplete knowledge of the Central-American forms of this group.

1. *Provancherides saecularis*, new species

TYPES

Holotype.— ♀, « Iturbide, 1700 m, (Nuevo Leon), Mexico, 10.VIII.53. »
Collection G. Heinrich.

Allotype.— ♂, same data. Collection G. Heinrich.

Paratypes.—2 ♂ ♂, San Pedro Iturbide (Nuevo Leon), Mexico. Collection H. Townes.

DISTRIBUTION

Northeastern Mexico: Nuevo Leon province.

FEMALE

Light-ferruginous with some black sutures on the thorax; apex of tibiae III and segments 1 and 2 of tarsi III predominantly black; flagellum tricolored, with white annulus; wings slightly yellow-tinged with a strongly infuscated transverse band beyond base and before apex of wings; length 11 mm.

Flagellum.—With 40 segments, the first about 2.5 times as long as wide, in lateral view about the 8 th square, seen from the flat side the widest also approximately square, the about 11 apical segments distinctly longer than wide. Segments 1 – 4 pale ferruginous (close to orange), segments 5 – 12 almost entirely white, the following segments black; scape pale ferruginous.

Head.—Structure and sculpture as described for the genus. Uniformly light ferruginous, only apex of mandibles black.

Thorax.—Structure and sculpture as described for the genus; all pleura coarsely and densely punctured, the lower part of propleura and the metapleura rugose-punctate. Light ferruginous, the following black: narrow base and the extreme apex of prosternum, prepectus except broad exterior belt, basal furrow of scutellum, sutures of scutellum and postscutellum narrowly, basal furrow and narrow apical margin of propodeum.

Legs.—Light ferruginous, except blackish apical third of tibiae III only and most of segments 1 and 2 of tarsi III.

Wings.—As described above.

Abdomen.—Structure and sculpture as described for the genus; somewhat more than apical half of fourth tergite and the following tergites almost impunctate, extremely finely coriaceous and shiny. Light ferruginous; the sutures between tergites 1 – 4 very narrowly and slightly infuscated.

MALE

Light ferruginous, with more extensive black markings on head and thorax than in female; legs also more extensively black than in female: coxæ and trochanters II and III, femora and tibiae III usually almost entirely black; tarsi III yellowish-white, tarsi I and II pale-yellowish; flagellum black on base and apex, extensively white in the middle; wings blackish-infuscated, with a clear band before areolet; length 10 – 14 mm.

Flagellum.—With 38 segments and with oval, short tyloides on segments 7 or 8 to 18 or 19. Segments 1 – 5 or to 6 or 7 dorsally black, the last of these segments usually ventrally at least in part white; segments 6 or 8 to 16 or 17 with complete white annulus, sometimes segments 18 and 19 again ventrally white, the following segments black; scape and pedicel pale ferruginous; first segment sometimes ventrally brownish.

Head.—As in female; middle of antennal cavity and of ocellar triangle black.

Thorax.—Generally as in female, but scutellum rather strongly raised above postscutellum. Sometimes scutellum yellow; in addition to black markings as described for female, black are: mark on pronotum above collare, prosternum and prepectus entirely, middle of mesosternum on both sides of mesolcus or entire mesosternum, lateral slopes of scutellum, and postscutellum more extensively.

Legs.—The following are black: coxæ and trochanters II and III almost entirely, usually femora and tibiae III except at the extreme base; trochanters and coxæ I sometimes infuscated; sometimes femora and tibiae III red except apex of tibiae; all tarsi yellow, tarsi III almost white.

Wings.—In contrast to female predominantly blackish-infuscated, with only one clear transverse band on forewings below stigma and a few clear marks on hind wings in continuation of that band.

Abdomen.—As in female, except petiole black.

2. *Provancherides michoacana*, new species

TYPES

Holotype.—♂, « Mexico, 9 mi W Morelia, Mich., 2.IX.62., 2400 ft. »
Collection H. Townes.

Paratype.—1 ♂, Mexico, 4 mi W Jiquizpan, Mich., 24.VIII.62, 8000 ft.
Collection G. Heinrich.

DISTRIBUTION

Central Mexico: Michoacan province.

PREAMBLE

This form is closely related to *saecularis* Heinrich, differing from it mainly by uniformly deeply infuscated wings lacking the yellowish transverse band; basic ferruginous color darker than in *saecularis*. Probably subspecifically linked with *saecularis*.

FEMALE

Dark ferruginous, thorax with some black sutures (holotype), or sterna and metapleura entirely black (paratype); all legs predominantly ferruginous, with yellowish-white tarsi (holotype), or legs III black except white tarsi (paratype); wings uniformly and deeply infuscated; flagellum black with white annulus; length 14 mm.

Flagellum.— With 38 or 39 segments and with short, oval tyloides on segments 8 - 16. Black, with complete white annulus on segments 8 to 16 or 17; scape and pedicel ferruginous.

Head.—Structure and sculpture as in *saecularis*. Ferruginous, without black markings; facial orbits narrowly yellow-tinged.

Thorax.—Structure and sculpture as in *saecularis*. Ferruginous, apex of scutellum yellowish; in holotype, the following black: narrow base and extreme apex of prosternum, prepectus, middle of mesosternum, patch in the middle of pronotum (behind collare), basal furrow of scutellum and of propodeum, narrow apical margin of propodeum, lateral sutures of scutellum and of postscutellum; in paratype in addition black are: entire prosternum and mesosternum, lower part of mesopleura, the metapleura, carinal triangle, and area posteromedia; in paratype apices of area spiraculiferae yellowish.

Legs.—As described above.

Wings.—Uniformly deeply infuscated, base of stigma pale ferruginous.

Abdomen.—Structure and sculpture as described for the genus. Dark ferruginous, petiole black.

3. *Provancherides marginipennis*, new species

TYPES

Holotype.—♀, « Rio Frio, Mexico, 55.5 km W of Mex. City, X.24.62., H. a. M. Townes. » (Flagella lacking.) Collection H. Townes.

DISTRIBUTION

Central Mexico: west of Mexico City.

PREAMBLE

This species differs from the type species morphologically by less bulging temple profile, fairly distinct anterior third of notauli, higher elevated scutellum with the lateral carinae more raised at base, bluntly projecting apices of areae dentiparae, transversely rugose horizontal part of propodeum, distinct carinae coxales, in front not coalescent intercubiti, and by fine, coriaceous sculpture of abdomen.

Advancing knowledge of Central-American forms may reveal that this species represents a distinct genus.

FEMALE

Head, thorax, and legs uniformly deep black; abdomen uniformly red; wings intensely yellow-tinged with blackish-gray infuscated apical margins; length 13 mm.

Genus *Netanyacra*, new genus

Type species.— *Netanyacra nuevoleonis*, new species

DISTRIBUTION

Northern Mexico (type locality); Arizona, South Carolina, South Dakota.

PREAMBLE

The decisive character of this genus is the structure of the hypopygium and of the claspers of the male. Except for this character the species included could pass for *Eutanyacra* Cameron or (*Pseudamblyteles* =) *Dyphyus* Kriechbaumer. The hypopygium of the male is short, unusually wide, stronger sclerotized than usually, and medially in a very wide angle somewhat projecting, it is (as the preceding 1 – 2 tergites) on the apical part over the entire width rather densely covered by stiff bristles; the claspers are fairly short, rather wide, and strongly convex. This gives the apex of the abdomen of the male an unusually blunt appearance. A number of species are at hand, but no female is known so far. It remains thus unknown whether females are distinguishable from *Eutanyacra*.

This genus clearly belongs to the subtribe Amblytelina of the tribe Ichneumonini. It seems to be ecologically confined to open and dry habitats.

MORPHOLOGICAL CHARACTERS

Flagellum.—Of male not nodose, without transverse bristleridges, with a row of narrow, elongate-oval tyloides, which, in contrast to *Eutanyacra*, do not start before the 4th segment; even the longest tyloides not quite reaching the bases and apices of segments.

Head.—Normal, coarsely and densely punctured all over; mandibles normal, the apical tooth somewhat longer than the subapical.

Thorax.—Mesoscutum somewhat longer than medially wide, convex, coarsely and very densely punctured, notauli lacking; scutellum convex, somewhat raised above postcutellum, laterally not carinate, coarsely, slightly less densely punctured than the mesoscutum; propodeum of the clearly broken type, the horizontal part medially distinctly shorter than the area posteromedia; basal furrow of propodeum distinct; carination distinct and usually complete, except carinae coxales lacking; area superomedia about square or slightly longer than wide, sometimes hexagonal, with costulae in the middle, costulae sometimes indistinct; spiracles moderately long, elongate-oval.

Legs.—Normal.

Wings.—Nervulus usually distinctly postfurcal and oblique; areolet clearly pentagonal; radius nearly straight, only slightly bent toward anterior margin of wing apically.

Abdomen.—Postpetiole with distinct, longitudinally striate median field, the lateral fields coarsely punctured; gastrocœli narrower than their interspace,

slightly to moderately impressed, irregularly, longitudinally rugose, thyridia narrow or indistinct; interspace of gastrocœli strongly longitudinally striate; all tergites very densely punctured, opaque (the anterior tergites coarsely, the two apical tergites more finely); sternites 1 – 4 with plica, not strongly sclerotized; hypopygium and claspers as described in preamble.

CHROMATIC CHARACTERS

Abdomen of males black, with yellow apical bands on most or all tergites, sometimes most tergites yellow, some with narrow basal black bands; head and propodeum extensively yellow-marked, sometimes also pro and mesothorax and legs extensively yellow or white.

1. *Netanyacra nuevoleonis*, new species

TYPE

Holotype.—♂, « Iturbide, 1700 m, (Nuevo Leon), Mexico, 10.VIII.53. »
Collection G. Heinrich.

DISTRIBUTION

Northern Mexico. Nuevo Leon, 1700 m.

MALE

Head black, with only facial and frontal orbits white; mesoscutum and mesopleura black, except a small white dot on the latter; all coxae and the femora II and III uniformly black, all tibiae ventrally white, tibiae III except apical third; propodeum black with a large white mark on each side; abdomen black, all tergites with apical, continuous white bands; scutella and prescutellar carinae white; flagellum without annulus; length 11 mm.

Flagellum.—With 40 segments and with elongate-oval, rather narrow tyloides on segments 5 – 18, the longest (on about segments 10 – 14) not quite reaching bases and apices of segments. Black, ventrally orange, scape black.

Head.—Temple profile slightly narrowed behind eyes, moderately curved; malar space somewhat shorter than width of mandible base; coarsely and very densely punctured all over, subopaque, the clypeus less densely and more coarsely punctured than the rest, somewhat shiny. Black, facial orbits broadly, frontal orbits up to level with lower ocellus narrowly yellowish-white.

Thorax.—Structure and sculpture as described for the genus; costulae distinct, area superomedia slightly narrowed from costulae toward end, a trifle longer than wide, irregularly transversely rugose; rest of thorax including all pleura and sterna coarsely and densely punctured, subopaque, lower half of propleura transversely rugose. Black: the following yellowish-white: collare, lower part of pronotal base, pronotal ridge broadly, subalarum, scutellum, postcutellum, prescutellar carinae, a small spot on the middle of the apical section of mesopleura, a large mark on each side of the propodeum (the mark includes the entire areae dentiparae and areae posteroexternae and the apical half of the areae spiraculiferae).

Legs.—Black; the following white: anterior side of tibiae I and II and of femora I, ventral side of tibiae III except more than its apical third, and apex of femora II on anterior side; trochantelli, extreme base of femora II and III and all tarsi pale brownish.

Abdomen.—Structure and sculpture as described for the genus. Black, all tergites with apical white bands, which are widest in longitudinal diameter on tergites 1 and 2, becoming gradually narrower toward apex of abdomen; the band on the seventh tergite medially distinctly narrowed.

2. *Netanyacra leucopus*, new species

TYPES

Holotype.—♂, « Cleveland S.C., VI. 6.1961., G. F. Townes. » Collection H. Townes.

Paratypes.—2 ♂♂, La Follette, Tennessee, 6. VI.1947; 1 ♂, Golden Pond, Kentucky, May. Collection H. Townes; 2 ♂♂, La Follette, Tennessee; 1 ♂, Golden Pond, Kentucky. Collection G. Heinrich.

DISTRIBUTION

South Carolina (type locality); Tennessee; Kentucky.

PREAMBLE

Similar in the white pattern to *nuevoleonis* Heinrich, but white markings much more extensive, particularly on legs, head, and thorax; carination of propodeum considerably more prominent than in *nuevoleonis*; area superomedia about as long as wide, with costalae before middle, approximately hexagonal, with rounded anterior corners, distinctly narrowed toward apex, usually slightly narrowed toward base as well. Probably a distinct species rather than a subspecies of *nuevoleonis*.

MALE

Head white, with dorsal black parts; thorax black, with very rich white markings; mesoscutum with a bipartite median white mark and more than lower half of mesopleura white; propodeum extensively white, including usually part or all of area superomedia and always part or most of arae metapleurales; scutella and prescutellar carinae white; legs including coxae predominantly white; inner side of femora III and apices of tibiae III black, tarsi III infuscated; abdomen black, all tergites with continuous, apical white bands; flagellum without annulus; length 11 mm.

Flagellum.—(Apices lacking); with elongate-oval, rather narrow tyloides on segments. 5 – 19, the longest not reaching bases and apices of segments. Black, ventrally orange; scape predominantly white.

Head.—Structure as in *nuevoleonis*. White, with the following black parts; longitudinal narrow band on malar space, frons, vertex, occiput and temples (except white band on orbits which is sometimes interrupted at temples), in holotype a narrow white band along occipital carina behind black temples.

Thorax.—Structure and sculpture as described for the genus; costulae distinct; area superomedia with rounded anterior corners, about as long as wide, with costulae slightly before middle, distinctly narrowed toward area posteromedia, usually slightly narrowed toward area basalis as well, with some irregular rugae; all carinae strongly prominent, except carinae coxales which are lacking; declivity, areae dentiparae, and areae spiraculiferae very coarsely, irregularly rugose, shiny; mesoscutum and scutellum very densely and coarsely punctured, the former subopaque; pleura fairly densely punctured, shiny, the lower part of propleura longitudinally rugose, the metapleura coarsely longitudinally rugose-punctate. Black; the following white: collare, pronotal ridge and base broadly (exceptionally entire propleura) tegulae, subalarum, bipartite median mark on mesoscutum, prescutellar carinae, scutellum, postscutellum, more or less extensive mark on exterior part of prepectus, usually more than lower half of mesopleura (except usually anterior border), carinal triangle, areae dentiparae, usually area superomedia or parts of it, areae posteroexternae, about apical half of areae spiraculiferae, mark or most of areae metapleurales.

Legs.—Predominantly white; black are: sometimes mark on base of posterior side of femora I and II, always almost entire posterior side of femora III and apex of tibiae III broadly, base of all coxae, and interior side (sometimes also ventral side) of coxae III extensively; tarsi III infuscated; only in holotype all trochanters dorsally black-marked; posterior side of femora I and II basally orange if not black

Wings.—As described for the genus.

Abdomen.—Structure and sculpture as described for the genus. Black, all tergites with apical white bands, which are widest (in longitudinal diameter) on tergites 1 – 3 and decrease gradually in width on tergites 4 – 7; rarely band on seventh tergite medially interrupted.

REMARK

One specimen from Tennessee in Collection H. Townes has the characteristic white pattern, including the white exterior side of femora III (as in *leucopus*), but the mesoscutum is ferruginous with black median band on median lobe as in *dacotae*, new species, and the interior side of femora III ferruginous instead of black. I suspect that this is an erythristic mutant of *leucopus* rather than a representative of a subspecies of *dacotae*. If this is correct it would suggest that *dacotae* is the western vicariant of *leucopus*.

3. *Netanyacra dacotae*, new species

TYPE

Holotype.—♂, « No I Yellow, Brookings, S. D., Aug. 21.1928., M. Fredricksen Coll. » Collection H. Townes.

DISTRIBUTION

South Dakota (type locality); Alberta (see remark below).

PREAMBLE

This species too is similar in its light (pale-yellow) color pattern to the two preceding species. It differs by extensively ferruginous color of thorax, legs, and tergites 1 and 2, and in structure by medially somewhat more projecting hypopygium.

MALE

Head yellow, with dorsal black parts and ferruginous-tinged upper orbits; thorax ferruginous, with black and yellow markings; median lobe of mesoscutum with longitudinal black band; yellow are: a large mark on each side of propodeum, scutellum, postscutellum, prescutellar carinae, and other parts but no marks on mesoscutum; legs ferruginous and yellow, apices of femora III and of tibiae III blackish; abdomen black, except ferruginous seventh tergite, basic color of first tergite, and middle of second; tergites 1 – 6 with apical yellow bands; flagellum without annulus; length 12 mm.

Flagellum.—With 40 segments and with narrow, almost bacilliform tyloides on segments 5 – 18. Black, ventrally pale ferruginous; scape predominantly yellow.

Head.—Structure and sculpture as in *nuevoleonis* Heinrich. Yellow, the following black: antennal cavities, middle of frons broadly, ocellar, occipital, and temple regions, black on temples not reaching margins of eyes; vertical and temple orbits, posterior part of cheeks, and malar space ferruginous-tinged.

Thorax.—Structure and sculpture as described for the genus and for *leucopus* Heinrich; costulæ not quite distinct; area superomedia approximately square. Ferruginous; the following black: longitudinal band on median lobe of mesoscutum, less distinct bands on posterior parts of lateral lobes, basal furrow of scutellum and of propodeum, area posteromedia, metapleura predominantly, prosternum, middle of prepectus, middle of pronotum with lower part of propleura, upper part and lower posterior part of mesopleura, middle and end of mesosternum; the following yellow: collare, pronotal base and pronotal ridge, subalarum, tegulæ, prescutellar carinæ, scutellum, postscutellum, a mark on each side of propodeum (covers areæ dentiparæ, posteroexternæ, and apical part of areæ spiraculiferæ), and a spot on lower apical part of mesopleura.

Legs.—Ferruginous; yellow are: trochanters I and II ventrally, apical marks on coxæ I and II, anterior side of femora I and II, and the tibiæ I, II, and III (tibiæ III except brownish-infuscated apex); tarsi yellow-tinged; apices of femora III extensively blackish.

Wings.—As described for the genus.

Abdomen.—Structure and sculpture as described for the genus; thyridia obsolete; hypopygium medially somewhat more projecting than in the two preceding species. Black, seventh tergite entirely, the first except apical yellow band, the second medially ferruginous; tergites 1 – 2 with apical yellow bands, which gradually decrease in width from third to the sixth tergite.

REMARK

One male from Lethbridge, Alberta, in Collection H. Townes differs from the holotype by almost entirely black mesoscutum and by reduction of ferruginous color also on pleura, propodeum, sterna, and anterior tergites. It apparently is conspecific with the holotype but could represent a different subspecies, if not just a melanistic variation.

4. *Netanyacra arizonae*, new species

TYPE

Holotype.—♂, « Rustler's Park, Ariz., 6.17.56., R. + K. Dreisbach. »
Collection H. Townes.

DISTRIBUTION

Arizona.

PREAMBLE

This form agrees in structure and sculpture with *dacotae* Heinrich. It also approaches the latter species in the chromatic characters of head, thorax, legs, and tergites 1 and 2; quite different is only the color of tergites 3 – 7, which are almost uniformly lemon-yellow, with (on tergites 3 – 5 only) narrow basal black bands, decreasing in width and length from tergite to tergite; this is in strong contrast to *dacotae* where the extent of the black basic color of tergites increases gradually from tergite to tergite. Nevertheless it seems possible that this is a vicariant and subspecies of *dacotae*.

MALE

Head yellow, dorsal parts ferruginous with restricted black markings; *thorax* ferruginous with black and yellow markings; median lobe of mesoscutum with a black mark on anterior part; yellow are: a large mark on each side of propodeum, scutellum, postcutellum, prescutellar carinae, and other parts; legs ferruginous and yellow, apices of femora III and of tibiae III not blackish-infuscated; abdomen lemon-yellow, about basal third of tergites 1 and 2 black, median third ferruginous; tergites 3 – 5 with narrow, basal black bands; flagellum without annulus; length 12 mm.

Flagellum.—(Apices missing); with narrow, almost bacilliform tyloides on segments 5 – 18. Black-brown, ventrally pale ferruginous; scape predominantly yellow.

Thorax.—Ferruginous, with black and yellow markings; the following are black: base of prosternum, middle of prepectus, middle of propleura, mark on anterior part of median lobe of mesoscutum, basal furrow of scutellum and of propodeum, region of area coxalis, area posteromedia; the following yellow: collare, pronotal ridge and base, subalarum, tegulae, scutellum, post-scutellum, prescutellar carinae, a mark on lower posterior part of mesopleura, large marks on sides of propodeum covering the areae dentiparae, posterior half of areae spiraculiferae, and upper part of areae posteroexternae.

Legs.—Ferruginous; the following yellow; marks on coxæ I and II, trochanters I and II ventrally, trochanters III partially, anterior side of femora I and II, all tibiæ (except ferruginous-tinged apices); tarsi and apices of tibiæ II and III orange-tinged yellow.

Abdomen.—As described above.

Homotherus smileyi, new species

TYPES

Holotype.—♀, « Lake Mohonk, New Paltz, New York, 1.VIII.1966. » Collection G. Heinrich.

Allotype.—♂, same locality, 30.VIII.66. Collection G. Heinrich.

Paratypes.—2 ♀ ♀, same locality, 17 and 23 Aug. 1966 Collection G. Heinrich.

DISTRIBUTION

New York: Mohonk Lake (Ulster county).

PREAMBLE

A very small species, most closely related to *semiaoplus* Heinrich. Females differ from that species by considerably smaller size, in color by orange-ferruginous (instead of white) trochanters I and II and basic color of scutellum, in structure by slightly shorter segments of flagellum, much denser puncturation of frons and mesoscutum, and by slightly more convex frons and vertex. Structure of flagella of female subbristle-shaped, as in *semiaoplus*. The carination of propodeum and the type of sexual dichroism suggest a close relationship to *Barichneumon* and *Stenobarichneumon*, but the sculpture of first tergite agrees better with *Homotherus*.

FEMALE

Ferruginous-orange, sides and apex of scutellum and pronotal ridge narrowly yellowish-white, as are also orbits almost around eyes, collare, subalarum; legs without infuscated parts; flagellum subbristle-shaped, little widened beyond middle; thyridia transverse, but sometimes rather indistinct and barely impressed; coxae III without scopa; length 6 mm.

Flagellum.—Subbristle-shaped, little widened beyond middle, slightly attenuated toward apex, with 29 – 30 segments, the first slightly more than 1.5 times as long as wide, the 6th or 7th (in lateral view) square, the widest about 1.5 times as wide as long. Black, with nearly complete white annulus on segments 8 (apex) to 13 or 14, basal segments apically narrowly brownish; scape ventrally ferruginous.

Head.—Temple profile and cheek profile distinctly narrowed with slightly curved outlines; malar space somewhat shorter than width of mandible base; frons and vertex slightly convex and, in contrast to *semiaoplus*, very densely punctured and subopaque. Ferruginous-orange; orbits narrowly yellowish-white around eyes, except on lower part of face; base of mandibles yellowish; posterior part of occipital and temple regions sometimes moderately infuscated.

Thorax.—Anterior third of notauli distinct; mesoscutum more densely punctured all over than in *semiaoplus*, less shiny; scutellum barely raised above postscutellum, dorsally flat and shiny, with a few scattered punctures; declivity of propodeum nearly 1.5 times as long as horizontal part medially; carination distinct and usually complete, except sometimes costulae and anterior carina of area superomedia; the latter hexagonal, slightly wider than long, with costulae approximately in the middle; costulae oblique; sculpture of horizontal part of propodeum much coarser and denser than in *semiaoplus*, very densely irregularly rugose-punctate all over. Ferruginous-orange; the following yellowish-white: collare, pronotal ridge narrowly (for the entire length or almost so), subalarum, sides and apex of scutellum (the white not clearly limited toward ferruginous-orange basic color), and usually tegulae; the following blackish: middle of pronotum, exterior sutures of mesoscutum, basal furrow of scutellum, basal furrow of propodeum, and sutures around scutellum and postscutellum.

Legs.—Moderately slender; coxae III ventrally very densely punctured, shiny, without scopa. Almost uniformly ferruginous-orange, including trochanters I and II, without infuscations; coxae I and II indistinctly whitish toward apex, trochanters I and II apically narrowly whitish.

Wings.—Areolet pentagonal; nervulus interstitial or slightly postfurcal; radius straight.

Abdomen.—Median field of postpetiole weakly indicated; gastrocœli and thyridia transverse, sometimes barely impressed and indistinct, their interspace much narrower than one of them; postpetiole very densely, irregularly rugose-punctate, subopaque; tergites 2 and 3 very densely and fairly coarsely punctate, the fourth tergite somewhat finer but also distinctly and rather densely punctured; ovipositor somewhat projecting. Uniformly ferruginous-orange.

MALE

Differs from female by black basic color of thorax (except propodeum) and dorsal part of head, and by white coxæ and trochanters I and II, scutella, short lateral lines on mesoscutum, pronotal ridge and base, collare, tegulae, subalarum, marks on posterior median part of mesosternum, apex of prosternum, entire face, clypeus, and orbits; flagellum without annulus; length 6 mm.

Flagellum.—With 29 segments and with elongate-oval (nearly bacilliform) tyloides on segments 7 – 14. Black, ventrally black-brown, scape ventrally white.

Head.—Structure and sculpture corresponding with female; frons and vertex very densely punctured, coriaceous between punctures, subopaque, convex; malar space less than half as long as width of mandible base. The following white: mandibles (except teeth), orbits broadly around eyes, entire face and clypeus, cheeks (except posterior stripe); rest black.

Thorax.—Structure and sculpture as in female: scutellum slightly more convex. Propodeum ferruginous-orange; basic color of prothorax and mesothorax black, with white markings, the mesopleura extensively, the mesosternum from mesopleura to sternauli dark red-brown-tinged; the following white: collare, pronotal ridge and base, tegulae, subalarum, two short, lateral lines on mesoscutum (at tegulae), dots on prescutellar carinae, scutellum (except brownish longitudinal median mark from base to almost middle), postscutellum, indistinct small markings along sternauli and the exterior edge of prepectus, apex of prosternum, and a mark on each side of mesolcus on apex of mesosternum.

Legs.—Ferruginous-orange; coxæ and trochanters I and II white, apices of femora I and II and anterior side of tibiae I and II whitish.

Wings.—As in female.

Abdomen.—The coarse, irregularly rugose-punctate sculpture of postpetiole as in female; gastrocœli somewhat more distinctly impressed, about as wide as the space between them. Uniformly ferruginous-orange.

REMARK

Named in honor of Mr. Daniel Smiley, Mohonk Lake, who collected this species and who's deep interest in nature has decisively contributed to the preservation and exploration of the fauna of that area.

Ichneumon dillerorum new species

TYPES

Holotype.—♀, « Mt. Blue, Maine, U.S.A., 12.VI.1965. » Collection G. Heinrich.

Paratypes.—♀, same data; 1 ♀, Dryden, Maine, hibernating. Collection G. Heinrich.

DISTRIBUTION

Maine: Mt. Blue, Weld and Dryden.

PREAMBLE

Very similar to *maius* Cresson, *valdopacus* Heinrich, and *pseudomaius* Heinrich. Differs from *maius* in color by predominantly ferruginous head (black in *maius*) and by black pronotum (usually red in *maius*); in structure by the clearly transverse gastrocœli, with their interspace slightly to distinctly narrower than one of them. Differs from *pseudomaius* clearly by much less narrowed (behind eyes) temple profile and by (compared with the length) wider mesoscutum and wider tergites 1 – 3. Differs from *valdopacus* barely in color but distinctly in sculpture, by less densely punctured, shiny mesoscutum, scutellum, and tergites 2 and 3, and also by much stouter femora.

FEMALE

Head predominantly ferruginous, with more or less extensive black markings; *thorax* black with mesoscutum, collare, apical part of pronotal ridge, tegulae, subalarum, postscutellum, and sometimes scutellum ferruginous; in holotype and the other specimen from Mt. Blue scutellum white, collare white-marked; all coxae and trochanters, femora III, parts of femora II, and apex of tibiæ III black, rest of legs ferruginous; *abdomen* uniformly ferruginous, seventh tergite with distinct medio-apical white mark, the sixth with less distinct, smaller medio-apical white mark; *flagellum* black, with complete white annulus; length 9 mm.

Flagellum.—Bristle-shaped, slender, moderately short, ventrally flattened beyond middle but not widened, distinctly attenuated toward apex, with 32 or 33 segments (thus longer than in *pseudomaius*), the first a little more than twice as long as wide at apex, seen from the side the seventh square, none distinctly wider than long. Black, with complete white annulus on segments 7 – 12, segments before annulus brownish apically on dorsal side, more extensively to

predominantly on ventral side; scape uniformly light ferruginous or dorsally blackish-infuscated.

Head.—Temple profile, in dorsal view, only slightly narrowed behind eyes, slightly curved; cheek profile, in front view, moderately narrowed toward mandible base, straight; malar space distinctly longer than width of mandible base; median field of face and lower parts of lateral fields slightly protruding; clypeus normal, a trifle convex, sparsely and coarsely punctured, shiny; cheeks finely and very sparsely punctured, face, frons, and vertex densely and moderately coarsely punctured. Ferruginous; the following black: antennal cavities, posterior temple region, lower part of occiput along occipital carinae, and cheeks, in specimen from Dryden also lateral fields of face predominantly; ocellar region moderately infuscated, to black.

Thorax.—Mesoscutum slightly longer than medially wide, moderately convex, fairly densely punctured, shiny; scutellum finely and sparsely punctured, shiny; declivity of propodeum medially by about a third longer than the horizontal part; area superomedia nearly square or a trifle longer than wide, usually very slightly narrowed toward area basalis, with weak costulae about in the middle; lateral carinae of area posteromedia indistinct or lacking, carinae coxales distinct. Black; collare, mesoscutum, scutella, apical part of pronotal ridge, tegulae, and subalarum ferruginous (Dryden), or scutellum and markings on collare pale yellow (Mt. Blue).

Legs.—Coxae III without scopa, densely punctured; femora short and thick. Ferruginous, the following black; all coxae and trochanters, femora III, femora II dorsally in varying extent, apex of tibiae III, last segment of tarsi III; upper apical margin of all trochanters whitish.

Wings.—Nervulus postfurcal; areolet regularly pentagonal; radius straight.

Abdomen.—Petiole gradually widening into postpetiole, the latter considerably wider than long, with sharply defined, longitudinally striate median field, the lateral fields also with irregular longitudinal striae and a few punctures; second tergite distinctly wider than medially long; second and third tergites moderately densely punctured, shiny; gastrocœli transverse, considerably wider than long, their interspace narrower than one of them. Uniformly ferruginous, including petiole, the seventh tergite with fairly large, the sixth with smaller, sometimes less distinct yellowish-white mark.

REMARK

Named in honor of Mr. and Mrs. E. Diller who during the summer 1965 successfully assisted in collecting Ichneumoninae on Mt. Blue.

Spilichneumon citrinus (Provancher)

Ichneumon citrinus Provancher, 1886, Addit. Corr. Faune Ent. Canada Hym., p. 31.
Pseudamblyteles citrinus, Townes, 1951, Hymen. of Am. n.o. Mexico, p. 292.
Spilichneumon citrinus, Heinrich, 1960, Nearct. Ichn. Sten., II, p. 189.

TYPES

Holotype.—♂, Ontario, Ottawa. Can. Nat. Coll. No. 79.

DISTRIBUTION

Canada: Ontario (type locality); U.S.A.: Maine, Mt. Blue (new record).

The above-mentioned new record of this striking form is the first one since its description, about 80 years ago. The specimen recorded agrees almost perfectly with the type. The flagellum has 41 segments, with tyloids, as in *bronteus* Cresson (but a trifle shorter), on segments 5 – 15; segments 1 – 12 are apically white on exterior side, 13 – 25 entirely white on exterior side.

As mentioned by Heinrich (loc. cit. 1960) the form is morphologically identical with *bronteus* and *nubivagus* Cresson, from which it differs by a very unusual, predominantly whitish-yellow coloration (description see Heinrich, loc. cit.).

The taxonomic status, of *citrinus* remains *problematic*. It may represent a full species, or else an odd variation of *bronteus* or *nubivagus*.

The specimen discussed here was caught on an overgrown mountain meadow, close to the Mt. Blue State Park in Weld, Maine. Several typical males of *Spilichneumon nubivagus* Cresson were collected at the same time in the same locality.

LES GENRES *NEUROCYTA* NAVAS ET *PHRYGANOPSYCHE* WIGGINS
EN INDE

(*Trichoptera, Phryganeidae et Phryganopsychidae*)

F. SCHMID

Institut de la Recherche entomologique, Ottawa, Canada.

Résumé

Ces pages contiennent quelques brefs commentaires taxonomiques et écologiques sur deux espèces indiennes, *Neurocyta arenata* Navas et *Phryganopsyche latipennis* (Banks).

Abstract

Some brief taxonomic and ecological comments are given here on two Indian species, *Neurocyta arenata* Navas and *Phryganopsyche latipennis* (Banks).

Neurocyta Navas

En Inde, le genre *Neurocyta* est représenté par deux espèces seulement: *arenata* Navas, décrit de Darjiling au Bengale occidental, et *brunnea* Martynov, signalé de Yatung, dans la vallée himalayenne de Chumbi, géographiquement indienne quoique politiquement tibétaine.

Durant un séjour de plusieurs mois au Sikkim, j'ai constaté qu'*arenata* y est assez commune et même localement abondante. Les insectes volent du milieu de mai à fin août, entre 6.900 et 14.000 pieds, c'est-à-dire dans les zones tempérée chaude, tempérée froide et alpine. La valence écologique de l'espèce semble être très large, car la plupart de mes captures ont été effectuées, soit près de petits ruisseaux marécageux, algueux et moussus, en fourrés de Rhododendrons arborescents, soit le long de moyens et gros torrents très agités. On ne trouve les insectes qu'à la lumière. Au début d'octobre, j'ai observé quantités de spécimens morts sous les pierres, au bord des *Kabur Lam Tso* et *Lakshmi Pokri*, lacs situés à 13.500 et 14.000 pieds, dans la zone des alpages.

Morphologiquement, l'espèce apparaît très constante et mes spécimens correspondent bien aux figures du type que j'ai publiées en 1949 (fig. 86-89), avec l'extrémité du X^e segment assez mince et les appendices praenaux longs, grêles et arqués. Mais la nervure divisant en deux parties la cellule discoïdale des ailes postérieures, et qui a valu son nom au genre, apparaît comme une anomalie propre au type.

N. brunnea est très voisine de *arenata* et ne s'en distingue guère que par le X^e segment plus obtus et les appendices praenaux épais et courts. Quoique j'aie capturé *arenata* sur le versant occidental du Natu La, je n'ai observé aucun spécimen qui se rapproche de *brunnea*, signalé du versant oriental du même col. L'altitude indiquée dans la description originale de cette dernière, 4.500 pieds, est certainement fautive, Yatung étant situé à 8.850 pieds.

La localisation exclusive des *Neurocyta* sur le petit territoire du Sikkim et de la vallée de Chumbi est curieuse. J'ai montré (1962: 154) que le genre *Eubasilissa* est réparti sur tout le versant méridional de l'Himalaya et que les insectes y sont communs. Or, on ne trouve qu'une seule *Eubasilissa* au Sikkim, *tibetana*, et elle y est fort rare, alors qu'*arenata*, qui peuple exactement les mêmes biotopes, y est abondante. C'est là un cas de concurrence écologique et de vicariance évident.

Phryganopsyche Wiggins

Le genre *Phryganopsis* Martynov est connu depuis longtemps par une espèce japonaise, *latipennis* Banks. En 1950, Kimmins (p. 698 sq.) décrit une seconde espèce, *cornutus*, de Birmanie septentrionale et trois sous-espèces de *latipennis*, *elongatus* des Khasi Hills, *sikkimensis* du Bengale occidental et *praecisus* de Birmanie septentrionale. En 1959, (p. 745 sq.), Wiggins élève le genre *Phryganopsis* au rang familial en changeant son nom pour des raisons de synonymie en *Phryganopsyche* et figura, sans la nommer, une nouvelle forme japonaise. En 1965 (p. 146), j'ai moi-même ajouté une nouvelle sous-espèce à *latipennis*, *sinensis*.

En Inde, les *Phryganopsyche* semblent rares et sporadiques et se rencontrent en très petits nombres ou en spécimens isolés. J'en ai récolté au Sikkim, en Kameng et à Manipur. Les insectes volent probablement durant toute la bonne saison, car j'en ai capturés de mars à septembre, entre 3.100 et 9.700 pieds, le long de petits ruisseaux et de moyens et gros torrents. On les trouve en général à la lumière, mais aussi occasionnellement au filet. Dans l'état de Manipur, j'ai observé qu'ils constituent une relique glaciaire, étroitement localisée au sommet du Sirohi Kashong, vers 7.000 pieds.

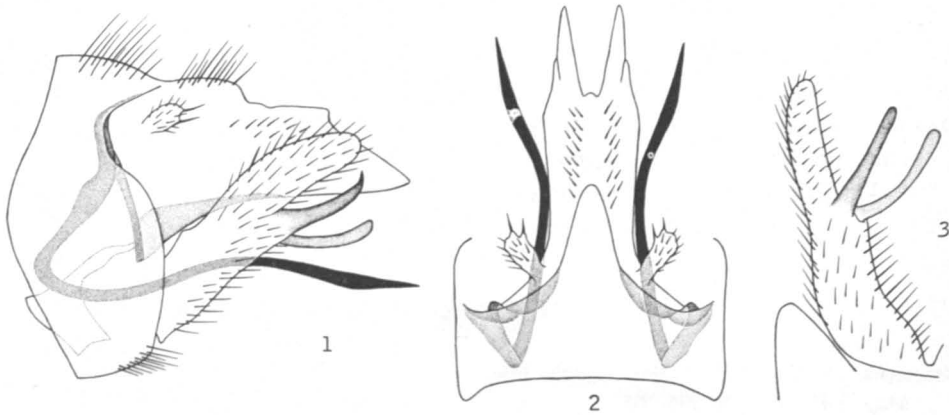


FIG. 1, armature génitale d'un ♂ de *Phryganopsyche latipennis* Banks, de Manipur, vue de profil, sans l'appareil phallique; FIG. 2, IX^e segment, vu de dessus; FIG. 3, appendice inférieur, vu de dessous.

A l'examen, les ♂♂ indiens apparaissent très variables dans les caractères des génitalia. Parmi mes spécimens, un petit nombre correspond bien à *sikkimensis* et à *præcisa*, mais la majorité se révèlent intermédiaires entre ces deux sous-espèces et *elongata*. Le X^e segment apparaît plus ou moins haut vu de profil et son bord apical est plus ou moins oblique; le talon basal supérieur, qui est l'extrémité de la partie dorsale du IX^e segment, est très variablement saillant, de même que l'angle apical supérieur du X^e segment; la branche apicale inférieure du premier article des appendices inférieurs est variablement épaisse. Je donne ici trois figures des génitalia d'un ♂ manipuri.

Ces variations sont si nombreuses et fantaisistes que la solution qui me paraît s'imposer est l'abandon de toutes les sous-espèces de *latipennis*. Cette espèce apparaît donc comme une forme aux caractères assez instables et largement répartie en Asie, du Sikkim au Japon. C'est là un cas singulier, mais non unique, chez les Trichoptères: *Trienodella gracillima* Martynov m'est personnellement connue des Khasi Hills et du Japon et nous savons qu'elle vole également dans le bassin de l'Amour.

L'initiative de Wiggins d'isoler le genre *Phryganopsyche* dans une famille spéciale est justifiée et les raisons en sont convaincantes. Il n'en reste pas moins que cette lignée est très voisine des Phryganéides, dont elle a conservé beaucoup de caractères. Les génitalia du ♂ sont du même type que ceux de ces derniers, avec le second article des appendices inférieurs hautement modifié mais conservé: c'est le bâtonnet le plus interne des appendices inférieurs. L'appareil phallique est également de même structure chez les deux familles: la phallothè-

que est allongée et sert de gaine à une endothèque bien développée, inerme et à l'intérieur de laquelle est visible un sclérite aédéagal ou phallothrémal (Wiggins, loc. cit. fig. 18a). Les Phryganopsychides sont un cas rare chez les Trichoptères, où les ailes antérieures sont vivement colorées et cela par la pilosité et non par la membrane alaire. Le fond est brun marron, avec des bandes costale et anale délicatement nuancées d'ivoire; la base de l'aile est tranchée de clair, le ptérostigma fortement souligné de brun foncé et le tout sablé d'argent. C'est là une coloration digne d'une belle Noctuelle.

Références

- KIMMINS, D. E., 1950, Indian Caddis Flies. II The genus *Phryganopsis* Martynov. *An. Mag. nat. Hist.* **3**: 696-705.
- MOSELY, M. E., 1935, The Indian Caddis-flies. *J. Bomb. nat. Hist. Soc.* **38**: 123-133.
- SCHMID, F., 1949, Les Trichoptères de la collection Navas. *Eos* **25**: 305-426.
- SCHMID, F., 1962, Le genre *Eubasilissa* Mart, en Inde. *Bul. Soc. Vaud. Sc. Nat.* **68 (309)**: 153-168.
- SCHMID, F., 1965, Quelques Trichoptères de Chine II. *Bonn. zool. Beitr.* **16**: 127-154.
- WIGGINS, G. B., 1959, A new family of Trichoptera from Asia. *Can. Ent.* **91**: 745-757.

UNE NOUVELLE ESPÈCE DU GENRE *MYRMICA*
AU QUÉBEC (FORMICIDAE, HYMETOPTERA)

ANDRÉ FRANCOEUR

Département de Biologie, Université Laval, Québec 10^e.

Résumé

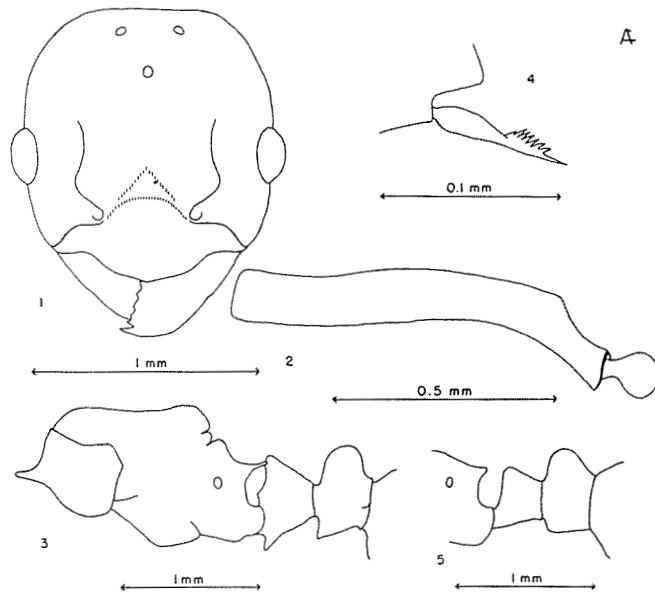
Une nouvelle espèce de *Myrmica* vraisemblablement parasite est décrite. Elle provient de la pessière à *Cladonia* du sud-est du Parc des Laurentides au Québec.

Abstract

A new apparently parasitic species of the ant genus *Myrmica* is described. Specimens come from the black spruce-reindeer moss association covering the southeastern corner of the "Parc des Laurentides" in Québec.

De nombreux peuplements d'Épinettes noires et de Lichen à caribou s'étendent dans la partie sud-est du Parc des Laurentides au Québec. Béique et Francoeur (1966) ont inventorié la faune myrmécologique de ce milieu subarctique en septembre 1965. L'inventaire ne mentionne pas l'existence de deux spécimens inusités considérés alors comme aberrants. Ils représentent en fait une nouvelle espèce de fourmi vraisemblablement parasite.

Ces petits spécimens, une femelle sans aile et un mâle, furent capturés dans un nid de *Myrmica*; une femelle ailée, de taille normale, et 15 ouvrières furent également collectionnées dans ce nid. L'article cité plus haut signale l'espèce-hôte sous le nom d'*incompleta* Provancher. Les travaux de revision du genre *Myrmica*, présentement en cours à Laval, démontre qu'il s'agit plutôt de *kuschei* Wheeler. Le mâle et la femelle appartiennent sans aucun doute au complexe *incompleta*. Ils possèdent plusieurs caractères particuliers qui les distinguent comme une nouvelle espèce et qui supporte l'hypothèse du parasitisme. Il est intéressant de noter que la forme du pétiole et du postpétiole ressemble de très près à celle de l'espèce européenne *myrmecoxena* Forel (voir dessins de Finzi, 1926). Le fait que toutes les ouvrières collectionnées appartiennent à l'espèce *kuschei* ne prouve pas de façon définitive que la nouvelle



FIGURES 1-5. *Myrmica lampra* n. sp., femelle (holotype): 1, tête, vue de face; 2, vue postérolatérale de l'antenne gauche; 3, alitronc, pétiole et postpétiole; 4, éperon du métatibia. Mâle (paratype): 5, propodéum, pétiole et postpétiole.

espèce ne produit pas d'ouvrière parce qu'une partie seulement de la colonie-hôte fut collectionnée.

Le nid de l'espèce-hôte était creusé dans un tronc d'arbre pourri et très humide. Le tronc reposait sur le sol d'une pente à exposition sud, entre la rivière Sainte-Anne-du-Nord et une route de sable, à une altitude de 2400 pieds. Les coordonnées géographiques de l'endroit sont 47°40'30" de latitude nord et 70°46'30" de longitude ouest. Les deux spécimens sont déposés comme types dans la Collection Provancher du Musée du Québec, Université Laval.

L'addition d'une nouvelle espèce parasite de *Myrmica* en Amérique du nord soulève une autre fois le problème de la validité du genre *Paramyrmica*. Cole (1957) créa ce genre pour décrire une nouvelle espèce, appelée *colax*, qui se trouvait dans un nid de *striolagaster* Cole. Puis Gregg (1961) plaça dans ce nouveau genre l'espèce *rugiventris* que Smith (1943) avait décrite comme une *Tetramorium*. Après l'examen de spécimens, nous ne pouvons que partager l'opinion de Brown (1957) voulant que *rugiventris* appartienne au genre *Myrmica*. L'espèce *colax* est plus aberrante, mais elle possède les caractéristiques fondamentales du genre *Myrmica*. La biologie de ces espèces qui paraissent être des parasites reste peu connue.

Myrmica lampra nov. sp.
figures 1-5

Le nom de l'espèce provient d'un mot grec qui signifie brillant.

HOLOTYPE: une femelle sans aile. Longueur de la tête (mandibules exclues) 1.17mm; largeur de la tête à travers les yeux 1.20 mm; distance entre les yeux 0.95 mm; longueur du scape 0.85 mm; largeur minimum et maximum du front 0.55 et 0.60 mm; grand diamètre de l'œil 0.25 mm; longueur de l'alitrone 1.70 mm; largeur du thorax en avant des tégalæ 0.97 mm; largeur du pétiole 0.37 mm; longueur du pétiole 0.35 mm; hauteur du pétiole 0.65 mm; largeur du postpétiole 0.62mm; longueur de l'épine, mesurée à partir du bord du stigmate, 0.40 mm; distance entre les extrémités des épines 0.42 mm; longueur du métafémur et du métatibia 1.17 et 0.85 mm; longueur totale du corps 5.20 mm.

Surface du corps brillante. Chitine du triangle frontal, du postpétiole et du gastre très luisante et lisse. Mandibules, clypéus, partie centrale du prothorax, mésoscutum et pleures brillants, ayant des microsculptures linéaires ténues. Vertex et front striés longitudinalement; un large sillon lisse et luisant s'étend du triangle frontal au triangle ocellaire. Côtés de la tête et du prothorax, mésoscutellum et le sommet du pétiole partiellement ou entièrement réticulés. La sculpture apparaît densément ponctuée, en particulier entre les stries; ponctuation plus rare sur les mandibules.

La tête vue de face, la marge antérieure du clypéus forme un angle obtus (fig. 1). La dent apicale des mandibules normale, les six autres réduites et mousses. Le tiers antérieur du scape régulièrement arqué, vue de côté; le début de cette partie est comprimée dorso-ventralement (fig. 2). Crêtes frontales vues de face formant un angle arrondi (fig. 1); vues dorsalement, minces et plutôt dirigées vers la tête. Mésoscutellum légèrement plus haut que le mésoscutum (fig. 3). Épines du propodéum, courtes, subparallèles, triangulaires, aux extrémités arrondies (fig. 3). Mésotibia et métatibia ayant des éperons fortement pectinés (fig. 4). Pétiole vue de profil, sommet formant un angle aigu et sternum possédant une protubérance anguleuse projetée vers l'avant. Postpétiole plus haut que large; vue de côté ou de face, arrondi dorsalement; partie ventrale formant un angle aigu ou un triangle renversé (fig. 3).

Des poils dressés jaunes présents sur tout le corps sauf dans le triangle frontal, sur les côtés du thorax et entre les épines. Yeux avec des poils très fins égalant environ le tiers des poils de la tête. Pubescence courte et très clairsemée. Tête, funicule (sauf la massue), alitrone, sommet du pétiole et du postpétiole, gastre bruns; massues, scapes, mandibules, pattes, sternum du pétiole et du postpétiole brun jaunâtre.

PARATYPE: un mâle. Longueur de la tête (mandibules exclues) 0.97mm; largeur de la tête à travers les yeux 1.02 mm; distance entre les yeux 0.72 mm;

longueur du scape 0.77 mm; largeur minimum et maximum du front 0.32 et 0.37 mm; grand diamètre de l'œil 0.27 mm; longueur de l'alitrone 1.70 mm; largeur du thorax, en avant des tégulæ, 0.97 mm; largeur du pétiole 0.32 mm; hauteur du pétiole 0.42 mm; longueur du pétiole 0.35 mm; largeur du postpétiole 0.57 mm; hauteur du postpétiole 0.52 mm; longueur du postpétiole 0.35 mm; longueur des épines du propodéum 0.27 mm; distance entre les extrémités des épines 0.35 mm; longueur du métafémur et du métatibia 1.22 et 0.72 mm; longueur totale du corps 5.10 mm.

Chitine encore moins sculptée, donc plus brillante que celle de la femelle. Sculptures présentes sur la tête, à la base de la partie médiane du prothorax et sur le mésoscutellum; ailleurs la chitine est lisse. Sculptures toujours délicates, partiellement réticulées sur les angles occipitaux de la tête et sur le prothorax. Ponctuations plus évidentes que la sculpture sur la tête. Notaulices réduites à de simples lignes noires, aucunement déprimées. Sculpture des mandibules semblable à celle de la femelle.

Funicules, marge antérieure du clypéus, éperons des tibias comme ceux de la femelle; massues plus allongées. Scape très long, égal à 7.5 articles du funicule. Dent apicale normale, les trois autres vestigiales. Crêtes frontales très petites, légèrement convexes vues de face; courtes, minces et rectilignes vues dorsalement. Épines du propodéum plus courtes que celles de la femelle. Sommet du pétiole et du postpétiole comme chez la femelle; sternum rectiligne (fig. 5).

Pilosité et pubescence semblables à celles de la femelle, sauf la présence de poils dressés sur le pourtour du mésépisternum et sur la marge postéro-inférieure du prothorax. Côtés de l'alitrone, pétiole et postpétiole brun pâle; massues, mandibules, pattes et génitalia externes brun jaunâtre. Ailes normales et hyalines; dans la moitié basale des ailes, les nervures sont d'un brun jaunâtre pâle.

Références

- BÉRIQUE, R. et A. FRANCOEUR., 1966. Les fourmis d'une pessière à *Cladonia*. *Naturaliste can.*, **93**: (2): 99-106.
- BROWN, W. L. 1957. Is the ant genus *Tetramorium* native in North America. *Breviora*, no. **72**, 8 pp.
- COLE, A. C., 1957. *Paramyrmica*, a new North American genus of ants allied to *Myrmica* Latreille (Hymenoptera: Formicidæ). *Jour. Tenn. Acad. Sci.* **32**: 37-42.
- FINZI, B., 1926. Le forme europeee del genere *Myrmica* Latr. *Boll. Soc. Adr. Sci. Nat., Trieste*, **29**: 114.
- GREGG, R. E., 1961. The status of certain myrmicine ants in western North America, with a consideration of the genus *Paramyrmica* Cole (Hymenoptera: Formicidæ). *Jour. N.Y. Ent. Soc.* **69**: 209-220.
- SMITH, M. R., 1943. Ants of the genus *Tetramorium* in the United States with the description of a new species. *Proc. Ent. Soc. Wash.* **45**: 1-5.

LA REINE DE *DORYLUS (ANOMMA) KOHLI* WASMANN
(HYMENOPTERA : FORMICIDAE)

J.K.A. VAN BOVEN

Institut de Zoologie de l'Université de Louvain, Belgique.

Résumé

L'auteur décrit la femelle de *Dorylus (Anomma) kohli* et la compare aux femelles des formes voisines. Il donne une table d'identification de ces formes et une liste de leurs synonymes.

Abstract

The femelle of *Dorylus (Anomma) kohli* is described and compared with females of nearer forms. A key to the females of these forms is given together with a list of their synonyms.

Le Révérend Père A. Raignier m'a généreusement offert une reine de *Dorylus (Anomma) kohli* Wasmann; il la détterra lui-même, ensemble avec des ouvrières à Mayidi (République du Congo), le 27 février 1959.

Kohli fut décrite par Wasmann en 1904. La description est basée sur 6 ouvrières media et minor, originaires de St-Gabriel (Stanleyville, Congo) et recueillies par H. Kohl.

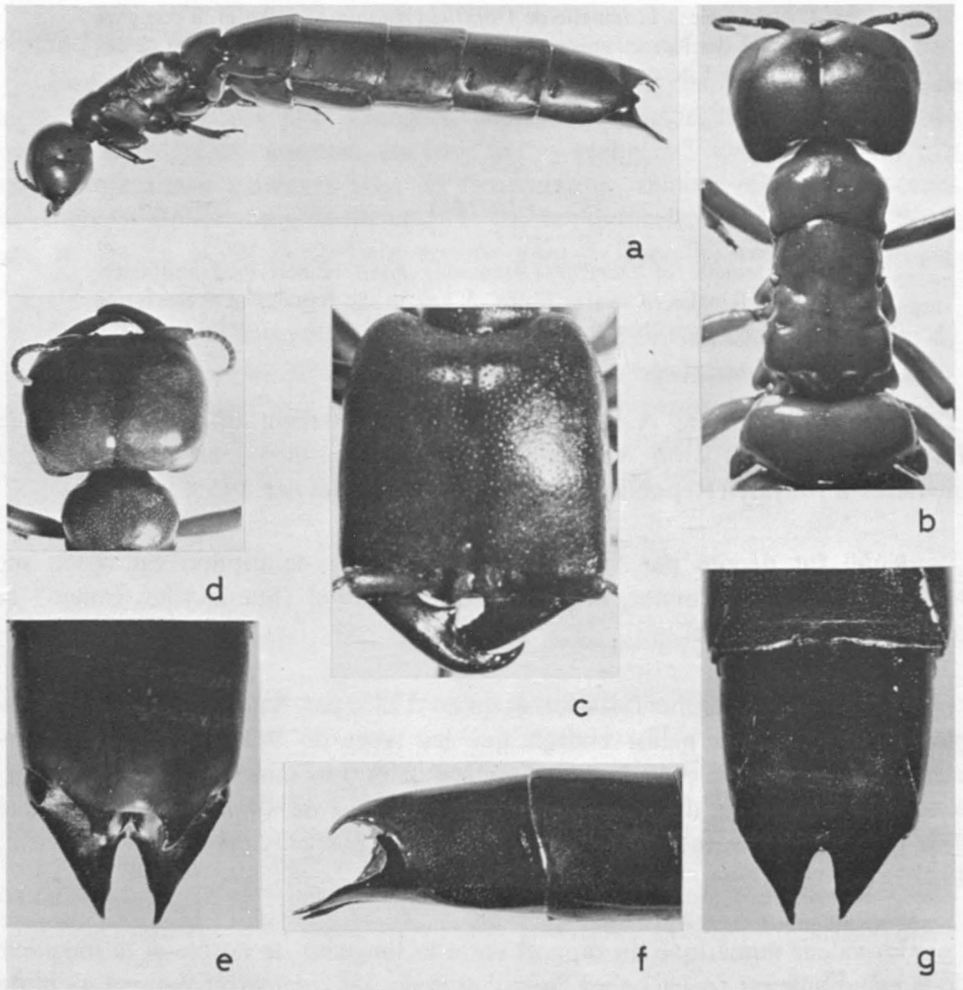
L'ouvrière major ne fut décrite qu'en 1921 par Santschi sur des exemplaires provenant du même endroit que les types de Wasmann. Elle est caractérisée par une tête plus ou moins rectangulaire. Les mandibules sont courbes, semi-mates et ornées d'une dent basale. La couleur de *kohli* est la même que celle de *congolensis*, mais la sculpture en est un peu plus mate (teste Santschi, 1921).

La valeur numérique du rapport entre la longueur de la tête et la longueur de la mandibule est de 1,67 chez l'ouvrière major de *kohli* (voir figure 1,c) et de 1,83 chez l'ouvrière major de *congolensis*.

Description de la reine (figure 1)

Tête plus large à l'avant qu'à l'arrière. la largeur maximale étant située avant le milieu. Les angles occipitaux sont relativement grands, obtus et rentrants; ils ont la même teinte que le reste de la tête.

Le vertex et l'occiput portent une tache triangulaire et noirâtre, dont le sommet est orienté vers l'avant (caractéristique qui se rencontre chez toutes les reines *Anomma*). L'aire frontale est triangulaire, satinée, noire, à la base irrégulière. Le clypéus est satiné, noir rougeâtre, à ponctuation fine et couvert à la base de quelques longs poils. Le sillon frontal très prononcé, divise le crâne en deux moitiés. Les arêtes frontales, enfumées, portent à leur extrémité antérieure une saillie triangulaire, saillante. Le scape, arqué à la base, est rela-



tivement court et épais; le rapport entre la largeur de la tête et la longueur du scape est de 3,21; le funicule compte 10 articles, qui tous portent des menus poils dressés.

Absence d'yeux à facettes; seule une très petite fossette allongée, superficielle en marque l'emplacement; les ocelles sont rudimentaires; tandis que l'ocelle central n'est plus qu'une faible impression, les deux autres sont extrêmement indistinctes.

Les mandibules sont falciformes, larges à la base, ils s'amincissent insensiblement; leur bord intérieur est lisse et garni de poils dressés.

Le thorax est relativement étroit, n'ayant guère plus de la moitié de la largeur de la tête. Seule la suture pro-mésototale est nettement tracée. Le mésototum est plus long au centre que sur les côtés; sa suture antérieure en arc concave, sa suture postérieure en arc convexe. Le métanotum est étroit; il a la même couleur que le reste du thorax; une petite fossette rugueuse se trouve au milieu de sa suture antérieure; vu du côté gauche, le métanotum présente une trace rudimentaire d'aile. L'épinothorax est plus ou moins rectiligne, un peu

FIGURE 1. *Dorylus (Anomma) kohli* Wasmann, morphotype. République du Congo, Mayidi, 27/II/1959, A. Raignier leg. (Coll. van Boyen, 2517).

- a. La reine, vue latérale. Les derniers articles des tarsi sont absents à toutes les pattes. Les stigmates abdominaux sont oblongs et étroits. Le gaster représente 64% de la taille. Taille environ de 29,5 mm.
- b. La reine, détails de la tête, du thorax et du péthole. Le sillon frontal, divisant la tête en deux lobes, est très visible. L'épinothorax est un peu plus large que le pronotum; seule la suture promésototale est bien marquée. Les angles postérieurs du péthole sont divergents et plus ou moins pointus.
- c. Tête de l'ouvrière major. La tête est plus ou moins rectangulaire avec une ponctuation très éparse. Le rapport entre la longueur de la tête et la longueur de la mandibule est de 1,67.
- d. Tête de la reine, vue d'en haut. Les bords latéraux sont convexes; le scape est relativement court; les mandibules falciformes; les angles occipitaux rentrants.
- e. La reine, l'hypopygium vu d'en haut. A l'avant, les bords latéraux sont repliés vers le haut et se terminent en une saillie pointue.
- f. Pygidium de la reine, vu latéralement. Les deux dents du bord postérieur de l'épipygium sont dirigées vers le bas. L'hypopygium est incliné obliquement vers le bas (caractère du sous-genre *Anomma*).
- g. L'hypopygium de la reine, vu ventralement. La fente médiane est large et triangulaire; les ailes de l'hypopygium se terminent en angle aigu.

élargi sur les côtés et plus large que le reste du thorax; son bord postérieur est rectiligne sur les côtés et convexe au milieu.

Vu de côté, le pro- et métanotum portent un petit stigmaté ovale, tandis que le stigmaté de l'épinotum est grand et oblong. Les sutures entre le pro-, méso-, et métasternum et les coxæ portent une rangée de poils de couleur d'or.

Les derniers articles des tarsi font défaut à toutes les pattes.

Le pétiole est plus large que long, beaucoup plus large en arrière qu'en avant; son bord antérieur légèrement concave; les bords latéraux sont faiblement convexes et prolongés en arrière en une forte dent divergente, plus ou moins pointue; le bord postérieur très convexe au centre. Vu de côté, le pétiole porte un stigmaté nettement oblong.

Gastre allongé et large, ayant cinq segments visibles; la partie basale du premier segment porte en son milieu une échancrure légèrement triangulaire.

Le bord postérieur de l'épipygium, déprimé en son centre, porte une échancrure semicirculaire, prolongée vers l'arrière par deux saillies triangulaires, dirigées vers le bas.

L'hypopygium plus allongé que l'épipygium, porte au centre une incision large et triangulaire, qui pénètre environ jusqu'à mi-profondeur; les ailes de l'hypopygium se terminent en angle aigu; vu de dessous, l'hypopygium a la forme d'une lame large, assez rétrécie en arrière et divisée longitudinalement par la fente médiane; vue d'en haut la face supérieure de l'hypopygium n'est que partiellement visible, puisqu'elle est à moitié recouverte par l'épipygium.

A l'avant, les bords latéraux sont repliés vers le haut et se terminent en une saillie pointue. Les deux crêtes longitudinales centrales sont peu élevées; elles surgissent à la base de l'incision et forment avec les bords latéraux deux sillons larges et plats. Ces deux crêtes centrales se relèvent au bord antérieur en pointes saillantes, dirigées vers l'extérieur. Vu de côté, l'hypopygium forme une plaque orientée vers le bas (caractère propre au sous-genre). Chaque segment du gastre est muni d'un stigmaté oblong et étroit.

Tête et thorax (sauf l'inclinaison noire brun de l'épinotum) rouge clair à rouge brun, gastre mordoré (les bords apicaux plus foncés); l'hypopygium rouge brun foncé; les antennes et les pattes jaunes, à l'exception des tharses, tachetés de noir.

Tête, thorax et gastre à ponctuation espacée, satinés, hormis l'hypopygium qui est mat.

La tête, le thorax et l'abdomen sont glabres, sauf le clypéus, le funicule, le bord intérieur des mandibules et les sutures coxales.

Longueur près de 29,5 mm; tête longue de 3,3 mm et large de 4,2 mm; thorax long de 5,3 mm et large de 2,9 mm; pétiole long de 1,9 mm et large de 4,4 mm; gastre long de 18,6 mm et large de 6,3 mm; longueur de l'hypopygium 2,8 mm.

Comparaison avec d'autres reines *Anomma* (tableau I)

On retrouve toutes les caractéristiques du sous-genre *Anomma* chez la reine de *kohli*, car l'épinotum est plus large que le pronotum, l'épipygium est échancré en demi-cercle et l'hypopygium est plus large à la base qu'à l'extrémité apicale, tandis que, vu de côté, il est orienté vers le bas.

S'il est vrai que la reine de *kohli* présente une ressemblance étroite avec celle de *Dorylus nigricans burmeisteri* var. *molestus*, elle en diffère pourtant par des caractères propres.

DES DIFFÉRENCES AVEC *molestus*

- a. Chez *kohli*, le sillon frontal est profond et court du sommet de l'aire frontale jusqu'au vertex; elle divise le crâne en deux moitiés. Chez *molestus*, le sillon frontal n'est profond que jusqu'à l'ocelle central; superficiel sur le vertex et l'occiput.
- b. Les mandibules de *kohli* s'amincissent insensiblement, celles de *molestus* s'amincissent rapidement un peu avant leur milieu.
- c. La suture entre métanotum et épinotum est vague chez *kohli* et nettement tracée chez *molestus*.
- d. Le bord antérieur du pétiole est légèrement concave chez *kohli* et convexe chez *molestus*.
- e. Chez *kohli* l'épipygium fait saillie en arrière et son bord postérieur porte au milieu une échancrure semicirculaire, munie de chaque côté d'une épine saillante, orientée vers le bas. Le bord postérieur de l'épipygium de *molestus*, peu profondément échancré en demi-cercle, est simplement concave; il ne porte pas de dents aux extrémités.

TABLEAU I
 Comparaison entre les reines du sous genre *Anomma*.(x)

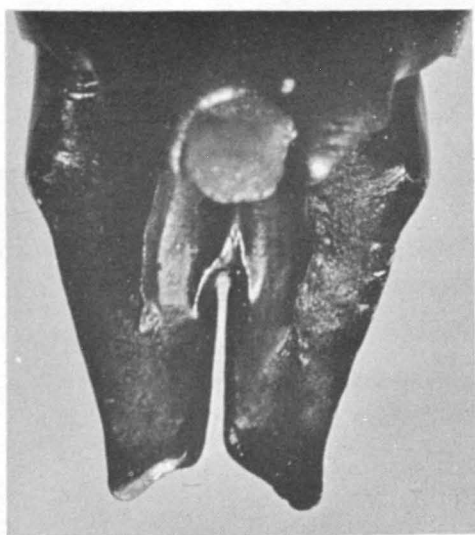
	<i>kohli</i>	<i>molestus</i>	<i>wilverthi</i>	<i>burmeisteri</i>	<i>sjöstedti</i>
longueur de la tête	3,3	3,3	4,3 — 5,0	3,9 — 4,4	3,8 — 4,2
largeur de la tête	4,2	4,2	5,8 — 7,0	5,4 — 5,9	5,3 — 6,0
longueur de la mandibule	2,0	1,9	3,0 — 3,4	2,8 — 2,9	2,9 — 3,2
longueur du scape	1,3	1,2	1,8 — 2,1	1,7 — 1,9	1,7 — 2,0
largeur du pronotum	2,7	2,7	3,7 — 4,1	3,3 — 3,5	3,2 — 3,6
largeur de l'épinothum	2,9	3,1	3,9 — 4,6	3,5 — 3,8	3,5 — 3,9
longueur du pétiole	1,9	1,8	2,3 — 3,0	1,9 — 2,2	2,2 — 2,5
largeur du pétiole	4,4	5,1	7,0 — 7,7	5,7 — 6,1	6,1 — 6,7
rayon de l'épipygium	0,7	0,3	0,9 — 1,3	0,9 — 1,1	0,9 — 1,0
diamètre de l'épipygium	1,0	1,1	1,6 — 1,9	1,4 — 1,7	1,3 — 1,5
longueur de l'hypopygium	2,8	4,1	5,7 — 6,6	4,4 — 5,5	4,7 — 5,5
largeur de l'hypopygium	4,0	4,3	5,5 — 6,2	4,9 — 6,2	4,9 — 6,0
largeur de l'hypopygium à la base de l'incision	3,1	3,0	3,9 — 5,0	3,9 — 4,7	3,8 — 4,6
longueur de l'incision	1,7	2,2	3,4 — 4,1	3,0 — 3,3	3,2 — 3,3
longueur du gastre	18,6	20,0	26,0 — 41,5	25,0 — 35,0	29,0 — 33,0
taille	29,5	31,0	41,0 — 58,0	38,0 — 54,0	43,5 — 46,0

(x) Toutes les mesures sont exprimées en mm. Pour *wilverthi*, *burmeisteri* et *sjöstedti*, nous avons donné les valeurs extrêmes de respectivement 11, 4 et 2 reines.

- f. Les ailes de l'hypopygium se terminent en angle aigu chez *kohli* et elles sont tronquées chez *molestus* (voir figure 2b).
- g. Vu d'en haut, l'hypopygium de *kohli* n'est que partiellement visible, tandis que l'hypopygium de *molestus* est presque intégralement visible.

DES DIFFÉRENCES AVEC *wilverthi*, *burmeisteri* et *sjöstedti*.

- a. La largeur maximale de la tête est située avant le milieu chez *kohli* (et chez *molestus*) et au milieu chez *wilverthi* et le groupe *nigricans*.
- b. Chez *kohli*, comme chez *molestus*, les mandibules sont courtes; chez *wilverthi* et le groupe *nigricans*, elles sont longues. En effet, nous trouvons pour le rapport entre la longueur de la tête et la longueur de la mandibule 1,64 chez la reine de *kohli*, 1,70 chez la reine de *molestus* et 1,30- 1,55 chez les reines de *wilverthi* et le groupe *nigricans*.
- c. Le bord antérieur du pétiote est concave chez *kohli* et convexe chez *wilverthi* et le groupe *nigricans*.
- d. La fente médiane de l'hypopygium est large chez *kohli* et *molestus*, étroite chez *wilverthi* et le groupe *nigricans*.
- e. Les ailes de l'hypopygium chez *wilverthi* et le groupe *nigricans* — comme chez *molestus* — sont tronquées; elles se terminent en angle aigu chez *kohli*.



a



b

FIGURE 2. L'hypopygium, vu d'en haut.

- a. *Dorylus nigricans sjöstedti* Emery. Côte d'Ivoire, Lamto (Toumodi), 20/VI/1962, R. Vuattoux leg. (Coll. J. Levieux).
- b. *Dorylus nigricans burmeisteri* var. *molestus* Mayr. Niarembe, Ituri, République du Congo, 1935, Ch. Scops leg. (Coll. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren).

Table d'identification des femelles

En réunissant toutes les données, nous sommes en état de dresser un tableau dichotomique des reines du sous-genre *Anomma*.

1. Le sillon frontal court du sommet de l'aire frontale jusqu'à l'occiput et partage la tête en deux hémisphères. L'échancrure de l'épipygium est profonde et pourvue d'épines saillantes sur les côtés 2
 Le sillon frontal court du sommet de l'aire frontale jusqu'à l'ocelle central et ne partage pas la tête en deux hémisphères. L'échancrure de l'épipygium n'est ni profonde, ni pourvue de dents saillantes sur les côtés *molestus*
2. Le bord antérieur du pétiote est convexe. La fente médiane de l'hypopygium est étroite. Les crêtes longitudinales centrales surgissent environ à mi-longueur de l'hypopygium. Vu d'en haut, l'hypopygium est entièrement visible et ses ailes sont tronquées (voir figure 2,a). Taille plus grande que 40 mm 3
 Le bord antérieur du pétiote est légèrement concave. La fente médiane de l'hypopygium est large et triangulaire. Les crêtes longitudinales centrales surgissent à la base de l'incision. Vu d'en haut, l'hypopygium n'est que partiellement visible et ses ailes se terminent en angle aigu (voir figure 1,e). Taille plus petite que 31 mm *kohli*
3. Les angles occipitaux sont nets et divergent vers l'extérieur. L'hypopygium est souvent plus long que large *wilverthi*
 Les angles occipitaux sont plus ou moins nets et rentrants. L'hypopygium est souvent plus large que long le groupe *nigricans*

Synonymie

Enfin, nous avons dressé une liste des femelles du sous-genre *Anomma* connues et décrites jusqu'à présent, en indiquant la synonymie.

1) *Dorylus wilverthi* Emery.

- ANDRÉ, 1900, 364 - 368 (*Anomma nigricans* Ern. André nec Illiger ♀).
 STRAND, 1911, 118 - 120 (*Dorylus nigritarsis*).
 FOREL, 1912, 176 - 177 et 181.
 SANTSCHI, 1935, 254-256 (*Dorylus nomadas* Santschi).
 RAINIER & BOVEN VAN, 1955, 86 - 93.

2) *Dorylus nigricans burmeisteri* Emery

- RAINIER & BOVEN VAN, 1955, 93 - 98 et pag. 103 (?)

3) *Dorylus nigricans burmeisteri* var. *molestus* Mayr

- WATERHOUSE, 1907, VI - VII (*Dorylus Anomma?*)
 FOREL, 1912, 177 - 178 et 181, (*Dorylus nigricans* Forel nec Illiger ♀).
 MENOZZI, 1927, 263 - 266 (*Dorylus nigricans* var. *molesta* Gerst.)
 RAINIER & BOVEN VAN, 1955, 103 - 106.

- 4) *Dorylus nigricans sjöstedti* Emery
 ? ARNOLD, 1953, 141 - 142 (*Dorylus nigricans* var. *molesta*).
 RAIGNIER & BOVEN VAN, 1955, 98 - 102.
- 5) *Dorylus nigricans sjöstedti* var. *rufescens* Emery.
 SANTSCHI, 1915, 247 - 248 (*Dorylus nigricans* st. *rufescens* Wasman).
- 6) *Dorylus nigricans sjöstedti* var. *sjöstedti-wilverthi* (Wasm.)
 RAIGNIER & BOVEN VAN, 1955, 102 - 103.

Références

- ANDRÉ, E., 1900, Sur la femelle probable de l'*Anomma nigricans* Ill. (Hyménoptère). *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, **5**, 364 - 368.
- ARNOLD, G., 1953, Notes on a female *Dorylus* (*Anomma*) *nigricans* Ill., taken with workers. *Journ. ent. Soc. S. Africa*, **16**, 141-142.
- FOREL, A., 1912, Die Weibchen der "Treiberameisen" *Anomma nigricans* Illiger und *Anomma wilverthi* Emery, nebst einigen enderen Ameisen aus Uganda. *Mitt. Naturhist. Mus. Hamb.*, **29**, 173-181.
- MENOZZI, 1927, Zur Kenntnis des Weibchens von *Dorylus* (*Anomma*) *nigricans* var. *molestus* Gerst. (*Hymenoptera - Formicidæ*). *Zool. Anz.*, **70**, 263-266.
- RAIGNIER, A., & BOVEN, J. VAN, 1955, Étude taxonomique, biologique et biométrique des *Dorylus* du sous-genre *Anomma* (*Hymenoptera - Formicidæ*). *Ann. Mus. R. Congo Belge Tervuren, Nouv. Sér.*, **2**, 1-359.
- SANTSCHI, F., 1915, Nouvelles fourmis d'Afrique. *Ann. Soc. Entom. France*, **84**, 244-282.
- SANTSCHI, F., 1921, Quelques nouveaux Formicides africains. *Ann. Soc. Entom. Belge*, **61**, 113-122.
- SANTSCHI, F., 1935, Fourmis du Musée du Congo Belge. *Rev. Zool. Bot. Afric.*, **27**, 254-285.
- STRAND, E., 1911, Ein bisher unbekanntes Dorylidenweibchen aus Kamerun. *Jahrb. Nassau. Ver. Nat. Wiesbaden*, **64**, 118-120.
- WASMANN, E., 1904, Zur Kenntniss der Gäste der Treiberameisen u. ihrer Wirthe am obern Congo. *Zool. Jahrb. Abt. Syst.*, **17**, 611-682.
- WATERHOUSE, C., 1907, Female of genus *Dorylus*. *Proc. Entom. Soc. London for the year 1907*, VI-VII.

AESHNA CLEPSYDRA (SAY) ODONATA : AESHNIDAE)
AU QUÉBEC

LUC FERNET et JEAN-GUY PILON

Département des Sciences biologiques, Faculté des Sciences,
Université de Montréal.

Résumé

Après une brève revue des principales listes d'Odonates publiées au Québec jusqu'à ce jour, nous apportons les précisions nécessaires relatives à la capture d'*Aeshna clepsydra* (Say), première mention pour le Québec. Nous donnons ensuite une brève description des caractères distinctifs de l'espèce ainsi que sa distribution en Amérique du Nord.

Abstract

After a review of the main lists of Odonata of Quebec, precisions are brought about the capture of a new addition to the fauna of Quebec, *Aeshna clepsydra* (Say). A brief description of the distinctive morphological characteristics of the species is then given along with its distribution in North America.

Introduction

Nous connaissons actuellement quatre listes d'Odonates du Québec en plus de plusieurs listes régionales. La première nous est fournie par Provancher (1876a et b, 1877) qui décrit les Odonates de sa propre collection, rendant ainsi officielles une quarantaine d'espèces pour le Québec. Fyles (1901) publia une liste des Anisoptères du Québec au début du siècle et Walker (1934) établissait un peu plus tard une liste des 121 espèces d'Odonates alors connues dans la province. Robert (1963) publia par la suite une nouvelle liste portant le nombre d'Odonates pour l'ensemble du territoire québécois à 131.

Aeshna clepsydra au Québec

Le 25 août 1966, M. Gilles Gravel du club des « Jeunes Explos » de Joliette, P.Q., captura un imago mâle d'*Aeshna clepsydra* au lac Noir, Saint-Jean-de-Matha, Comté de Joliette. Ce spécimen est une première mention pour

le Québec et est conservé dans la collection d'insectes du Département des Sciences Biologiques de l'Université de Montréal. Needham et Westfall (1955) n'incluent pas le Québec dans l'aire de distribution de cette espèce alors que Walker (1958) précise que: « it appears to be very rare in Ontario and has never been reported from Quebec ». Robert (1963) ne mentionne pas non plus cette espèce pour le Québec.

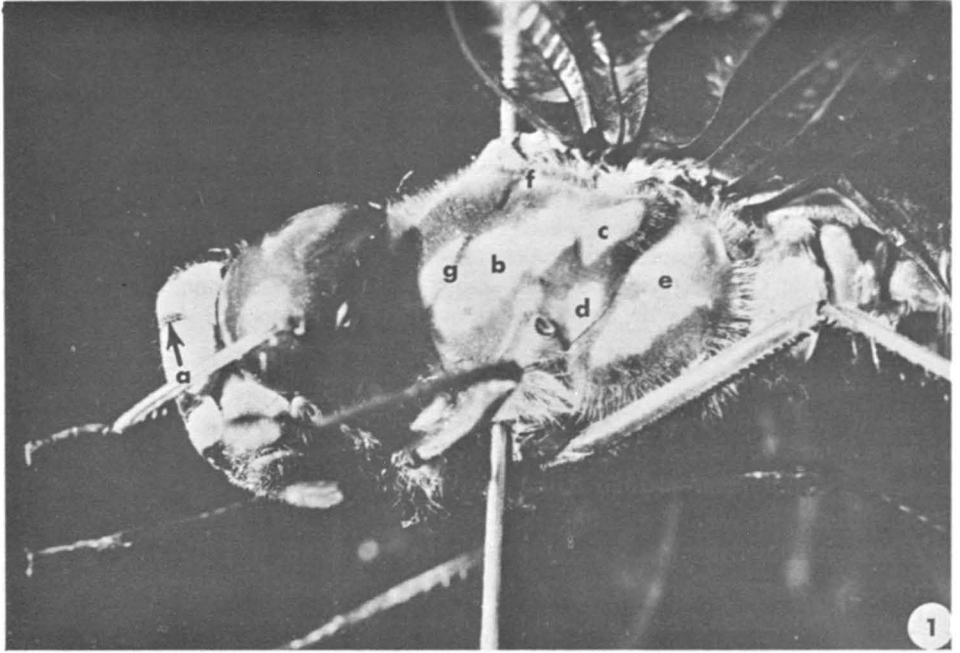
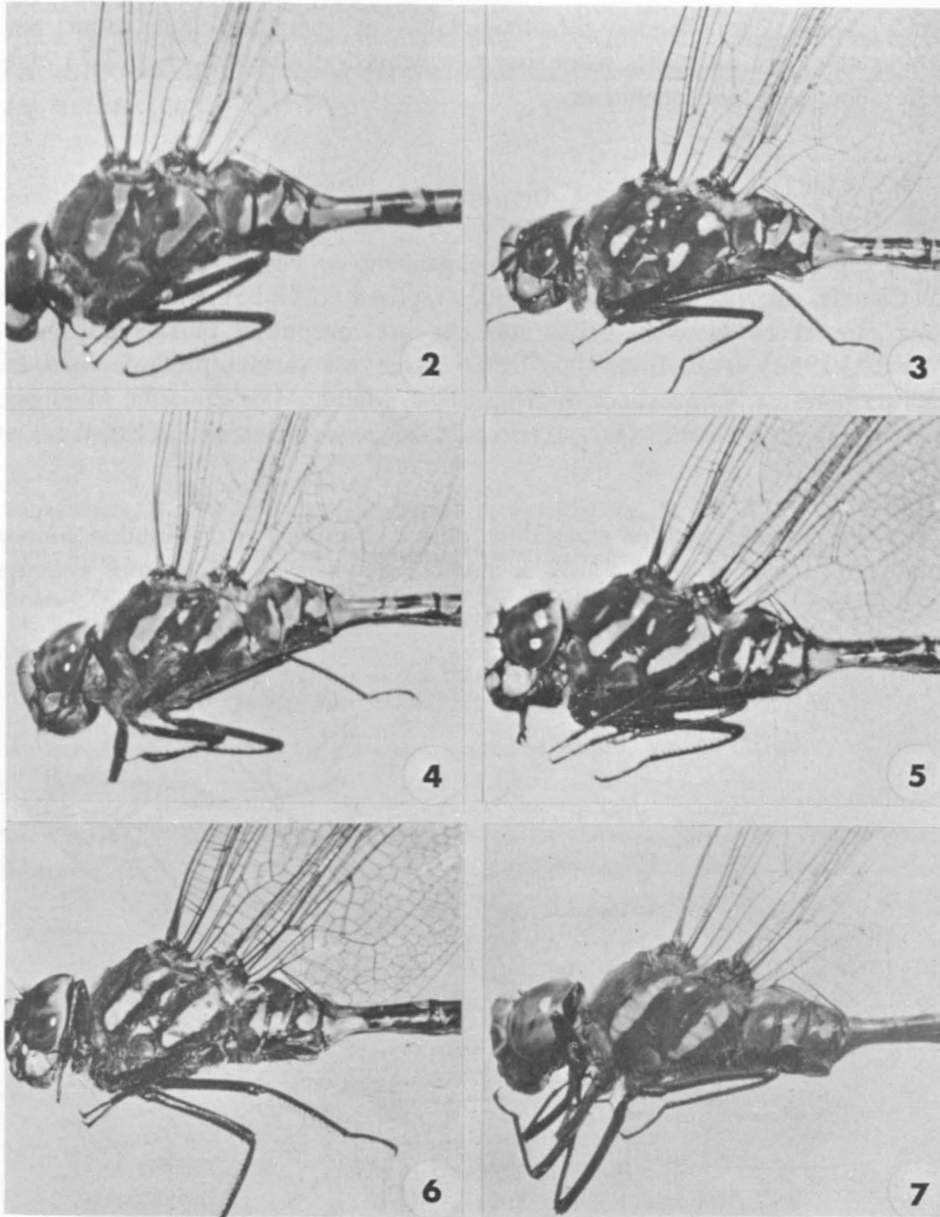


FIGURE 1. Vue latérale du thorax d'*Aeshna clepsydra* (Say): a, suture fronto-clypéale; b, bande mésothoracique; c, tache supérieure; d, tache inférieure; e, bande métathoracique; f, projection antérieure de la bande mésothoracique; g, suture mésopleurale.

Description des caractères distinctifs de l'espèce

Aeshna clepsydra se distingue facilement des autres *Aeshna* par le dessin compliqué que forment les bandes pâles mésothoracique et métathoracique, ainsi que par la grandeur des taches pâles entre ces bandes thoraciques. De plus, la suture fronto-clypéale noire, large au centre de la face, devient très étroite sur les côtés (Fig. 1a).

Le thorax brun, couvert de soies brun clair, porte deux larges bandes latérales bleu verdâtre. La bande mésothoracique (Fig. 1b), large à la base, se termine par une projection antérieure près de la base des ailes (Fig. 1f).



FIGURES 2-7. Vue latérale du thorax de six autres espèces d'*Aeshna*: 2, *Aeshna eremita*; 3, *Aeshna interrupta*; 4, *Aeshna canadensis*; 5, *Aeshna subarctica*; 6, *Aeshna juncea*; 7, *Aeshna tuberculifera*.

Cette bande est interrompue dans sa partie inférieure par une suture méso-pleurale, (Fig. 1g). La bande métathoracique (Fig. 1e), forme un triangle très large dans sa partie supérieure. Entre ces deux bandes thoraciques, deux taches pâles (Fig. 1c et d), sont un critère distinctif par leurs dimensions, la tache supérieure étant confluyente avec la bande mésothoracique. Chez les autres *Aeshna*, les bandes mésothoraciques et métathoraciques sont plus étroites alors que les taches pâles sont très petites ou absentes (Fig. 2-7) et la tache supérieure non confluyente.

Distribution

L'espèce *Aeshna clepsydra* est typiquement de l'est américain (Fig. 8). Au Canada, elle fut capturée à quelques reprises en Ontario où elle demeure assez rare et en Nouvelle-Écosse où elle est rencontrée plus fréquemment (Walker, 1958). Aux États-Unis, cette espèce est surtout présente dans les états du nord-est: Connecticut, Indiana, Iowa, Maine, Massachusetts, Michigan, New Jersey, New-York, Ohio, Wisconsin et New Hampshire (Needham et Westfall, 1955).

Cette nouvelle mention étend donc plus vers le nord la distribution connue pour cette espèce et porte à 132 le nombre des espèces d'Odonates connus au Québec.

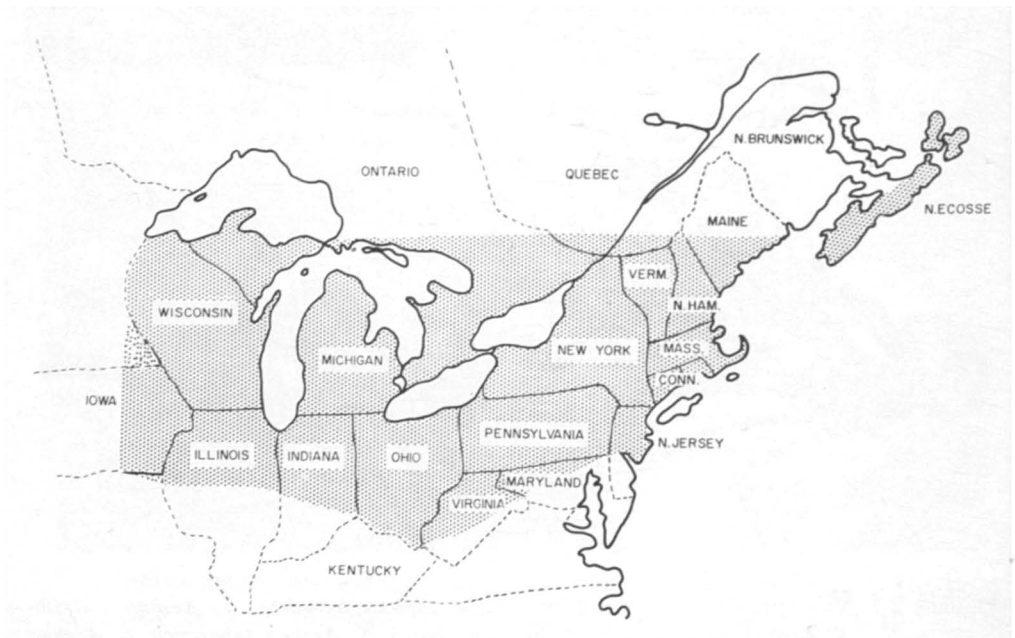


FIGURE 8. Répartition géographique d'*Aeshna clepsydra* (Say) en Amérique du Nord.

Remerciements

Nous remercions M. Gilles Gravel pour sa collaboration en nous faisant parvenir le spécimen et M. Denis Rivard pour avoir attiré notre attention sur cette capture. MM. Claude Gariépy et Jean Garneau ont réalisé le travail de photographie. Nous remercions également M. Léo Brassard qui a bien voulu relire ce manuscrit. Ce travail entre dans le cadre d'un projet de recherche sur les Odonates du Québec, supporté par une subvention du Conseil National des Recherches.

Références

- FYLES, T. W., 1901, The dragonflies of the Province of Quebec. *Ann. Rept. Ent. Soc. Ont.*, **31**: 52-56.
- NEEDHAM, J. G., and M. J. WESTFALL., 1955, Dragonflies of North America. Univ. of Calif. Press. Berkeley and Los Angeles. 615 pp.
- PROVANCHER, L., 1876a. Petite faune entomologique du Canada. *Naturaliste can.*, **8**: 309-15.
- PROVANCHER, L., 1876b. Faune canadienne. *Naturaliste can.*, **8**: 321-27.
- PROVANCHER, L., 1877. Faune canadienne. *Naturaliste can.*, **9**: 38-43; 84-90.
- ROBERT, A., 1963, Les libellules du Québec. Service de la Faune du Québec, *Bull. No. 1*. 223 pp.
- WALKER, E. M., 1934, A preliminary list of the insects of the Province of Quebec. Odonata Part 4. *Rept. Quebec Soc. Prot. Plants*, **26**: 3-12.
- WALKER, E. M., 1958, The Odonata of Canada and Alaska. Vol. II. University of Toronto Press. 313 pp.

LES FOURMIS DE LA DRÔME ET DES BASSES-ALPES,
EN FRANCE

(HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

CHARLES GASPAR

*Laboratoire de Zoologie générale — Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat,
Gembloux (Prof. J. Leclercq). Belgique.*

Résumé

L'étude myrmécologique de deux régions oro-méditerranéennes du Sud-Est de la France a mis en évidence l'existence de 42 espèces. De plus l'analyse par des voies différentes des peuplements myrmécologiques de la Drôme et des Basses-Alpes montre qu'on ne peut considérer les deux faunes comme interchangeables; chacune constitue une entité bien distincte tant sous le rapport du nombre d'espèces que par le patron statistique.

Des investigations portant sur 10 types d'associations végétales des Basses-Alpes ont mis en évidence une faune caractéristique pour 7 d'entre elles.

De même une étude sur la variation de la faune myrmécologique suivant l'altitude a permis de trouver des groupements caractéristiques pour des étages préalablement définis et s'échelonnant de 0 à 2500 mètres.

Abstract

The ant fauna of two mediterranean mountain regions in south-eastern France include 42 species. Analysed by two different methods the ant communities of these two regions, Drôme and Basses-Alpes, appear to be not interchangeable; according to species number ratio and to statistic pattern they are two distinct communities.

Seven of ten typical plant associations of the Basses-Alpes that were sampled have a defined ant fauna.

For chosen altitudinal levels ranging from 0 to 2,500 metres exist characteristic communities as stressed out by a study of the variation of the ant fauna.

Introduction

«Les problèmes posés à propos de la répartition des organismes dans l'espace et dans le temps doivent être traités avec des méthodes différentes selon la nature de chacun d'eux et selon la sorte d'organismes en cause. Dans chaque cas il faut faire les observations et les examiner synoptiquement, choisir un cadre spatial approprié » (Leclercq 1968).

Le but de cette étude myrmécologique de deux départements de France est de mettre en pratique les idées énoncées par le Professeur J. Leclercq et reprises ci-dessus.

Nous ne reviendrons pas sur les explications qui montrent que les biogéographes doivent choisir un cadre spatial bien défini, c'est-à-dire une région, que celle-ci est le trait d'union entre l'écologie, qui étudie des biotopes bien tranchés et la biogéographie qui a pour but la répartition des Vertébrés et Invertébrés au niveau du globe; en effet cette mise au point a été réalisé par Leclercq (1968, 1968b).

Nous attirerons seulement l'attention sur le fait que la région doit être avant tout une région naturelle et non une région rurale, historique ou industrielle. Par région naturelle, nous entendons soit la région telle qu'elle est définie dans les manuels de géographie, soit une région que l'on définit en se basant simultanément ou séparément sur des facteurs climatologiques, géologiques ou floristiques (Gounot 1958).

Notre problème est en effet de connaître non seulement la distribution, les mœurs et l'écologie des fourmis dans les régions ainsi définies, mais encore leur rôle dans différents biotopes et de mettre en évidence des groupements de fourmis avec des habitats préalablement définis. Ces groupements ne sont valables que pour la région étudiée (Duvigneaud 1946); de plus ils doivent être considérés comme un rassemblement plus ou moins durable d'espèces ayant les mêmes exigences vis à vis des conditions climatiques d'un milieu (Grassé 1929); ils ne sont donc pas liés à un type phytosociologique, pédologique ou géologique mais bien au microclimat engendré.

C'est pourquoi il est primordial que la région délimitée subisse les mêmes conditions macroclimatiques sur toute son étendue. Dans ce cadre il est possible d'étudier les mœurs et l'écologie des Invertébrés et de définir des groupements sur la base d'espèces caractéristiques fidèles à des conditions écologiques plus ou moins directement appréciables. A côté de ces espèces caractéristiques, se trouvent un grand nombre d'espèces compagnes plus ou moins indifférentes aux conditions du milieu considéré, car elles trouvent dans la région des conditions climatiques propices à leur installation.

Par contre si nous considérons une région hétérogène au point de vue climatique ou si l'on s'éloigne de plus en plus de la région initiale, le remplacement des facteurs ou la disparition des espèces, du fait que la nouvelle région se trouve en dehors de leur aire de distribution, jouent un rôle de plus en plus important. Les espèces caractéristiques changent de biotopes, les autres se trouvent dans un milieu moins favorable, se spécialisent et deviennent à leur tour caractéristiques. On se trouve alors devant des espèces ayant toutes une certaine signification écologique, mais se groupant et réagissant différemment suivant la région considérée.

Dans le travail préliminaire que nous exposons ici, nous envisageons les peuplements de Formicides de deux régions naturelles, la Drôme et les Basses-Alpes, dans le Sud-Est de la France, au pied des Alpes.

Méthode de travail sur le terrain

Plusieurs méthodes s'offrent aux chercheurs lorsque l'on veut établir l'inventaire faunistique d'une région.

Le plus souvent on établit sur une base qualitative la distribution des Arthropodes d'une région donnée (Amiet 1961a, Loksa 1966, Leclercq 1968). Plusieurs auteurs se sont attachés à faire de tels inventaires en n'étudiant que la famille des Formicides, tels sont les travaux, entre autres, de Wheeler G. *et al.* 1944, 1963, Talbot 1934, Soulié 1962, Petal 1961, Ovozza 1954, Gaspar 1964, 1966, Cagnant 1966, Gösswald 1932, Pisarski 1953).

Une deuxième méthode consiste à étudier un ou plusieurs biotopes bien caractérisés au point de vue écologique et d'en faire l'inventaire faunistique, tels sont les travaux de Werner 1927, Leloup et Jacquemart 1963, Lebrun 1965, Bernard 1936, Amiet 1961, 1961b, Gaspar 1967, 1968, Gaspar *et al.* 1968a, 1968b, Galoux 1953.

Notons que l'inventaire uniquement myrmécologique de biotopes préalablement définis du point de vue climatologique, pédologique ou phytosociologique a fourni une nombreuse littérature parmi laquelle nous relevons les travaux de Westhoff *et al.* 1942, Wengris 1948, Petal 1963, Levieux 1966, Kramer *et al.* 1950, Gaspar 1965, 1966, Galle 1965, 1966, Francœur 1965, 1966, Delye 1961, 1964, Brian *et al.* 1965, 1966, Brian 1964, Bernard 1945, Béique *et al.* 1966.

Nous n'envisageons pas ici les méthodes qui procurent en plus des relevés qualitatifs, le dénombrement des populations d'Arthropodes en général ou des

Formicides en particulier. Le travail que nous présentons a été orienté vers la deuxième méthode. Nous avons surtout étudié les populations de fourmis de différents biotopes, préalablement définis au point de vue phytosociologique.

Dans chaque station nous avons récolté divers Insectes, notamment des Hyménoptères, Lépidoptères et Coléoptères. Parmi les Hyménoptères, les représentants de la famille des Formicides ont retenu particulièrement notre attention. Dans chaque station, nous avons déterminé les lieux précis des prélèvements avec le souci d'obtenir des échantillons significatifs et représentatifs. Par échantillon nous entendons plusieurs individus d'une même espèce prélevés soit directement dans le nid, cas le plus fréquent, soit aux alentours immédiats du nid. Un total de 25 stations ont été prospectés, 16 dans les Basses-Alpes et 9 dans la Drôme, ce qui a permis de découvrir 42 espèces de fourmis et de rapporter 365 échantillons.

Discussion des résultats

Dans ce chapitre nous analyserons nos résultats de la manière suivante :

- a. – aperçu de la faune myrmécologique.
- b. – relation entre les groupements végétaux et les populations de Formicides dans les Basses-Alpes.
- c. – relation entre l'altitude et les populations des Formicides dans la Drôme et les Basses-Alpes.

APERÇU DE LA FAUNE MYRMÉCOLOGIQUE

Nous considérerons d'abord la faune globalement, ensuite nous nous poserons des problèmes particuliers en relation avec l'altitude et les biotopes.

Nous supposons donc que l'échantillonnage est suffisant. La Drôme a cependant été beaucoup moins explorée que les Basses-Alpes. 42 espèces ont été dénombrées, chiffre important si on le compare à celui des espèces trouvées dans une région naturelle de Belgique (Gaspar 1964, 1966a). 17 espèces sont communes aux deux régions étudiées soit environ 40%, notons toutefois que ces 17 espèces sont les plus communes et que les autres ont été seulement trouvées dans une ou deux stations.

Le tableau I montre comment ces espèces se distribuent dans les sous-familles de Formicides et les chiffres correspondants pour une région naturelle forestière de la Belgique d'expression française (Famenne).

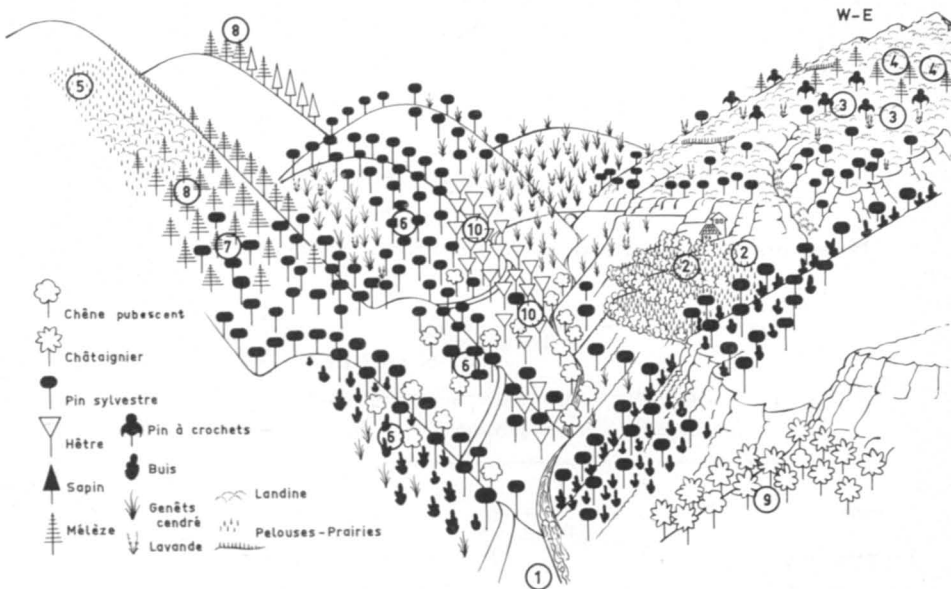


Schéma de la faune myrmécologique.

- 1.—*Formica cunicularia*, *Myrmica puerilis*, *Solenopsis fugax*, *Tapinoma erraticum*, *Formica cunicularia*; 2.—*Lasius alienus*; 3.—*Leptothorax recedens*, *Formica rufibarbis*; 4.—*Myrmica sulcinodis*, *Formica cinerea*, *Myrmica sulcinodis*; 5.—*Formica lemani*; 6.—*Lasius flavus*; 7.—*Formica pressilabris*, *Leptothorax acervorum*, *Formica pressilabris*; 8.—*Formica lugubris*, *Formica lugubris*; 9.—*Camponotus æthiops*, *Camponotus æthiops*; 10.—*Formica fusca*.

TABLEAU I

Formicides de la Drôme et des Basses-Alpes – Fréquences des sous familles.

Sous-familles	Nombre d'espèces		
	Drôme	Basses-Alpes	Famenne
<i>Formicinae</i>	12	20	15
<i>Myrmicinae</i>	10	15	11
<i>Dolichoderinae</i>	2	1	1

Le niveau sous-familles est trop général pour pouvoir caractériser les deux régions, tout au plus peut-on dire que la faune est surtout composée d'espèces de *Formicinae* et que les Basses-Alpes sont de loin les plus riches.

Mais pour mieux caractériser la faune de nos deux régions, il suffit déjà de considérer le tableau II montrant comment les espèces se distribuent dans les genres de la famille de Formicidae.

TABLEAU II

Formicidae de la Drôme et des Basses-Alpes – Fréquence des genres.

Genres	Nombre d'espèces		
	Drôme	Basses-Alpes	Famenne
<i>Formica</i>	6	10	8
<i>Tetramorium</i>	2	2	1
<i>Camponotus</i>	4	3	1
<i>Lasius</i>	2	6	6
<i>Myrmica</i>	2	4	5
<i>Tapinoma</i>	2	1	1
<i>Messor</i>	1	1	0
<i>Plagiolepis</i>	1	1	0
<i>Pheidole</i>	1	0	0
<i>Leptothorax</i>	2	5	4
<i>Aphænogaster</i>	1	0	0
<i>Solenopsis</i>	0	1	1
<i>Cremastogaster</i>	0	1	0
<i>Cataglyphis</i>	0	1	0

La faune de la Drôme et celle des Basses-Alpes sont beaucoup plus riches en genres que celles de la Famenne, ce qui est conforme au patron de la faune méditerranéenne qui est beaucoup plus riche que la faune de l'Europe atlantique Nord. On constate une forte prédominance de *Formica* et de *Lasius*, surtout dans la Drôme. Notons encore que la faune des Basses-Alpes a un patron qui est proche de celui de la Famenne pour les genres dominants, en effet on y relève dans les deux régions les genres *Formica*, *Lasius*, *Myrmica*, *Leptothorax*, alors que pour la Drôme seulement deux genres dominent, *Formica* et *Lasius*.

Cette différence peut s'expliquer par le fait que dans la Drôme, nous avons chassé relativement à plus basse altitude (0-1000 mètres) tandis que dans les Basses-Alpes nous avons chassé de 500 à 2250 mètres, et surtout au-dessus de 1000 mètres.

D'autres caractères du peuplement apparaissent si l'on porte en compte les nombres d'individus récoltés pour chaque sous-famille.

TABLEAU III

Formicides de la Drôme et des Basses-Alpes: Nombre d'échantillons par sous-famille en % de l'échantillonnage total.

Sous-familles	Drôme	Basses-Alpes	Total	Famenne
<i>Formicinae</i>	40%	72%	62%	67%
<i>Myrmicinae</i>	51%	24%	32%	28%
<i>Dolichoderinae</i>	9%	4%	8%	5%
100% =	95	220	315	1210

Le tableau III confirme plusieurs faits déjà démontrés par le tableau I. En outre, une différence supplémentaire se manifeste entre les deux régions: dans l'une la sous-famille des *Myrmicinae* est la plus importante, dans l'autre les *Formicinae* dominent.

Les caractères du peuplement des deux régions ressortent mieux encore si l'on porte en compte les nombres d'individus récoltés pour chaque genre.

Ces données exprimées en pourcentages font ressortir la nette différence qui existe entre les deux régions françaises et la Famenne. En effet, elles montrent que la faune des deux régions françaises se singularise par une communauté relativement dense de *Formica*, *Tetramorium* et *Camponotus* et par des populations faibles en *Lasius* et *Myrmica*, tandis que la Famenne se caractérise par une faune dense surtout en *Lasius*, *Myrmica* et *Formica*.

Ces données montrent encore que, comparées entre-elles, les deux régions françaises se différencient par une communauté dense de *Formica*, *Camponotus*, et relativement dense de *Lasius*, pour l'une et par une densité plus élevée en *Tetramorium*, *Formica* et *Camponotus* pour l'autre.

TABLEAU IV

Formicides de la Drôme et des Basses-Alpes: Nombre d'échantillons par genre en % de l'échantillonnage total.

Genre	Drôme	Basses-Alpes	Total	Famenne
<i>Formica</i>	17,9%	48,7%	39,4%	16,7%
<i>Tetramorium</i>	28,4%	8,6%	14,6%	6,9%
<i>Camponotus</i>	14,7%	13,1%	13,7%	0,9%
<i>Lasius</i>	7,4%	10,5%	9,5%	50,0%
<i>Myrmica</i>	4,2%	5,9%	5,4%	19,1%
<i>Tapinoma</i>	8,4%	2,7%	4,4%	4,6%
<i>Messor</i>	1,0%	3,1%	2,5%	0,0%
<i>Plagiolepis</i>	4,2%	1,8%	2,5%	0,0%
<i>Pheidol</i>	7,4%	0,0%	2,2%	0,0%
<i>Leptothorax</i>	1,0%	2,7%	2,2%	2,0%
<i>Aphænogaster</i>	5,3%	0,0%	1,6%	0,0%
<i>Solenopsis</i>	0,0%	1,4%	1,0%	0,1%
<i>Cremastogaster</i>	0,0%	0,9%	0,6%	0,0%
<i>Cataglyphis</i>	0,0%	0,5%	0,3%	0,0%
100% =	95	220	315	1210

Après cet aperçu global de la faune des deux régions françaises, il est logique de tenter une mise en évidence des différences spécifiques entre les populations de ces deux régions.

Pour classer les espèces de Formicides que nous avons récoltées, nous utilisons deux critères, à savoir: le nombre de stations où l'espèce a été trouvée et le nombre d'échantillons par espèce. Le premier critère donne une mesure objective de la fréquence de l'espèce dans la région étudiée tandis que le second nous renseigne sur la densité des populations de chaque espèce. Le tableau V montre comment se classent les 42 espèces, selon les deux critères envisagés.

Les deux critères concordent pour désigner *Tetramorium cæspitum* en tant qu'espèce dominante, aussi bien en Drôme que dans les Basses-Alpes. Ce résultat est différent de celui obtenu lors de l'étude d'une région naturelle de Belgique, où les deux espèces nettement dominantes sont *Lasius niger* et *Lasius flavus* (Gaspar 1964, 1966a). Les deux critères s'accordent également à montrer que l'espèce dominante est suivie d'une longue liste d'espèces de plus en plus rares.

TABLEAU V

Liste des espèces de Formicides classées selon deux critères.

Espèces	Nombre de stations où l'espèce a été trouvée.			Nombre d'échantillons		
	Drôme	Basses- Alpes	Total	Drôme	Basses- Alpes	Total
1. <i>Tetramorium caespitum</i>	6	9	15	17	18	35
2. <i>Formica nigricans</i>	1	8	9	4	11	15
3. <i>Formica Susca</i>	3	5	8	3	22	25
4. <i>Camponotus vagus</i>	2	6	8	2	7	9
5. <i>Camponotus æthiops</i>	3	4	7	8	5	13
6. <i>Formica rufibarbis</i>	3	3	6	4	19	23
7. <i>Lasius alienus</i>	3	3	6	4	8	12
8. <i>Camponotus ligniperda</i>	1	5	6	1	10	11
9. <i>Tapinoma erraticum</i>	3	3	6	3	6	9
10. <i>Formica cinerea</i>	2	4	6	2	5	7
11. <i>Messor structor</i>	1	4	5	1	7	8
12. <i>Plagiolepis pygmæa</i>	3	1	4	4	4	8
13. <i>Formica sanguinea</i>	1	3	4	1	3	4
14. <i>Myrmica schencki</i>	1	3	4	1	3	4
15. <i>Formica cunicularia</i>	1	2	3	3	7	10
16. <i>Formica lemani</i>	0	3	3	0	9	9
17. <i>Myrmica sabuleti</i>	3	0	3	3	1	4
18. <i>Solenopsis fugax</i>	0	3	3	0	3	3
19. <i>Tetramorium semilæve</i>	1	1	2	10	1	11
20. <i>Pheidole pallidula</i>	2	0	2	7	0	7
21. <i>Tapinoma nigerrimum</i>	2	0	2	5	0	5
22. <i>Aphænogaster gibbosa</i>	2	0	2	5	0	5
23. <i>Lasius emarginatus</i>	1	1	2	3	1	4
24. <i>Camponotus laterilis picea</i>	2	0	2	3	0	3
25. <i>Lasius niger</i>	0	2	2	0	2	2
26. <i>Lasius fuliginosus</i>	0	2	2	0	2	2
27. <i>Lasius mixtus</i>	0	2	2	0	2	2
28. <i>Cre mastogaster auberti</i>	0	2	2	0	2	2
29. <i>Formica pressilabris</i>	0	1	1	0	27	27
30. <i>Formica lugubris</i>	0	1	1	0	10	10
31. <i>Lasius flavus</i>	0	1	1	0	8	8
32. <i>Myrmica sulcinodis</i>	0	1	1	0	7	7
33. <i>Leptothorax acervorum</i>	0	1	1	0	2	2
34. <i>Formica rufa</i>	0	1	1	0	1	1
35. <i>Cataglyphis cursor</i>	0	1	1	0	1	1
36. <i>Myrmica lævinodis</i>	0	1	1	0	1	1
37. <i>Myrmica puerilis</i>	0	1	1	0	1	1
38. <i>Leptothorax interruptus</i>	0	1	1	0	1	1
39. <i>Leptothorax recedens</i>	0	1	1	0	1	1
40. <i>Leptothorax nigriceps</i>	0	1	1	0	1	1
41. <i>Leptothorax nylanderi</i>	1	0	1	1	0	1
42. <i>Leptothorax rabaudi</i>	0	1	1	0	1	1

Parmi celles-ci nous distinguons quatre classes :

- La première comprend les espèces trouvées dans plusieurs stations des deux régions françaises. Ce sont les espèces depuis *Formica nigricans* jusqu'à *Formica cunicularia* incluse (tableau V).
- la deuxième est constituée par les espèces trouvées dans plus d'une station, mais seulement dans l'une ou l'autre des régions. Telles sont les espèces comprises entre *Formica lemani* et *Cremastogaster auberti*, auxquelles nous associons *Tetramorium semilæve* et *Lasius emarginatus*.
- La troisième est représentée par les espèces trouvées dans une des stations de l'une ou de l'autre des régions, mais elles y entretiennent une population dense, telles sont les espèces *Formica pressilabris*, *Formica lugubris*, *Lasius flavus*, *Myrmica sulcinodis* et *Leptothorax acervorum*.
- La quatrième enfin est formée par les espèces qui ont été trouvées une seule fois dans l'une ou l'autre des stations et en un seul exemplaire.

En Drôme, 23 espèces ont été trouvées : *Tetramorium cæspitum* y est nettement dominant, les espèces sous-dominantes sont *Formica fusca*, *Camponotus aethiops*, *Formica rufibarbis*, *Lasius alienus*, *Tapinoma erraticum*, *Plagiolepis pygmaea* et *Myrmica sabuleti*.

Il n'en est plus de même dans les Basses-Alpes où à *Tetramorium cæspitum* s'ajoute *Formica nigricans* comme dominantes, tandis que les sous-dominantes *Camponotus vagus*, *Formica fusca* et *Camponotus ligniperda* y entretiennent aussi des populations denses et nombreuses.

L'analyse par des voies différentes, des peuplements myrmécologiques de la Drôme et des Basses-Alpes, montre donc qu'on ne peut les considérer comme un tout mais qu'il s'agit de deux entités sociologiques bien distinctes tant au point de vue du nombre d'espèces que du patron général de la faune.

RELATIONS ENTRE LES MICROCLIMATS DES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES ET LES POPULATIONS DE FORMICIDES DANS LES BASSES-ALPES.

Essayons maintenant de distinguer à l'intérieur d'une de ces régions, des groupements d'espèces liées à des biotopes définis phytosociologiquement.

L'étude des associations végétales des Basses-Alpes a été réalisée notamment par Duvigneaud et al. (1964) dans la région de Peyresq-Annot. Ces botanistes distinguent plusieurs types d'associations que nous avons étudiés au point

de vue de leur faune myrmécologique. Nous en avons cependant considéré d'autres qui nous paraissent dignes d'attention. C'est ainsi que les forêts de Mélèze d'une part et les forêts de Pin sylvestre d'autre part, mais aussi les forêts de transition entre ces deux types que nous appelons, forêts mélangées de Pin sylvestre et de Mélèze, seront prises en considération. De plus, les landines ont été subdivisées, soient les landines au niveau des Pins à crochets et les landines au niveau des Mélèzes. A ces biotopes, nous avons ajouté les prairies situées au-dessus de 1000 mètres d'altitude.

Le tableau VI montre la distribution des espèces dans les biotopes considérés.

Les prés à Bromus erectus, Dactylis, Arrhenaterum et Trisetum.

Ils sont situés à une altitude moyenne pour la région (700 m). Ce biotope résulte de la recolonisation par les plantes sauvages des terrains abandonnés par l'agriculture. Six espèces ont été trouvées totalisant 14 nids.

Formica cunicularia, *Myrmica puerilis*, *Solenopsis fugax* ainsi que *Tapinoma erraticum* en sont les espèces caractéristiques. La fourmi dominante de ces prés est *Formica cunicularia* dont les nids en forme de dôme de terre sont typiques. *Tetramorium caespitum* et *Messor structor* forment avec *cunicularia* le fond de la faune de ce biotope.

Les prairies.

Les prairies étudiées sont situées au-dessus de 1000 mètres. Elles étaient surtout destinées à fournir du foin; de nos jours, elles sont de plus en plus abandonnées.

La faune myrmécologique de ces prairies est pauvre: 2 espèces seulement. La fourmi dominante y est *Lasius alienus* avec de nombreuses colonies. Notons encore que des ouvrières d'autres espèces y ont été trouvées sans que nous ayons pu découvrir les nids. La pauvreté spécifique de ce biotope peut s'expliquer par le fait que les fourmillières sont trop souvent perturbées par l'activité humaine: les fourmis ne savent pas y nidifier normalement.

Les landines au niveau des Pins à crochets.

Cette formation végétale, rase, propre aux sols dénudés et totalement dégradés, se développe d'une façon optimale sur les pentes rocailleuses.

TABLEAU VI

Distribution des espèces de Formicidés selon différentes associations végétales.

ESPÈCES	1 Pré à <i>Bromus erectus</i> et <i>Dactylis</i>	2 Prairie	3 Landine avec <i>P. à crochets</i>	4 Landine avec Mélèze	5 Pelouse alpine	6 Forêt de <i>P. sylvestre</i> , Chênes pubescent et Buis	7 Forêt de <i>P. sylvestre</i> et Mélèze	8 Forêt de Mélèze	9 Forêt de Châtaignier	10 Forêt de Hêtre
1 <i>Tetramorium caespitum</i>	++ 3	++	++	++ 3	++ 2		++	++	++	
2 <i>Formica nigricans</i>		*	++ 2	++	*			++ 2		
3 <i>Lasius alienus</i>		++ 5						++		
4 <i>Formica sanguinea</i>			++					++		
5 <i>Formica cunicularia</i>	++ 5									
6 <i>Myrmica puerilis</i>	++									
7 <i>Solenopsis fugax</i>	++									
8 <i>Camponotus æthiops</i>								++ 3		
9 <i>Lasius flavus</i>						++ 8				
10 <i>Formica pressilabris</i>							++ 27			
11 <i>Leptothorax acervorum</i>							++ 2			
12 <i>Myrmica sulcinodis</i>				++ 7						
13 <i>Formica lugubris</i>							++ 9			
14 <i>Formica cinerea</i>				++						
15 <i>Leptothorax recedens</i>			++							
16 <i>Tapinoma erraticum</i>	++		*							
17 <i>Camponotus ligniperda</i>							++ 3		++ 4	
18 <i>Formica fusca</i>						++	++ 4		++ 17	
19 <i>Formica lemani</i>				++ 2	++ 3			++ 3		
20 <i>Messor structor</i>	++ 3								++	
21 <i>Formica rufibarbis</i>		*	++ 12	++			++			
22 <i>Leptothorax nigriceps</i>			++	++ 2						
23 <i>Camponotus vagus</i>						++	*			
24 <i>Myrmica schencki</i>		*							*	
25 <i>Formica rufa</i>					*					
Nombre d'espèces	6	2	6	7	2	3	6	3	6	2
Nombre de nids	14	6	18	17	5	10	38	13	9	21

++ Présence d'au moins un nid.

* Présence d'ouvrières ou de sexués.

La landine du niveau des pins à crochets a une seule espèce caractéristique *Leptothorax recedens*. *Formica rufibarbis* est l'espèce dominante, elle y entretient de très nombreux nids. Il semble donc que les conditions microclimatiques lui sont favorables. Une population dense de *Formica nigricans* s'associe à *rufibarbis* pour déterminer la faune myrmécologique de ce type de landine. Notons incidemment qu'à cette altitude l'essaimage de *nigricans* a lieu durant la première semaine de juin.

Les landines au niveau des Mélèzes.

La faune myrmécologique de ce type de landine est tout à fait différente de celle de la landine au niveau des pins à crochets. En effet, si le fond de la faune est encore formé par six espèces totalisant 17 nids, les espèces caractéristiques et les espèces dominantes sont totalement différentes.

Les espèces caractéristiques sont *Myrmica sulcinodis* et *Formica cinerea* tandis que les espèces dominantes sont *Myrmica sulcinodis* et *Tetramorium caespitum* auxquelles s'associent dans une moindre mesure *Leptothorax nigriceps* et *Formica lemani*; cette dernière espèce semble remplacer *Formica rufibarbis* dans les biotopes situés aux altitudes élevées.

Pelouses alpines.

Ces pelouses correspondent aux herbages pâturés qui s'étendent au-dessus de la limite des arbres. (de 2000 à 3000 mètres).

Aucune espèce strictement liée à ce biotope n'a pu être mise en évidence. L'espèce dominante est *Formica lemani* à laquelle s'associe *Tetramorium caespitum*. Notons encore que la faune spécifique de ce biotope est très pauvre. La même explication que celle suggérée pour les prairies peut être avancée pour expliquer cette pauvreté.

La forêt de Pin sylvestre, de Chêne pubescent et de Buis.

Le Pin sylvestre, essence à grande amplitude écologique forme sur tous les versants marno-calcaires, des forêts assez claires où se mêle généralement le Chêne pubescent.

Trois espèces seulement nidifient dans ce type forestier où l'espèce caractéristique *Lasius flavus* est aussi dominante.

La forêt de Pin sylvestre et Mélèze.

A l'altitude de 1600 mètres, le Mélèze forme avec le Pin sylvestre des forêts mélangées. Dans ce biotope nidifient de nombreuses espèces de fourmis. Elles y entretiennent de très nombreuses populations. Les espèces caractéristiques sont *Formica pressilabris* et *Leptothorax acervorum*.

Le fond de la faune myrmécologique de ce biotope forestier est formé par l'espèce dominante *Formica pressilabris* ainsi que par *Camponotus ligniperda* et *Formica fusca*.

La forêt de Mélèze.

Au-dessus de 1700 mètres, le Mélèze subsiste seul et forme des bosquets denses qui peuvent confluer en forêt. Ce biotope forestier est plus frais que le type précédent, il s'en différencie par sa faune myrmécologique.

Formica lugubris est non seulement l'espèce caractéristique, mais encore l'espèce dominante. *A. lugubris* considérée en tant qu'espèce dominante s'associe *Formica lemani* qui entretient dans ce type forestier une très nombreuse population.

La forêt de Châtaignier.

Là où le sol est plus ou moins acidifié à l'étage du Chêne pubescent, ce dernier est en partie remplacé par le Châtaignier qui forme des forêts claires.

La faune de cette forêt se compose de six espèces, *Camponotus aethiops* est non seulement l'espèce caractéristique, mais encore dominante quoique aucune espèce n'y entretienne une population dense. *A. aethiops* s'associe *Formica nigricans* et dans une moindre mesure *Formica sanguinea*, *Messor structor* et *Lasius alienus*.

La forêt de Hêtre.

La hêtraie est en principe une forêt submontagnarde feuillue des versants nébuleux et froids. Dans la région prospectée, elle se rencontre sur les versants orientés Nord-Est.

La faune myrmécologique est uniquement formée de deux espèces *Formica fusca* et *Camponotus ligniperda*. *Formica fusca* surtout trouve dans ce biotope le microclimat propice à l'installation de colonies denses et nombreuses.

Conclusions

L'étude myrmécologique de 10 associations végétales des Basses-Alpes a donc mis en évidence: pour 7 d'entre elles, une faune caractéristique, dans les 3 autres, aucune espèce caractéristique mais plusieurs espèces nettement dominantes, à colonies denses et nombreuses. Ces observations sont représentées dans le schéma en fin du texte.

Le tableau VI suggère en outre que certaines espèces aient une distribution en rapport avec l'altitude plutôt qu'avec le microclimat des différentes associations végétales. Ce phénomène semble se confirmer notamment dans le cas de *Formica lemani*, *Formica rufibarbis* ou *Leptothorax nigriceps*.

RELATION ENTRE L'ALTITUDE ET LES POPULATIONS DE FORMICIDES DE LA DRÔME ET DES BASSES-ALPES.

Très peu d'auteurs ont étudié et mis en évidence la relation existant entre les fourmis et l'altitude. En Europe Gösswald et al. (1965, 1965a) ont remarqué, en étudiant les fourmis du groupe *rufa* que certaines espèces sont liées aux habitats des plaines et des collines moyennes, tandis que d'autres nidifient en montagne. Des travaux plus importants, notamment ceux de Gregg (1947, 1964) ont montré qu'il existe une relation certaine entre les espèces de fourmis et l'altitude en Amérique du Nord.

L'observation des tableaux VII et VIII, montre que certaines espèces sont en relation avec l'altitude, tandis que d'autres ne semblent avoir aucune liaison avec celle-ci. C'est ainsi que *Tetramorium caepitum* existe à toutes les altitudes, d'autres par contre *Formica fusca*, *Formica sanguinea*, *Myrmica schencki* et *Camponotus vagus* nidifient dans des limites ne dépassant pas 1700 mètres, et *Formica rufibarbis* et *Lasius alienus* ne descendant pas en-dessous de 1000 mètres.

Nous avons choisi arbitrairement les étages suivants :

- en-dessous de 500 mètres
- de 500 à 1.000 mètres
- de 1.000 à 1.500 mètres
- de 1.500 à 2.000 mètres
- au-dessus de 2.000 mètres

Dans la Drôme les deux premiers étages sont pris en considération, tandis que dans les Basses-Alpes les quatre derniers sont présents.

Les espèces qui vivent en-dessous de 500 mètres sont *Lasius emarginatus*, *Tapinoma nigerrinum*, *Pheidole pallidula* et *Camponotus laterilis picea*.

TABLEAU VII

Relation entre les espèces de Formicides et l'altitude dans la Drôme.

ESPÈCES	Saou	Barbiè- res 490 m	Col de Tourniol 700 m	Col de Soubey- rand 800 m	Col de Valouse 830 m	Col de Soubey- rand 994 m	Col de Tourniol 1145 m
1 <i>Tetramorium caespitum</i>	++ 3	++	++	++ 9		++	++
2 <i>Plagiolepis pygmaea</i>	++	++ 2			++		
3 <i>Camponotus æthiops</i>		++		++ 2	*	++ 2	
4 <i>Lasius emarginatus</i>	++ 3						
5 <i>Tapinoma nigerrimum</i>	++ 3	*					
6 <i>Pheidole pallidula</i>	++ 2	++ 5					
7 <i>Camponotus lateralis picea</i>		++ 2					
8 <i>Aphænogaster gibbosa</i>						++ 2	
9 <i>Formica cinerea</i>						++	
10 <i>Formica cunicularia</i>							++ 4
11 <i>Messor structor</i>							++
12 <i>Myrmica sabuleti</i>						++ 3	++
13 <i>Lasius alienus</i>			*			++	++ 2
14 <i>Tetramorium semilæve</i>					++ 10		
15 <i>Formica rufibarbis</i>				++ 2	++	*	
16 <i>Formica fusca</i>		*	*				
17 <i>Camponotus vagus</i>	*	*					
18 <i>Myrmica schencki</i>			*				
19 <i>Formica sanguinea</i>			*				
20 <i>Camponotus ligniperda</i>						*	
21 <i>Formica nigricans</i>							*
22 <i>Lasius fuliginosus</i>							*
23 <i>Tapinoma erraticus</i>							*
Nombre d'espèces	5	5	1	3	3	6	5
Nombre de nids	12	11	1	13	12	10	9

++ Présence d'au moins un nid

* Présence d'ouvrières ou de sexués.

TABLEAU VIII

Relation entre les espèces de Formicidés et l'altitude dans les Basses-Alpes.

ESPÈCES	Annot 700 m	St-Lions 750 m	Le Fugeret 850 m	Col du Defend 1000 m	Le Fugeret 1100 m	Le Fugeret 1200 m	Col du Perty 1303 m	La Colle St-Michel 1431 m	Peyresq 1450 m	Couradour 1650 m	Couradour 1950 m	Allos 2237 m	Allos 2250 m
1 <i>Tetramorium caespitum</i>	++ 3		++ 3	++			++ 3		++	++	++ 3	++	++ 2
2 <i>Formica nigricans</i>		++	++ 2	*					*	++ 2	++		*
3 <i>Lasius alienus</i>		*	++						++ 5		++		
4 <i>Formica sanguinea</i>			++							++			
5 <i>Tapinoma erraticum</i>	++			*			++ 4			*			
6 <i>Camponotus vagus</i>		++ 2			++			*					
7 <i>Formica rufibarbis</i>				++ 2				++	*	++ 12			
8 <i>Myrmica schencki</i>			*						*				
9 <i>Formica cunicularia</i>	++ 5			++									
10 <i>Messor structor</i>	++ 3	++	++										
11 <i>Myrmica puerilis</i>	++												
12 <i>Solenopsis fugax</i>	++												
13 <i>Camponotus æthiops</i>	++	++ 3											
14 <i>Camponotus ligniperda</i>						++ 4		++ 3					
15 <i>Formica fusca</i>					++	++ 17	++ 2	++ 4					
16 <i>Formica pressilabris</i>								++ 27					
17 <i>Leptothorax interruptus</i>							++						
18 <i>Lasius flavus</i>					++ 8								
19 <i>Leptothorax acervorum</i>								++ 2					
20 <i>Leptothorax nigriceps</i>										++	++ 2		
21 <i>Leptothorax recedens</i>										++			
22 <i>Formica lugubris</i>												++ 9	
23 <i>Formica lemani</i>											++ 2	++ 3	++ 3
24 <i>Myrmica sulcinodis</i>											++ 7		
25 <i>Formica cinerea</i>											++		
26 <i>Formica rufa</i>													*
Nombre d'espèces	7	4	5	3	3	2	4	5	2	6	6	3	2
Nombre de nids	15	7	8	4	10	21	10	37	6	18	16	13	5

++ Présence d'au moins un nid.

* Présence d'ouvrières ou de sexués.

A l'étage compris entre 500 et 1.000 mètres nous trouvons *Camponotus aethiops*, *Alphaenogaster gibbosa*, *Formica cunicularis*, *Messor structor*, *Myrmica sabuleti* et *Tetramorium semilæve*.

Dans les Basses-Alpes nidifient entre 500 et 1000 mètres certaines espèces que nous avons déjà trouvées à la même altitude dans la Drôme, telles que *Formica cunicularia*, *Messor structor* et *Camponotus aethiops*, auxquelles nous associons *Myrmica puerilis* et *Solenopsis fugax*.

La faune myrmécologique propre au niveau 1000 à 1500 m. se compose de *Formica pressilabris*, *Leptothorax interruptus*, *Lasius flavus*, *Leptothorax acervorum* et *Camponotus ligniperda*. Notons que des ouvrières de cette dernière espèce ont été trouvées en Drôme à 994 mètres d'altitude.

Les espèces vivant entre 1500 et 2000 mètres sont moins nombreuses: *Leptothorax nigriceps*, *Leptothorax recedens* et *Myrmica sulcinodis*. Tandis que la faune myrmécologique vivant uniquement au-dessus de 2000 mètres est constituée par les deux espèces: *Formica lugubris* et *Formica lemani*.

Ainsi ces espèces vivent dans des limites altitudinales précises, parce que le climat y est plus favorable ou parce que les associations végétales y conditionnent un microclimat propice à l'installation des colonies (*Lasius flavus*, *Leptothorax nigriceps*, *Formica pressilabris*).

Références

- AMIET, J. L., 1961. Rapport entre le climat, la couverture végétale et le peuplement carabologique dans les prairies pseudoalpines jurassiques. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris.* **252**, 1662-1663.
- AMIET, J. L., 1961a. Observations écologiques sur les insectes orophiles du Mont Nimba (Guinée). *Archs Zool. exp. gén.*, **100**: 14-36.
- AMIET, J. L., 1961b. Observations préliminaires sur quelques entomocénoses de la région du Lautaret. *Bull. Soc. Linn. Lyon*, **5** et **6**: 126-129 et 161-167.
- BÉRIQUE, R. et FRANCOEUR, A., 1966. Les fourmis d'une pessière à *Cladonia* (Hymenoptera: Formicidæ). *Naturaliste can.* **93**: 99-106.
- BERNARD, F., 1936. Hyménoptères nouveaux ou peu connus en France (5e note). Remarque sur la faune des étangs méditerranéens littoraux. *Bull. Soc. Ent. Fr.*
- BERNARD, F., 1945. Notes sur l'écologie des Fourmis en forêt Mamora (Maroc). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.* **35**: 125-140.
- BRIAN, M. V., 1964. Ant Distribution in a Southern English Heath. *J. Anim. Ecol.* **33**: 451-461.
- BRIAN, M. V., HIBBLE, J. and STRADLING, D. J., 1965. Ant Pattern and Density in a Southern English Heath. *J. Anim. Ecol.* **34**: 545-555.
- BRIAN, M. V., HIBBLE, J. and KELLY, A. F., 1966. The Dispersion of Ants Species in a Southern English Heath. *J. Anim. Ecol.* **35**: 281-290.

- GAGNIANT, H., 1966. Note sur le peuplement en fourmis d'une montagne de la région d'Alger, l'Atlas de Blida. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **102**: 1-7.
- DELYE, G., 1961. Sur l'Écologie des fourmis au Tassali des Ajjer. *Trav. Inst. Rech. sahar.* **20**: 207-212.
- DELYE, G., 1964. Sur le peuplement myrmécologique de quelques ergs du Sahara Nord-Occidental. *Trav. Inst. Rech. sahar.* **23**: 1-6.
- DUVIGNEAUD, P. 1946. La variabilité des associations végétales. *Bull. Soc. r. Bot. Belg.* **78**: 107-134.
- DUVIGNEAUD, P. et TANGHE, M., 1964. Peyresq, ses sols et sa végétation. *Le livre de Peyresq*, 19-23.
- FRANCOEUR, A., 1965. Écologie des populations de fourmis dans un bois de chênes rouges et d'érables rouges. *Naturaliste can.* **92**: 263-276.
- FRANCOEUR, A., 1966. La faune myrmécologique de l'Erablière à sucre (*Aceretum saccharophori* DANSEREAU) de la région de Québec. *Naturaliste can.* **93**(5): 443-472.
- GALLE, L., 1966. Ecological and Zoocœnological investigation of the Formicoidea fauna of the flood area of the Tisza river. *Tiscia, Szeged*, **2**: 113-118.
- GALLE, L., 1967. Ecological and Zoocœnological conditions of the Formicidæ fauna at Tiszakürt. *Tiscia, Szeged*, **3**: 67-73.
- GALOUX, A., 1953. La Chênaie sessiflore de haute Campine. *Essai de Biosociologie, Grænendaal*, 1953.
- GASPAR, Ch., 1964. Étude myrmécologique d'une région naturelle de Belgique: la Famenne. Survey des Fourmis de la région (Hymenoptera, Formicidæ). *Bull. Inst. agron. Stns. Rech. Gembloux*, **32**: 427-434.
- GASPAR, Ch., 1965. Étude myrmécologique d'une région naturelle de Belgique: La Famenne — B. Étude d'une chênaie à charme. *Bull. Inst. agron. Stns. Rech. Gembloux*, **33**: 76-78.
- GASPAR, Ch., 1966. Étude myrmécologique des tourbières dans les Hautes-Fagnes en Belgique (Hymenoptera, Formicidæ). *Rev. Écol. Biol. Sol.* **3**: 301-312.
- GASPAR, Ch., 1966a. Étude myrmécologique d'une région naturelle de Belgique: La Famenne. C— Observations faites en 1965. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, N.S. **1**: 25-29.
- GASPAR, Ch., 1967. Recherches sur l'Écosystème forêt. Série C. La chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Église (Ferage) Contribution n° 3 — Coléoptères piégés en 1965 et 1966. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, N.S. **3**: 657-666.
- GASPAR, Ch., 1968. Recherches sur l'Écosystème forêt. Série B. La chênaie mélangée calcicole de Virelles Blaimont. Contribution n° 18. Coléoptères piégés en 1965 et 1966. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, N.S. **3**: (sous presse).
- GASPAR, Ch., KRZELJ, ST., VERSTRAETEN, Ch., et WOLF, F., 1968. Recherches sur l'Écosystème forêt. Insectes récoltés dans des bacs d'eau dans la chênaie à Galeobdolon et à Oxalis de Mesnil-Église (Ferage). *Bull. Rech. agron. Gembloux*, N.S. **3**: 83-100.
- GASPAR, Ch., KRZELJ, ST., VERSTRAETEN, Ch., et WOLF, F. 1968. Recherches sur l'Écosystème forêt. Série B. La chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont. Insecte récoltés dans des bacs d'eau. *Bull. Rech. agron. Gembloux*, N.S. **4**, (sous presse).
- GOUNOT, M., 1958. Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie. *Annls Serv. bot. agron. Tunis.*, **31**: 1-275.
- GÖSSWALD, K., 1932. Okologische studien über die Ameisenfauna des Mittleren maingebietes. *Z. Wiss. Zool.* **142**: 1-156.

- GÖSSWALD, K. et KNEITZ, G., 1965. Zur verbreitung der waldameisen im Bayerischen wald (Gen. *Formica* — Hym. Formicidæ). *Collona Verde*, **16**: 145-173.
- GÖSSWALD, K. et SCHIRMER, G., 1965a. Zür Geographischen verbreitung der Hügelbanenden *Formica*-Arten. *Collona Verde*, **16**: 133-145.
- GRASSÉ, P., 1929. Étude écologique et biogéographique sur les Orthoptères français. *Bull. biol. Fr. Belg.* **4**: 489-539.
- GREGG, R., 1947. Altitudinal indicators among the Formicidæ. *Univ. of Colorado Studies*, série D, **2**: 385-403.
- GREGG, R., 1964. Distribution of the Ant genus *Formica* in the mountains of Colorado. *Nat. Hts. of the Boulder Arca*, **13**: 59-69.
- KRAMER, K. V. et VAN HEERDT, P., 1950. Remarques écologiques sur quelques Formicides des Hautes-Fagnes. *Bull. Inst. r. Sci. Nat. Belg.* **26**: 1-10.
- LEBRUN, P., 1965. Quelques caractéristiques des Communautés d'Oribatides (Acari Ori-batei) dans trois biocénoses de Moyenne Belgique. *Oikos*, **16**: 100-108. Copenhague.
- LECLERCQ, J., 1968. Les monographies fauniques régionales nécessaires aux progrès de la Biogéographie et de l'Écologie. (sous presse). *C. R. somm. Séanc. Soc. de Biogéogr.*
- LECLERCQ, J., 1968. Pour des atlas de répartition des Insectes de l'Europe occidentale, œuvre coopérative (sous presse). *C. r. somm. Séanc. Soc. Biogéogr.*
- LELOUP, E. et JACQUEMART, S., 1963. Écologie d'une tourbière bombée (Haute Ardenne, La Fange aux Mochette). *Mém. Inst. r. Sci. Nat. Belg.*
- LOKSA, I., 1966. Die bodenzoozönologischen verhältnisse der faumeichen buschwälder südosmitteleuropas. *Akad. Kiado, Budapest.*
- OVAZZA, M., 1954. Contribution à l'étude biologique de la Camargue. Formicides. *Vie & Milieu*, **4**: 751-753.
- PETAL, J., 1961. Materialien zur kenntnis der Ameisen (Formicidæ) der Lubliner Hockebene (I - IV). *Fragmenta Faunistica - Warsawa*, **9**: 135-151.
- PETAL, J., 1963. Faune des fourmis de la réserve de tourbière en projet à Rakowskie Bagno près de Frampol (Voïvodie de Lublin). *Annls Univ. Mariæ Curie Sklodowska Lublin* **18**: 144-173.
- PISARSKI, B., 1953. The ants from the vicinity of Kazimierz. *Fragm. jaun. - Musei Zool. Polonici*, **6**: 465-499.
- SOULIE, J., 1962. Formicides des Hautes-Pyrénées. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse.*, **97**: 35-37.
- TALBOT, M., 1934. Distribution of ants species in the Chicago region with reference to ecological factors and physiological toleration. *Ecology*, **15**: 416-439.
- WENGRIS, J., 1948. Badania nad rozmieszczeniem mrowisk w zaleznosci od Warunkow Ekologicznych. *Studia Soc. Scientiarum Torunensis, Torun-Polonia*, **1**: 79.
- WERNER, J., 1927. Zur kenntnis der fauna einer xerothermischen lokalität in Niederösterreich (unteres kamptal). *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **9**.
- WESTHOFF, V. en WESTHOFF, J. 1942. Verspreiding en nestœcologie van de Mieren in de Nederlandsche Bosschen. *Tijdschr. Plzikt.* **9**: 1-76.
- WHEELER, G. and WHEELER, J., 1944. The Ants of North Dakota. *North Dakota Historical Quarterly*, **11**: 231-271.
- WHEELER, G. and WHEELER, J., 1963. The Ants of North Dakota. *Univ. of North Dakota Press Grand Forks, North Dakota.*

PANTALA HYMENEAE (SAY) (ODONATA : LIBELLULIDAE)
AU QUÉBEC

LUC FERNET et JEAN-GUY PILON

Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences,
Université de Montréal.

Résumé

Au cours d'une étude sur les Odonates de la région du Saguenay, une espèce de *Libellulidae*, *Pantala hymeneae* (Say), fut capturée dans un milieu écologique un peu spécial. Cette espèce est une première mention pour le Québec; c'est pourquoi nous donnons une description des caractères distinctifs du genre et de l'espèce ainsi que des données sur sa distribution sur ce continent.

Abstract

In the course of a study of the Odonata of the Saguenay region, *Pantala hymeneae* (Say) (*Libellulidae*) was captured for the first time in the Province of Quebec in a special ecological environment. This is why distinctive characteristics of the genus and the species are given along with data of its distribution on this continent.

Introduction

La région du Saguenay n'a jamais fait l'objet d'études approfondies par les entomologistes intéressés aux Odonates. En effet, les régions les plus rapprochées qui ont, par le passé, été étudiées sont : Godbout, sur la côte nord du fleuve Saint-Laurent, par Walker (1923, 1934), le lac Mistassini par Robert en 1953 et 1954, et le lac Saint-Jean par Robert en 1944 (Robert, 1963).

L'inventaire odonatologique de la région du Saguenay, commencé à l'été 1965 au « Camp des Jeunes Explos¹ », a permis d'étendre l'aire de distribution de plusieurs espèces d'Odonates connues au Québec, ainsi qu'une première mention pour *Pantala hymeneae* (Say.).

1. Le Camp des Jeunes Explorateurs est un camp de vacances spécialisé en sciences naturelles, installé au Cap Jaseux, rive nord du Saguenay, à 16 milles en aval de Chicoutimi.

Pantala hymenea au Québec

Le 13 août 1967, nous capturions un imago mâle de *P. hymenea* dans une sablière (Fig. 1) où l'eau séjourne en permanence depuis plusieurs années à Saint Fulgence, Comté Dubuc. C'est dans ce même milieu que furent aussi capturés 10 imagos de *Pantala flavescens* (Fabricius), espèce dont nous ne possédions que deux mentions au Québec; Sorel et Montréal (Robert, 1963). Le genre *Pantala*, au vol puissant, est en général le premier à coloniser les étangs, les mares et les réservoirs nouvellement formés; ces milieux, riches en algues vertes, convenant très bien aux jeunes larves (Needham et Westfall, 1955).



FIGURE 1. Sablière à Saint-Fulgence, Co. Dubuc.

Ce spécimen de *P. hymenea* est une première mention pour le Québec et est conservé dans la collection d'insectes du Département des Sciences Biologiques de l'université de Montréal. Needham et Westfall (1955) n'incluent pas le Québec dans l'aire de distribution de cette espèce et Robert (1963) ne mentionne pas non plus cette espèce pour notre province.

Description des caractères distinctifs du genre et de l'espèce

Le genre *Pantala* ne comporte que deux espèces au monde, toutes deux étant présentes en Amérique du Nord, soit: *P. hymenea* et *P. flavescens*. Ce

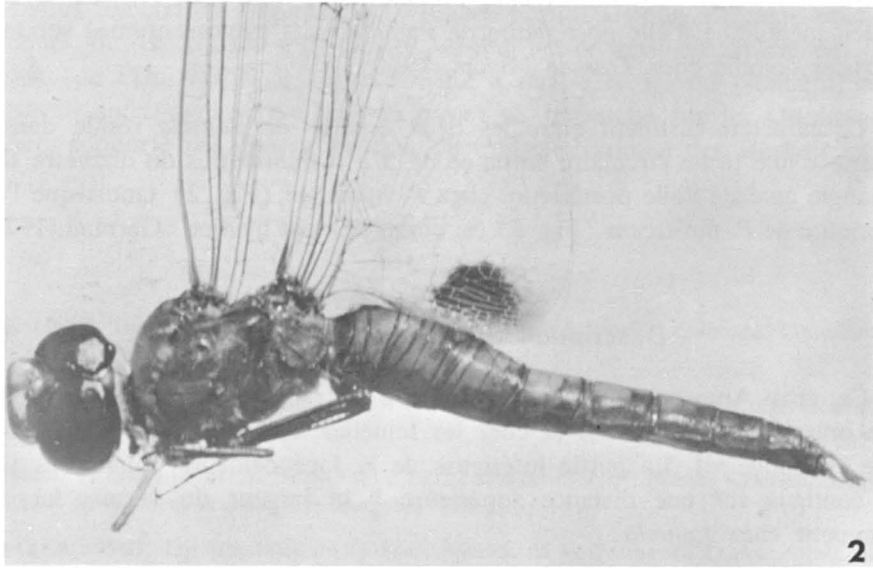


FIGURE 2. *Pantala hymenea* (Say.): Caractérisée par une tache circulaire enfumée dans le triangle anal de l'aile postérieure.

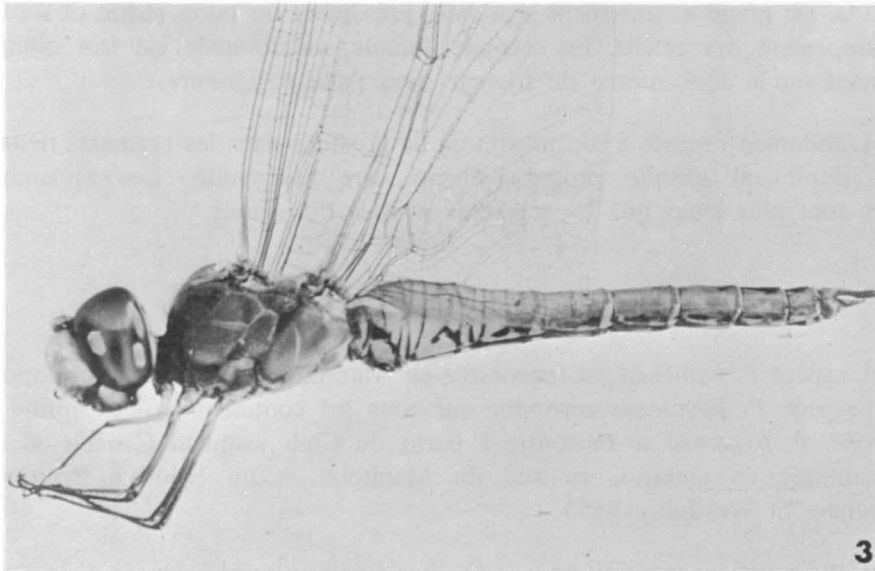


FIGURE 3. *Pantala flavescens* (Fabricius): Caractérisée par une aile postérieure complètement hyaline.

genre se distingue facilement du genre voisin, *Tramea*, par deux caractères, soit: le haut de la face est jaune orange chez les jeunes et peut devenir rougeâtre chez les mâles à maturité chez *Pantala*, alors que, chez *Tramea*, le front est bleu métallique; l'aile postérieure de *Pantala* n'est jamais enfumée sur toute sa largeur comme chez *Tramea* (Byers, 1930).

Le caractère distinctif entre les deux espèces de *Pantala* réside dans la présence d'une tache circulaire enfumée de 5 à 6 millimètres de diamètre dans le triangle anal de l'aile postérieure chez *P. hymenea* (Fig. 2) tandis que l'aile postérieure de *P. flavescens* (Fig. 3) est complètement hyaline (Garman, 1927).

Description de *Pantala hymenea*

Ce gros Anisoptère de couleur pâle a la partie supérieure de la face jaune orangé chez les jeunes et chez les femelles; chez les vieux mâles, cette partie est rouge vif. La partie inférieure de la face demeure jaune. Les yeux sont contigus sur une distance supérieure à la largeur du vertex, large et proéminent chez *Pantala*.

Le thorax est fortement renforcé intérieurement par des replis cuticulaires visibles à l'extérieur. Les pattes postérieures sont longues et fortes. Les ailes postérieures présentent leur maximum de largeur à la base, diminuant progressivement vers l'extrémité terminée en pointe. La deuxième médiane (m_2) est fortement ondulée vers le milieu. Le secteur anal (anal loop), en forme de botte, est grand et fortement sigmoïde, présentant un talon réduit et un fort développement des orteils. La seconde veinule, cubito-anale est très oblique, originant sur le côté interne du triangle dans l'aile postérieure.

L'abdomen robuste a son maximum de grosseur dans les segments deux et trois, diminuant ensuite progressivement vers l'extrémité. Les appendices anaux sont plus longs que les segments neuf et dix réunis.

Distribution

L'espèce *P. hymenea* est rencontrée en Amérique et est moins cosmopolite que l'espèce *P. flavescens* répandue sur tous les continents à l'exception de l'Europe. *P. hymenea* se rencontre à partir du Chili jusqu'au Canada où elle fut capturée en Ontario, au sud du Manitoba et au Nouveau-Brunswick (Needham et Westfall, 1955).

Cette première mention pour le Québec étend au nord l'aire de distribution de cette espèce et porte à 133 le nombre des espèces d'Odonates rencontrées au Québec.

Remerciements

Nous remercions l'équipe des « Jeunes Explos » pour leur aide précieuse au cours de ce travail d'inventaire. Nous remercions également M. Jean Garneau de l'Université de Montréal, qui a réalisé le travail photographique. Ce travail entre dans le cadre d'un projet de recherche sur les Odonates du Québec, supporté par une subvention du Conseil National des Recherches.

Références

- BYERS C. F., 1930, A contribution to the knowledge of Florida Odonata. University of Florida Publication. Vol. I, May 1930, 337 pp.
- GARMAN, P., 1927, The Odonata, or Dragonflies, of Connecticut. *Conn. Geol. and Nat. Hist. Survey. Bull.* **39**. 332 pp.
- NEEDHAM, J. G., and M. J. WESTFALL, 1955, Dragonflies of North America. Univ. of Calif. Press. Berkeley and Los Angeles. 615 pp.
- ROBERT, A., 1963, Les libellules du Québec. Service de la Faune du Québec. Bull. No. 1. 223 pp.
- WALKER, E. M., 1923, Notes on the Odonata of Godbout, Québec. *Can. Ent.*, **55**: 5-12.
- WALKER, E. M., 1934, A preliminary list of the insects of the Province of Québec. Odonata Part 4. *Rept. Quebec Soc. Prot. Plants*, **26**: 3-12.

ÉTUDE DE LA DENSONUCLÉOSE DE *GALLERIA MELLONELLA* L. (LEPIDOPTERA) PAR LES TECHNIQUES DE FLUORESCENCE¹

E. KURSTAK, I. GORING, S. GARZON et J.-R. CÔTÉ

Département de Microbiologie et Immunologie,
Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, P. Q., Canada.

Résumé

L'étude de l'évolution de l'infection de *Galleria mellonella* L. par le virus à ADN de la densonucléose, à l'aide de techniques de fluorescence après coloration à l'acridine orange à pH 3.8, permet de suivre avec beaucoup de précision, la formation de lésions nucléaires chez les cellules infectées. A 32°C et 28°C, vers la 13ième et 15ième heure, on observe l'apparition de plages fluorescentes dans le noyau, notamment autour de la membrane nucléaire de différentes cellules. Ces plages s'étendent rapidement, se joignent, pour occuper toute la surface nucléaire vers les 20-23ième heures. Le noyau devient hypertrophié et le cytoplasme disparaît. Au long de l'évolution de la maladie, on observe une augmentation progressive de l'intensité de la fluorescence du noyau qui est verte au début, puis jaunâtre à la fin de la pathogénèse virale. Cette intensification de l'émission de fluorescence du noyau est compatible avec la multiplication de virions à ADN de la densonucléose, tels qu'observés au microscope électronique. Des lésions nucléaires sont observées dans les cellules adipeuses, hypodermiques, sanguines, pérित्रachéales, des glandes séricigènes, des membranes musculaires et enfin, dans les cellules intestinales. Le parasitisme des cellules intestinales par le virus de la densonucléose est mis en évidence pour la première fois dans ce travail. Il semble ainsi, que le virus de la densonucléose est de nature polytrophe, car il infecte les cellules de différents tissus de son hôte *G. mellonella*.

Abstract

The study of the evolution of the infection of *Galleria mellonella* L. by the DNA denonucleosis virus with the fluorescent technique of acridine orange staining at pH 3.8, permits with precision the observation of the formation of nuclear lesions in the infected cells. At 32°C and 28°C, towards the 13th and 15th hour following the start of the infection, the appearance of greenish-yellow fluorescent areas in the nucleus, notably

1. Ce travail a été réalisé à l'aide des octrois MA-2385 du Conseil des Recherches Médicales du Canada et A-3746 du Conseil National de Recherches du Canada.

around the nuclear membrane of various cells could be discerned. These areas spread rapidly, eventually joining together to form one mass occupying the entire nuclear surface towards the 20th-23rd hour. The nucleus subsequently becomes hypertrophied with disappearance of the cytoplasm. During the evolution of this infection, the progressive increase in intensity of fluorescence in the nucleus is observed. The nucleus predominantly green in color at the start, changes to green-yellow; with a predominant yellow fluorescence at the end of the infection. The intensification of the emission of fluorescence in the nucleus is compatible with the replication of DNA of the denonucleosis virus as observed under the electron microscope. These nuclear lesions were observed, in fatty tissue, hypodermal and peritracheal cells, the silk gland, hemocytes, muscular tissue, and also the intestinal cells. This evidence of parasitism of the intestinal cells by this virus was observed for the first time. Denonucleosis virus appears to be polytropic, in that it parasitises the cells of different tissues of its host *G. mellonella*.

Introduction

De tous les virus d'insectes connus, le virus de la denonucléose s'avère être un des plus virulent pour son hôte d'origine, les larves du Lépidoptère *Galleria mellonella* L. Ce virus récemment découvert, a déjà fait l'objet de quelques études (Vago et al., 1964; Amargier et al., 1965; Amargier 1966; Kurstak et Vago, 1967), desquelles il ressort que la pathogénèse virale chez les larves atteintes est très rapide.

D'après ces auteurs, le virus parasite les cellules adipeuses, les cellules hypodermiques, les cellules des glandes séricigènes, les cellules péritrachéales et enfin, les cellules sanguines des larves hôtes. La maladie virale est diagnostiquée avec aisance car, le noyau des cellules infectées devient de plus en plus hypertrophié, tout en perdant sa structure nucléaire remplacée vers le quatrième jour par une masse dense compacte. La pathogénèse virale dans la plupart des cas, se termine par la mort de l'hôte.

Cependant, la pathogénèse virale de la denonucléose, telle que décrite après l'emploi des colorations courantes de Mallory, à l'hématoxyline ferrique-éosine orange G et de Vago-Amargier pour la mise en évidence de lésions cellulaires provoquées par ce virus à ADN, (Truffaut et al., 1968) nous ont suggéré le présent travail dans lequel, à l'aide techniques de fluorescence différenciant notamment les acides nucléiques et reconnues en virologie, le processus de la multiplication virale et la nature polytrophe du virus sont étudiés.

Dans cette étude, une attention particulière fut également accordée à l'aspect des cellules de l'intestin de larves virosées car, jusqu'à présent, aucun travail mentionne l'affinité parasitaire de ce virus pour les cellules de cet organe.

Matériel et Méthodes

Les larves de *Galleria mellonella* sont obtenues en élevage aseptique sur milieu nutritif de Beck (1960). Des larves aux stades L₃, L₄ et L₆ prélevées de l'élevage individuel à 28°C sous rayons ultra-violet, furent utilisées pour les essais de contamination virale.

Pour la contamination, nous avons utilisé le virus de la denonucléose, purifié par ultra-centrifugation différentielle (3, 000 g, 12, 000 g et 200, 000 g) et par filtration sur membranes "millipores" de porosité décroissante (1.2 μ à 0.20 μ). A cet effet, des larves virosées depuis 6 jours ont été broyées et le broyat centrifugé. Le virus ainsi purifié, a été conservé avant l'emploi à -35°C pendant 26 jours. La suspension virale titrait 10^{8,12}DL₅₀/ml, et le titre fut établi à l'aide de la méthode de Reed et Muench (1938) sur un total de 100 larves.

La contamination "per os" de larves, est faite à l'aide d'une microseringue du type Manostat, permettant l'introduction de 0,005 ml ou de 0,01 ml de suspension de virus dans l'œsophage de l'hôte. Les larves ainsi infectées ont été remises individuellement dans des récipients aseptiques, contenant la nourriture stérilisée. L'expérience avait lieu à 28°C et 32°C.

L'évolution de la maladie virale et la multiplication des virus ont été suivies sur coupes histologiques de 6 μ après coloration, ainsi qu'au microscope électronique sur coupes ultra-fines. A cette fin, les larves infectées ont été fixées toutes les 4 heures dans les liquides de Carnoy, de Helly et dans la formaline à 10%. D'autres larves étaient destinées pour l'obtention de coupes sous congélation à -25°C. Nous avons utilisé le microtome A.O. "820", le cryotome 830 C et l'Ultratome LKB.

Les frottis hématologiques ont été préparés à intervalles de 2 heures et suivant le cas, nous avons employé les colorations: à l'acridine orange à pH 3.8, tampon McIlwaine, (Dart et Turner, 1959), au Feulgen-acriflavine (Culling et Vassar, 1961), et la réaction de Feulgen (Lillie, 1965). Cette dernière en tant que témoin.

Les examens microscopiques en fluorescence, en fond noir et fond clair, ont été effectués à l'aide du microscope Leitz Orthoplan muni de la lampe à vapeur de mercure à haute pression du type HBO 200 W, reliée au dispositif photographique automatique Orthomat. Les filtres d'excitation BG 12, 3 mm, UG1, 2 mm, et les filtres d'arrêt K530 et K460, ont été utilisés.

Pour l'étude de l'infectiosité de la suspension obtenue à partir des tissus intestinaux, nous avons prélevé les intestins des larves virosées depuis 5 jours, lesquels après plusieurs rinçages dans des solutions de PBS tamponnées à pH 7.2,

furent vidés de leur contenu, puis broyés. Le broyat a été soumis à trois congélations et décongélations successives pour être ensuite, centrifugé afin d'obtenir une suspension de virus partiellement purifiée. Cette dernière suspension a été administrée "per os" à raison de 0.01 ml par individu à 50 larves saines au stade L₄. Ces suspensions ont été observées au microscope électronique.

A cette fin, le virus purifié a été repris en tampon acétate d'ammonium 0.1 M et monté sur grilles recouvertes d'une membrane de carbone hydrophile. Pour la coloration négative, nous avons utilisé l'acétate d'uranium à 1% et l'acide phosphotungstique (APT) à 2% à des pH variant de 6.5 à 7.4. L'utilisation d'un porte-objet, refroidi à l'azote liquide, a permis de réduire au minimum la contamination due au bombardement des électrons.

Enfin, rappelons que le virus de la denonucléose (Fig. 4) est icosaédrique, de 200 Å de diamètre, sans enveloppe, à ADN bicaténaire et posséderait 92 capsomères (Vago et al., 1966; Truffaut et al., 1968; Kurstak et Côté, 1968).

Résultats et Discussion

ÉVOLUTION DE LA PATHOGÉNÈSE:

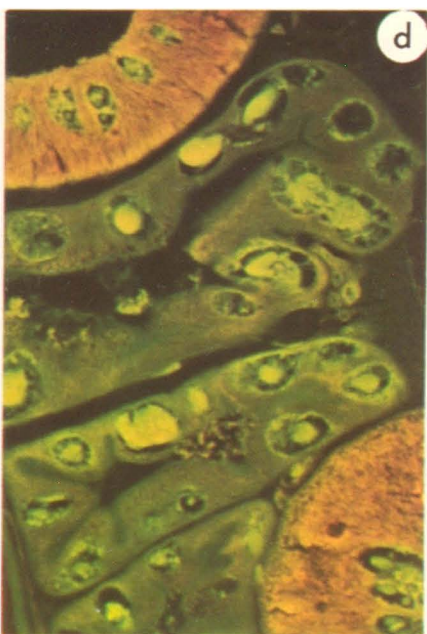
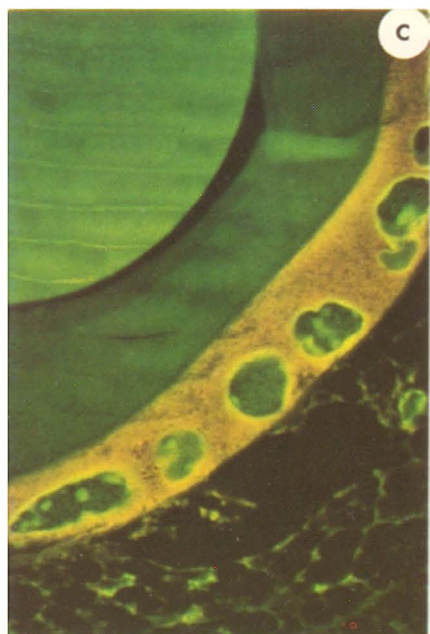
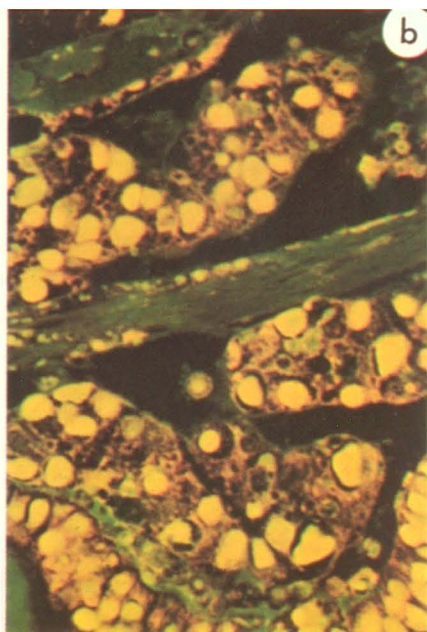
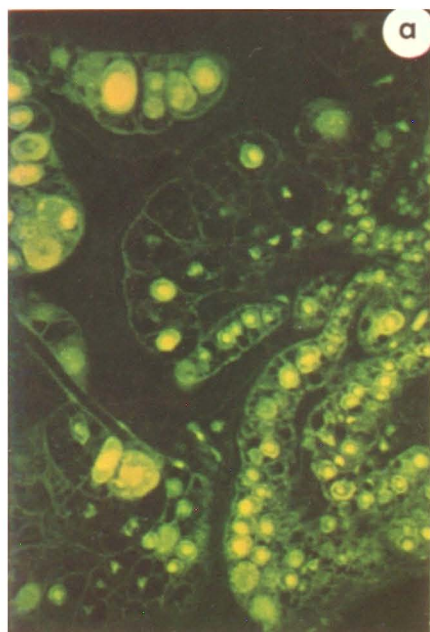
Pour toutes les cellules saines, l'ADN nucléaire traité par l'acridine orange émet une fluorescence verte à jaunâtre, qui se dégage de l'ensemble du noyau (Fig. 1). Nous observons une fine et homogène structure nucléaire, dont le réseau est ponctué de petits grains de chromatine (Fig. 1 et 2b). Cet aspect du noyau est important en vue d'une comparaison avec les noyaux de cellules infectées par le virus, que nous décrivons ci-après, suivant l'évolution de la pathogénèse virale.

L'examen au microscope en fluorescence de coupes et de frottis hématologiques des larves infectées par le virus, montre d'abord dès la dixième heure à

FIGURE 1 Apparition de lésions nucléaires (plages virogènes, noyaux denses hypertrophiés) révélées par les techniques de fluorescence, dans les cellules du tissu adipeux (a, b), des membranes hypodermiques (b: bas de la photo), de la paroi des glandes séricigènes (c), et des trachées de Malpighi (d) des larves de *G. mellonella* infectées par le virus de la denonucléose.

Coupes transversales, X 650; coloration à l'acridine orange à pH 3.8. Aspect après: 10 heures (c), 13 heures (a), 20 heures (d) et 26 heures (b), après l'infection des larves.

À remarquer la fine structure nucléaire du noyau, au début de l'infection, de fluorescence verte (c) et la masse dense, compacte, émettant une fluorescence jauneverd, dans plusieurs noyaux (b et d); signes de progression de la replication du matériel viral.

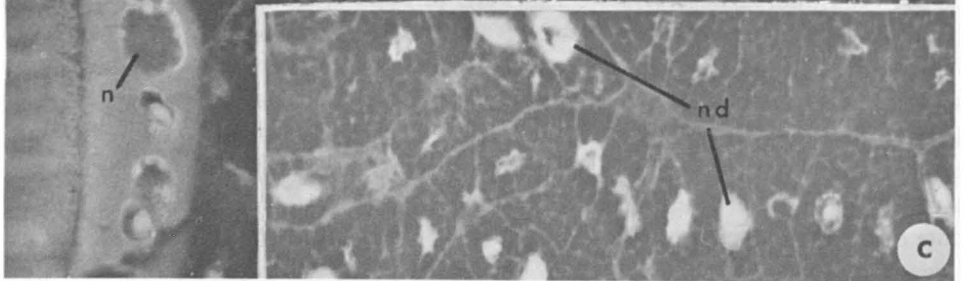
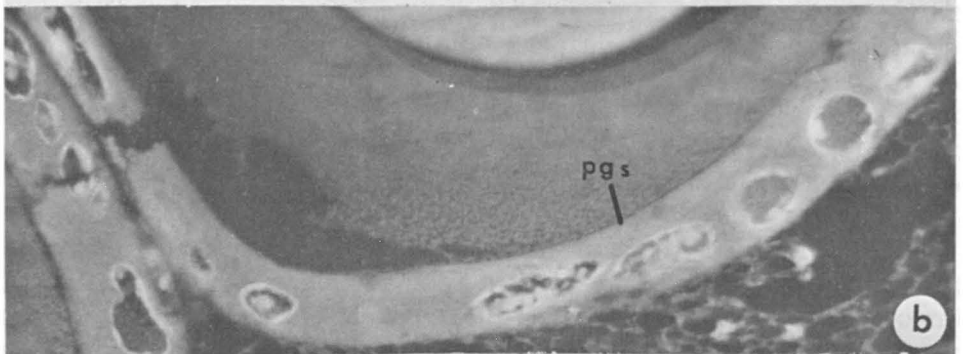


32°C et treizième heure à 28°C, une augmentation de fluorescence verte, jaunâtre, à la périphérie du noyau de quelques cellules. Le nombre de ces cellules devient progressivement plus élevé pour atteindre dans les premières 14-18 heures, environ 70% de cellules adipeuses, pérित्रachéales et hypodermiques, 60% de cellules des glandes séricigènes et 40% des cellules sanguines et intestinales. D'autres cellules n'ayant pas montré cette "auréole" fluorescente, sont comparables aux cellules saines.

Entre-temps, vers la 13-15ième heure, on peut observer chez un nombre de cellules pourvues de la zone périphérique de fluorescence intense du noyau, l'apparition, dans différents endroits de la surface nucléaire, de plages de faibles dimensions au début, lesquelles tranchent nettement avec le reste du matériel nucléaire, par leur aspect nettement plus fluorescent. Dans ce cas, la fluorescence devient franchement jaune-vert.

Au fur et à mesure que l'infection progresse, la dimension de ces plages fluorescentes grandit et elles se rejoignent. Chez certaines cellules, ce phénomène est observé dans les premières 18 heures. Enfin, vers les 20-23ième heures, suivant la température, ce type de plage devenu uniforme pour tout le noyau, occupe la totalité de la surface nucléaire et dans les heures suivantes, on assiste à une hypertrophie du noyau aux dépens du cytoplasme, qui disparaît progressivement. En même temps, l'intensité de la fluorescence du noyau augmente considérablement, pendant que la structure nucléaire, telle qu'observée chez les cellules non infectées, n'existe pratiquement plus. En effet, le noyau hypertrophié devenu une masse dense, compacte, très fluorescente, ne ressemble d'aucune façon au noyau d'une cellule saine, ni par l'aspect morphologique, ni par l'aspect fluorescent du matériel nucléaire. Les différentes étapes de la pathogénèse virale qui vient d'être décrite, sont aisément suivies par les figures 1 et 2.

Il est à noter que les plages fluorescentes décrites, ressemblent beaucoup à certains types d'inclusions intra-nucléaires ou aux "stroma virogènes" connus en virologie (Xéros, 1956). En effet, il y a compatibilité entre l'apparition de ces plages et la pathogénèse virale d'une part, et leurs couleurs verte, jaunâtre, puis jaune-vert, révélées en fluorescence, d'autre part. Tout indique qu'au début de l'infection, il s'agit de plages virogènes contenant les éléments dont seront assemblés les futurs virions. En effet, le virus de la densonucléose est à ADN (Truffaut et al., 1968) et l'intensification de la fluorescence verte, jaunâtre, indiquerait une augmentation de l'acide désoxyribonucléique dans le noyau, qui proviendrait de la replication de l'ADN viral. Rappelons, que la coloration à l'acridine orange révèle en vert, vert-jaune, l'ADN de la chromatine du noyau des cellules saines et que dans le cas de la densonucléose, l'intensification de cette fluorescence ne serait être autre chose qu'une suite de replication d'ADN viral; en somme, des constituants des virus (Smith, 1955; Armstrong, 1956; Armstrong et Niven, 1957).



Des résultats semblables sont obtenus quand les cellules sont colorées au Feulgen-acriflavine. Dans ces cas, cette coloration double, est plus particulièrement spécifique au noyau et les délais d'apparition des plages virogènes très fluorescentes, concordent avec ceux observés par la technique à l'acridine orange.

Il est à remarquer, que la réaction Feulgen utilisée en tant que coloration histo-chimique de contrôle (Fig. 3), ne permet pas de révéler aussi rapidement les lésions cellulaires dues à l'infection virale. Nous enregistrons avec cette méthode, un décalage de quelques heures dans l'apparition de ces lésions, ce qui semblent confirmer la bonne spécificité des techniques de fluorescence appliquées pour l'étude de maladies virales d'insectes.

Si l'on compare nos résultats obtenus à l'aide de techniques de fluorescence, avec ceux obtenus par d'autres auteurs (Vago et al., 1964; Amargier et al., 1965), qui ont employé les techniques courantes d'histopathologie, on s'aperçoit que, contrairement à leurs travaux, les premières lésions cellulaires apparaissent avant les premières 24 ou 48 heures à 28°C. En effet, ces délais se situent effectivement dans les premières 15 à 18 heures (32°C et 28°C) et dépendent de la température, qui semblent beaucoup influencer la pathogénèse virale.

D'après les micrographies électroniques que nous présenterons ailleurs, le noyau est pourvu à cette époque, de virions dont certains incomplets, ce qui indiquerait que le cycle d'infection virale est rapide, car il assure la replication de virus dans les premières 18-20 heures qui suivent la contamination "per os" des larves. Nous observons en plus, que les plages denses émettant une forte fluorescence sont bien des réseaux nucléaires virogènes.

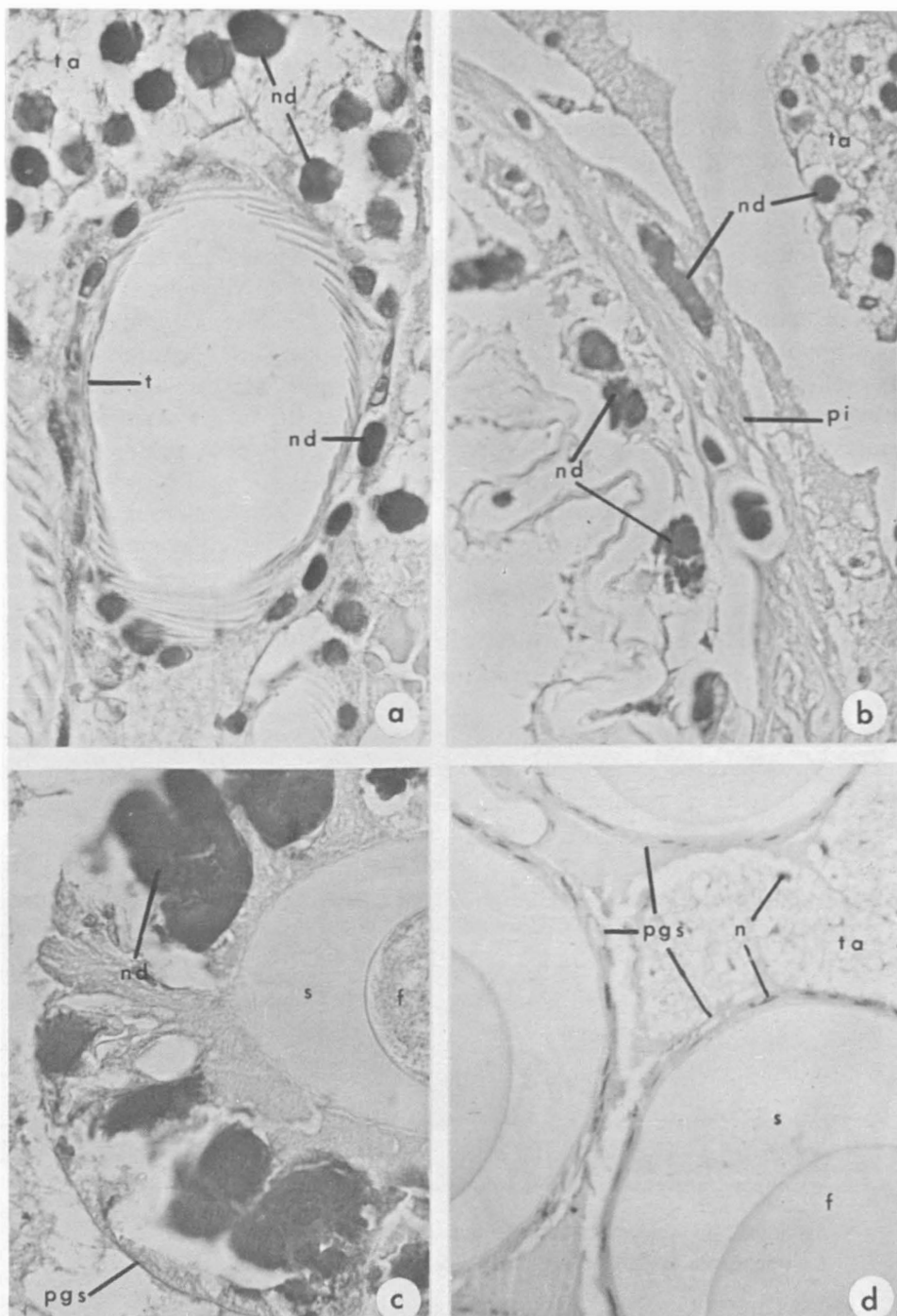
En ce qui concerne la spécificité du virus, il ressort de la présente étude, que le virus parasite également le noyau des cellules épithéliales de l'intestin antérieur et terminal et celui des cellules de la zone musculaire et conjonctive de

FIGURE 2 Étapes de la formation de plages virogènes dans les cellules de différents tissus des larves de *G. mellonella* contaminées par le virus.

- a) noyaux de trachées de Malpighi, de glandes séricigènes et du tissu adipeux, infectés par le virus. Aspect après 20 heures;
- b) parois des glandes séricigènes. Apparition de masses denses dans les noyaux infectés depuis 12 heures;
- c) cellules adipeuses. Noyaux denses hypertrophiés à la suite de l'infection virale. Aspect après 14 heures;
– Coupes transversales X 850; coloration à l'acridine orange, pH 3.8.

n – noyau, nd – noyau dense à la suite de l'infection virale,
t – trachée de Malpighi, pgs – paroi de la glande séricigène.

la tunique intestinale; observation faite pour la première fois. En effet, par la technique de fluorescence et la coloration Feulgen, on observe des lésions nucléaires semblables à celles remarquées ailleurs. L'hypertrophie du noyau de ces cellules est moins frappante au début de la pathogénèse, cependant, l'inten-



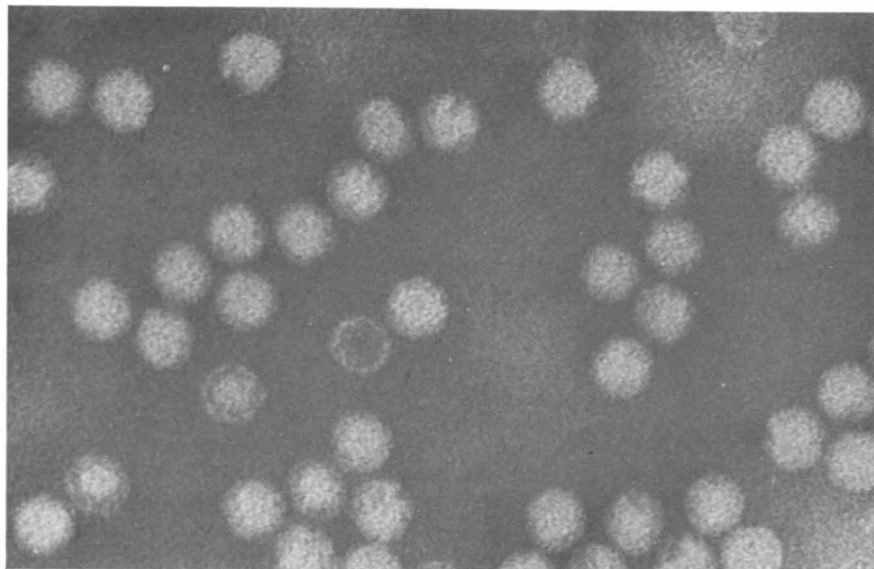


FIGURE 4 Virus icosaédrique purifié de la densonucléose de *G. mellonella*; X 410,000.

sification de l'émission de fluorescence est comparable à d'autres cellules infectées. Néanmoins, au bout du quatrième jour de l'infection, une partie des larves présentent des tissus intestinaux dégradés et des masses de structure dense (Fig. 3b), ressemblant aux noyaux hypertrophiés d'autres cellules infectées par le virus (Fig. 1 et 2a, c). Une suspension obtenue à partir de fragments de tissus intestinaux par la méthode décrite auparavant, à partir de larves virosées et injectées à 50 larves, a permis une reproduction de la maladie virale dans 62% des cas.

L'étude au microscope électronique de fragments de tissus intestinaux, devrait nous apporter d'autres éléments, surtout en ce qui concerne la multiplication de virus dans ces cellules.

Notons, cependant que les cellules de l'intestin moyen, ne semblent pas être parasitées par le virus.

FIGURE 3 Aspect des lésions du noyau de cellules de différents tissus de larves infectées par le virus de la densonucléose d'après la coloration Feulgen.

- a) trachée et tissu adipeux 36 heures après l'infection; X 480;
- b) cellules intestinales et adipeuses. Noyaux denses 72 heures après l'infection; X 480;
- c) noyaux denses, hypertrophiés de la paroi de la glande séricigène 72 heures après l'infection; X 650;
- d) glandes séricigènes et tissu adipeux d'une larve saine; X 380.

n — noyau, nd — noyau dense, pgs — paroi de la glande séricigène, pi — paroi de l'intestin, t — trachée, ta — tissu adipeux, f — fibroïne, s — séricine.

Conclusions

De l'ensemble des données présentées ici, on constate que le virus de la denonucléose de *G. mellonella*, parasite les cellules constituant différents tissus de l'hôte, ce qui assure sa nature polytrope.

La mise en évidence de lésions nucléaires des cellules intestinales dont les caractéristiques sont comparables à celles observées chez d'autres cellules infectées, constituent un élément nouveau dans la pathogénèse de ce virus.

D'autre part, ce travail nous semble démontrer que les techniques de fluorescence utilisées, permettent de suivre avec beaucoup de précision, l'évolution de cette infection virale et il serait souhaitable d'étudier sa progression également à l'aide de techniques d'immuno-fluorescence et d'anticorps conjugués avec la ferritine.

Enfin, il s'avère que le virus icosaédrique de la denonucléose de Lépidoptères est par sa nature polytrope, un virus des plus intéressants, et ceci non seulement en virologie des invertébrés, car les résultats préliminaires (Kurstak et al., 1967) indiqueraient également son action en culture de cellules des vertébrés.

Références

- AMARGIER, A., VAGO, C. et MEYNADIER, G., 1965. Étude histopathologique d'un nouveau type de virose mis en évidence chez le Lépidoptère *Galleria mellonella*. *Arch. ges. Virusforsch.* **15**(5), 659-667.
- AMARGIER, A. 1966. Action de la denonucléose du Lépidoptère *Galleria mellonella* L. sur la sécrétion et l'émission de substance soyeuse. *Arch. ges. Virusforsch.* **19**(1), 13-22.
- AMSTRONG, J. A., 1956. Histochemical differentiation of nucleic acids by means of induced fluorescence. *Exptl. Cell. Research* **11**: 640-643.
- AMSTRONG, J. A. et NIVEN, J. S. F., 1957. Fluorescence microscopy in the study of nucleic acids. *Nature*, **180**: 1335-1336.
- BECK, S. D., 1960. Growth and development of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera). *Wisconsin Acad. Sci.*, **49**: 138-148.
- CULLING, C. et VASSAR, P. 1961. Desoxyribose nucleic acid. A fluorescent histochemical technique. *Arch. Pathol.* **71**: 88/76 - 92/80.
- DART, L. et TURNER, T. R., 1959. Fluorescence microscopy in exfoliative cytology. *Laboratory Investigation*, **8**(2), 1513-1522.
- KURSTAK, E. et VAGO, C., 1967. Transmission du virus de la denonucléose par le parasitisme d'un Hyménoptère. *Rev. Can. Biol.*, **26**: (4), 311-316.

- KURSTAK, E., TRUDEL, M., CHAGNON, A. et HUDON, C., 1967. Inhibition de la cytodièrese des cellules de souris cultivées "in vitro" au contact du virus de la densonucléose. *Rev. Can. Biol.*, **26**: (4), 355-357.
- KURSTAK, E. et CÔTÉ, J.-R., 1968. Morphologie du virus de la densonucléose purifié par centrifugation en gradient de densité. *Rev. Can. Biol.*, **27**: (1), 83-87.
- LILLIE, R. D., 1965. Histopathologic technic and practical histochemistry. Mc. Graw-Hill Book Company, New York, 715 pages.
- REED, L. J. et MUENCH, H., 1938. A simple method of estimating fifty per cent endpoints. *Amer. J. Hyg.* **27**: 493-497.
- SMITH, K. M., 1955. Intranuclear changes in the polyhedrosis of *Tipula paludosa* (Meig.). *Parasitology* **45**: 482-487.
- TRUFFAULT, N., BERGER, G., NIVELEAU, A., MAY, P., BERGOIN, M. et VAGO, C., 1968. Recherches sur l'acide nucléique du virus de la densonucléose de Lépidoptère *Galleria mellonella*. *Arch. ges. Virusforsch.* (sous presse).
- VAGO, C., MEYNADIER, G. et DUTHOIT, J. L., 1964. Étude d'un nouveau type de maladie à virus chez les Lépidoptères. *Ann. Epiph.* **15** (4), 475-479.
- VAGO, C., DUTHOIT, J.-L. et DELAHAYE, F., 1966. Les lésions nucléaires de la virose à noyau dense du Lépidoptère *Galleria mellonella*. *Arch. ges. Virusforsch.* **18**: (3) 344-349.
- XEROS, N., 1956. The virogenic stroma in nuclear and cytoplasmic polyhedrosis. *Nature*, **178**: 412-413.

EFFETS DE CERTAINS ÉLÉMENTS SUR LA RELATION
HÔTE/PATHOGÈNE, *PLODIA INTERPUNCTELLA* (HBN.) ET
BACILLUS THURINGIENSIS VAR. *THURINGIENSIS* BERLINER

J.M. PERRON, W.A. SMIRNOFF¹ et L. HUOT.

Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec, Qué.

¹Laboratoire de Recherches forestières, Ministère des Forêts et du Développement rural, Sillery, Québec.

Résumé

Cette étude démontre que la relation *P. interpunctella* et *B. thuringiensis* peut être modifiée par la présence de certains éléments dans le régime alimentaire de l'hôte ou par le conditionnement du germe pathogène avant qu'il vienne en contact avec son hôte. Les résultats présentés démontrent que ces changements sont plus importants au début de la relation que par la suite.

Abstract

This study shows that the relationship between *P. interpunctella* and *B. thuringiensis* could be modified by adding elements in the diet of the host or by conditioning the pathogenic germ before it comes in contact with its host. The results show that this modification is greater at the beginning of the biological relation.

Introduction

L'action insecticide des produits microbiologiques peut être modifiée par certains facteurs tels que les conditions du milieu et l'état physiologique des insectes. La façon dont on prépare commercialement les produits insecticides de nature microbiologique peut également amener certaines variations. D'après Briggs (1963), un milieu de culture favorisant une bonne croissance du microorganisme n'est pas nécessairement celui qui permettra au germe d'avoir une action pathogène effective. Ceci oblige les chercheurs à sélectionner un milieu artificiel où l'organisme trouvera les substances nutritives nécessaires pour avoir une activité insecticide maximale.

Contribution no. 52 du Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Qué.

Toutefois, certains facteurs doivent être pris en considération lorsque nous voulons saisir en entier le rapport hôte/pathogène. Les récents travaux de Smirnof (1965, 1967) et Smirnof et Hutchison (1965) ont amplement démontré toute l'importance qu'ont certains produits des plantes dans la pathologie des invertébrés phytophages. De même, Perron et Benz (1968) ont récemment démontré que la levure de bière contient au moins un principe qui protège les diptères contre l'action insecticide de la substance toxique thermostable trouvée dans les milieux de culture de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner.

Dans cette ligne de pensée et à partir des données que nous avons précédemment publiées sur le comportement de *Plodia interpunctella* (Perron *et al*, 1966) et de *Bacillus thuringiensis* (Perron *et al*, 1967) vis-à-vis une augmentation de concentration de certains éléments, nous avons voulu démontrer l'influence de ces éléments sur la sensibilité de l'insecte au bacille et sur la pathogénéité du bacille pour l'hôte.

Matériel et méthodes expérimentales

Pour étudier l'effet des éléments sur la sensibilité de l'insecte à *B. thuringiensis*, nous préparons d'abord un régime de base contenant l'un ou l'autre des éléments en quantités suffisantes pour produire un stress métabolique chez les larves. Ces quantités correspondent aux concentrations critiques toxiques retardant de trois jours le temps d'apparition des adultes (Perron *et al*, 1966). Pour chaque élément, nous infectons 5 chenilles (début du dernier stade larvaire) avec une suspension de bacilles cultivés sur agar nutritif pur.

Pour bien démontrer l'effet des éléments sur la pathogénéité du bacille, nous le cultivons sur de l'agar nutritif contenant l'ion étudié à des concentrations très toxiques. Ces concentrations et les méthodes expérimentales utilisées ont été précisées et décrites dans un précédent travail (Perron *et al*, 1967). Nous infectons 50 chenilles (début du dernier stade larvaire), élevées dans un régime de base, avec une ou l'autre des suspensions bacillaires.

Les suspensions infectueuses sont préparées de la façon suivante. Quand la lyse cellulaire est complète, nous enlevons sur la surface de l'agar, l'excroissance contenant les spores, les inclusions parasporales et autres substances toxiques et la déposons dans un ballon jaugé de 10 ml contenant 9.5 ml d'eau distillée et stérile. Nous portons le volume à 10 cc avec la culture sporulée et nous les conservons à une température de 3 à 4° C. Chaque suspension contient environ 3.6×10^9 spores/ml.

Nous infectons les chenilles en leur faisant boire un volume de 0.0005 cm³ de l'une ou l'autre des suspensions à l'aide d'une seringue montée sur un

système microvolumétrique « Agla ». Afin de comparer nos résultats, nous infectons, avec une suspension de bacille cultivé sur agar nutritif pur, 50 chenilles élevées dans le régime artificiel dépourvu de l'élément étudié.

Résultats et discussion

Effets des éléments sur la sensibilité de l'insecte au germe pathogène.

Le tableau I résume les résultats obtenus et permet de noter que certains éléments ont modifié la sensibilité de l'insecte vis-à-vis l'action pathogène du bacille. En effet, 24 heures après l'infection, l'effet des éléments sur la sensibilité des chenilles de *P. interpunctella* à *B. thuringiensis* s'est particulièrement manifesté. A ce temps d'incubation, le molybdène a fait plus que doubler le pourcentage de mortalité, tandis que l'arsenic et surtout l'aluminium l'ont réduit considérablement. Par contre, les autres éléments ont peu influencé la mortalité. En effet, le fluor, le lithium et le magnésium l'ont légèrement accrue, tandis que le bore, le cuivre et le fer l'ont faiblement diminuée. Aucun effet appréciable n'a pu être décelé dans le cas du cobalt, de l'iode et du zinc.

Le pourcentage de mortalité, calculé après 48 heures, indique que le cuivre et l'aluminium ont considérablement diminué la sensibilité des chenilles traitées, tandis que le molybdène, le magnésium et le lithium ont prédisposé les chenilles à l'effet mortel du bacille. Une légère diminution de la sensibilité de l'hôte s'est produite dans le cas de l'arsenic, du bore, de l'iode et du zinc. Le fer, le fluor et le cobalt n'ont produit aucun effet. Hors les cas de l'aluminium, de l'arsenic et du lithium, les chenilles en état de stress physiologique ont succombé à l'action pathogène du bacille dans les 48 heures suivant l'infection.

Ces résultats laissent croire que le contenu intestinal des chenilles élevées en présence des éléments toxiques changerait son action protéolytique vis-à-vis le cristal-toxine démontrée par LeCadet et Martouret (1962), Dedonder et LeCadet (1962) et Martouret (1962). C'est ainsi que l'action de certains enzymes protéolytiques, naturellement présents dans l'intestin des chenilles sensibles, pourrait être inhibée ou activée à mesure que la concentration de certains ions augmente. L'activation des enzymes intestinaux permettrait une lyse des cristaux plus totale et plus rapide et amènerait une plus grande libération de substances toxiques dans l'intestin. Par contre, l'inhibition enzymatique produirait le phénomène inverse. Les éléments peuvent aussi exercer leur action en se combinant avec les différents produits de la lyse enzymatique pour former des complexes plus ou moins toxiques pour l'hôte. Il est également possible que les éléments réagissent avec les substances de la paroi intestinale, sensible aux toxines libérées par la lyse enzymatique, pour les rendre plus ou moins vulnérables à leur action toxique.

TABLEAU I

EFFETS DES DIVERS ÉLÉMENTS SUR LA SENSIBILITÉ DE *PLODIA INTERPUNCTELLA* (HBN.) À *BACILLUS THURINGIENSIS* VAR. *THURINGIENSIS* BERLINER.

Éléments	Concentration des ions ¹	Nombre de chenilles	Pourcentage de mortalité		
			24 hres	48 hres	> 48 hres
Al	0.160	50	14	36	44
As	0.020	50	22	58	64
B	0.385	35	29	60	60
Co	0.100	50	38	72	72
Cu	0.050	50	28	42	42
F	0.223	30	50	67	67
Fe	0.667	50	34	66	66
I	0.163	40	38	58	58
Li	24.540	50	60	74	76
Mg	12.170	50	50	82	82
Mo	5.470	50	82	90	90
Zn	1.825	40	45	60	60
Témoin		50	40	70	70

¹ Milliatomes-grammes d'élément par 100 grammes de régime.

TABLEAU II

EFFETS DES DIVERS ÉLÉMENTS SUR LA PATHOGÉNÉITÉ DE *BACILLUS THURINGIENSIS* VAR. *THURINGIENSIS* BERLINER À *PLODIA INTERPUNCTELLA* (HBN.)

Éléments	Concentration des ions ¹	Nombre de chenilles	Pourcentage de mortalité		
			24 hres	48 hres	> 48 hres
Al	0.5	35	49	63	67
As	0.2	50	76	78	82
B	8.0	60	5	38	54
Co	0.2	50	64	88	88
Cu	1.0	50	62	84	84
F	35.0	60	42	72	72
Fe	2.5	50	28	64	64
I	0.6	55	53	68	68
Li	10.0	50	58	64	72
Mg	500.0	50	4	12	12
Mo	4.05	50	56	78	82
Zn	0.1	50	54	66	68
Témoin		50	44	72	72

¹ x 10⁻³ Milliatomes-grammes d'élément par millilitre d'agar nutritif.

Effets des éléments sur la pathogénéité du bacille à l'hôte.

Les résultats présentés au tableau II montrent que, 24 heures après l'infection, les éléments As, Co, Cu, I, Li, Mo et Zn ont augmenté le pourcentage de mortalité. Dans le cas du bore et du magnésium, quelques chenilles ont succombé à son action pathogène. Le fer a réduit le pourcentage de mortalité tandis que l'aluminium et le fluor n'ont eu aucun effet appréciable à ce temps d'incubation. Ces données indiquent également que les éléments, après 48 heures et à l'exception de l'aluminium, du fluor, de l'iode, du lithium et du zinc, ont changé la pathogénéité du bacille à *Plodia interpunctella*. Dans le cas des éléments As, Co, Cu et Mo, nous avons noté une augmentation importante de l'action pathogène du bacille tandis que le bore, le fer et surtout le magnésium l'ont diminuée. Il y a lieu de remarquer aussi que, dans certains cas, l'effet des éléments a prolongé l'action pathogène du bacille. Pour les éléments, As, Al, B, Li, Mo et Zn, nous avons obtenu une mortalité se prolongeant jusqu'à 72 et 96 heures après l'infection.

Ces résultats expliquent davantage l'effet des éléments sur le mode d'action du microorganisme. Il semble que les éléments As, Co, Cu et Mo altèrent qualitativement le cristal-toxine et le rendent plus facilement attaquant sur les enzymes protéolytiques du tube digestif produisant ainsi une lyse plus complète. Il se peut également que cette altération, produite par les éléments durant la synthèse de la toxine figurée, amène la libération de substances plus toxiques après la lyse enzymatique intestinale. Un phénomène inverse peut se produire dans le cas du bore et du fer, où nous avons remarqué une diminution du pourcentage de mortalité. Enfin une inhibition importante de la toxicité des substances est produite par le magnésium.

Conclusions

L'infection des chenilles soumises à un stress physiologique avec une suspension témoin de bacille nous a permis de faire les constatations suivantes:

1—Après 24 heures d'infection, le molybdène a accru le pourcentage de mortalité, tandis que l'arsenic et l'aluminium l'ont considérablement réduit. Pour les autres éléments, nous n'avons observé qu'une légère variation de la mortalité.

2—Après 48 heures d'infection, la sensibilité de l'insecte au bacille a été réduite par le cuivre et l'aluminium, tandis que le molybdène, le magnésium et le lithium l'ont accrue. Les autres éléments ont à peine affecté la sensibilité de l'insecte.

L'infection des chenilles élevées dans nos régimes normaux avec une suspension de bacille provenant de culture sur agar nutritif contenant l'un ou l'autre des éléments nous a permis d'observer les principaux faits suivants:

1—Après 24 heures d'incubation, les éléments As, Co, Cu, I, Li, Mo et Zn ont augmenté le pourcentage de mortalité tandis que le bore, le fer et le magnésium l'ont diminué. L'aluminium et le fluor n'ont eu aucun effet appréciable.

2—Après 48 heures d'infection, les éléments As, Co, Cu et Mo ont accru l'action pathogène du bacille, tandis que le bore, le fer et le magnésium l'ont diminué. Dans les autres cas, nous n'avons décelé aucun effet.

Remerciements

Les auteurs expriment leurs sincères remerciements au Conseil des Recherches Agricoles, Ministère de l'Agriculture, Québec, et le Conseil National des Recherches du Canada pour leur aide financière.

Références

- BRIGGS, J. D., 1963, Commercial production of insect pathogens. In *Insect pathology*. Vol. 2. Edited by E. A. Steinhaus. Academic Press Inc., N.Y., 519-548.
- DEDONNER, R. et M. LECADÉ, 1962, Étude des enzymes protéolytiques contenus dans le chyle de *Pieris brassicae* actifs sur le cristal de *Bacillus thuringiensis*. Coll. Internat. Path. Insectes, Paris, 197-203.
- LECADÉ, M. et D. MARTOURET, 1962, Étude comparée de l'hydrolyse enzymatique des cristaux des souches *Bacillus thuringiensis* serotype I—Berliner et *B. thuringiensis* serotype III—Anduze. Coll. Internat. Path. Insectes, Paris, 205-212.
- MARTOURET, D., 1962, Intoxication chez *Pieris brassicae* L. par une fraction enzymatique de la toxine des cristaux des souches *Bacillus thuringiensis* serotype I—Berliner et *Bacillus thuringiensis* serotype III—Anduze. Coll. Internat. Path. Insectes, Paris, 213-220.
- PERRON, J. M. and G. BENZ, 1968. Effects of Yeast and Yeast Fractions on the action of the so-called heat-stable exotoxin of *Bacillus thuringiensis* Berliner in *Drosophila melanogaster* Meigen. *J. Inv. Pathol.* (sous presse).
- PERRON, J. M., L. HUOT et W. A. SMIRNOFF, 1966, Toxicité comparée des éléments Al, As, B, Co, Cu, F, Fe, I, Li, Mg, Mo, Zn pour *Plodia interpunctella* (Hbn.) (Lepidoptère) *Comp. Biochem. Physiol.* **18**, 869-879.
- PERRON, J. M., W. A. SMIRNOFF et L. HUOT, 1967, Comparaison de toxicité de quelques éléments pour *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berl. *Can. J. Microbiol.* **13**, 81-91.

- SMIRNOFF, W. A., 1965, Inhibition of parasporal inclusion synthesis in crystalliferous sporeforming bacteria of the "cereus" group by an aqueous extract of *Viburnum cassinoides* Linnaeus (Caprifoliaceæ) leaves. *J. Inv. Pathol.* **7**, 71-74.
- SMIRNOFF, W. A., 1967, The role of phytocides on the pathology of the phytopagous invertebrates. Proc. Int. Coll. Ins. Pathol. & Microbiol. Control, Wageningen, 1966, 179-180.
- SMIRNOFF, W. A. and P. M. Hutchison, 1965, Bacteriostatic and bacteriocidal effects of extracts of foliage from various plant species on *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner. *J. Inv. Pathol.* **7**, 273-280.

COMMUNICATIONS BRÈVES**DIPLOID AND TETRAPLOID CHROMOSOME RACES
OF *CHRYSANTHEMUM LEUCANTHETHEMUN* L. s.l.**

GERALD A. MULLIGAN

Plant Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa.

Mulligan (1958, 1959) determined the chromosome numbers of Ox-eye daisy, *Chrysanthemum leucanthemum* L. s.l., from 36 localities in Canada and the United States and found that plants from 32 localities were diploid ($2n=18$) and plants from 4 localities were tetraploid ($2n=36$). The 4 localities that had tetraploid plants, were Lauzon, Lennoxville and Batiscan in the Province of Quebec and Tidehead, New Brunswick. Diploids also occur at Batiscan. The *Chrysanthemum leucanthemum* complex in Europe contains not only diploids and tetraploids but plants with higher ploidy levels (Favarger & Villard 1965). However only diploids and tetraploids are naturalized in North America. Pollen grains of diploid plants range from 16.3μ to 19.5μ , tetraploids from 19.5μ to 22.8μ and plants with higher ploidy levels have larger pollen grains. When the pollen grains of 191 Canadian and United States herbarium specimens were measured, all had pollen grains between 16.3μ and 22.8μ . A total of 162 herbarium specimens had pollen grains in the diploid size range whereas 29 specimens had pollen grains within the tetraploid size range. Most of the plants with tetraploid size pollen grains were collected between Quebec City and Gaspé.

Diploid plants have the basal leaves coarsely and irregularly toothed and the middle and upper leaves usually narrowly oblong or oblanceolate, conspicuously subpinnatifid at the base whereas tetraploid plants have basal leaves usually spatulate-obovate and closely and regularly crenate and the middle and upper leaves usually oblong or oblanceolate, coarsely crenate or dentate above with larger spreading teeth at the base. Böcher and Larsen (1957) included diploid plants under *C. leucanthemum* L. s. str. and tetraploids under *C. ircutianum* Turcz.

While collecting between Quebec City and Percé in the first three weeks of July 1967, I noticed that the Ox-eye daisy in flower at that time had the morphology of the tetraploids. Flower buds were fixed from plants growing near Bridgeville, Gaspé County and 29 pollen mother cells were examined at diakinesis. Two of the cells examined had the configuration $16_{II} + 1_{IV}$, 17 cells $14_{II} + 2_{IV}$, 8 cells $12_{II} + 3_{IV}$ (Fig. 1) and 2 cells $10_{II} + 4_{IV}$. Pollen mother cells off diploid plants from North America examined by Mulligan (1959) had

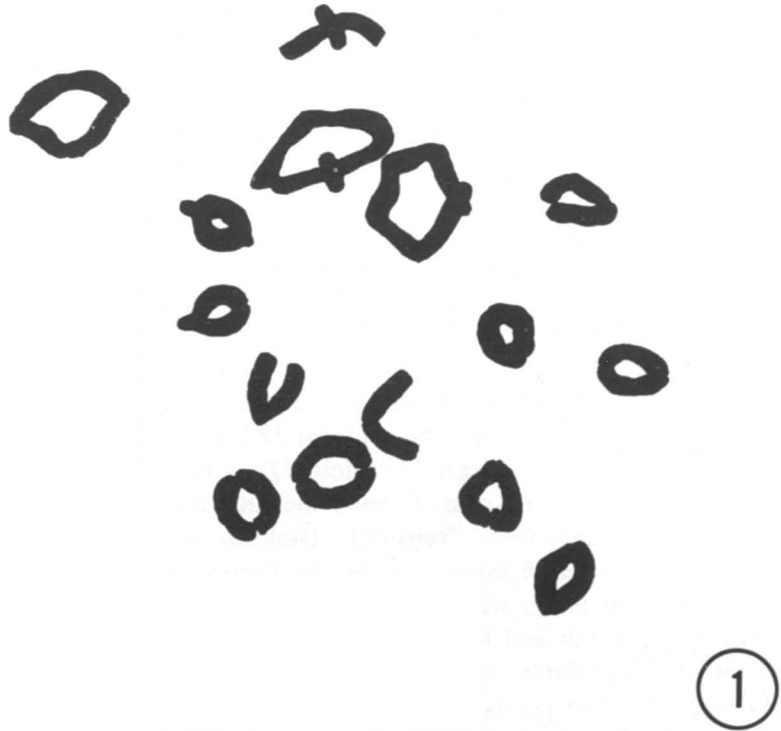


FIGURE 1. X2000. Tetraploid *Chrysanthemum ircutianum* Turcz., diakinesis, 12 bivalents and 3 quadrivalents.

9 bivalents at diakinesis. Favarger and Villard (1965) found 9 bivalents in European diploids and from 1 to 3 quadrivalents in European tetraploids. The presence of up to 4 quadrivalents in the tetraploid chromosome race of *C. leucanthemum* suggests that it may be an autotetraploid. Further sampling of meiotic configurations in the tetraploids east of Quebec City might reveal plants with a higher number of quadrivalents in pollen mother cells.

The distribution and abundance of the two chromosome races in the area from Quebec and Percé is unknown. We do know that diploids occur at St. Fabien, Ste-Angele-de-Merci and Lac-au-Saumon, and tetraploids at Lauzon and Bridgeville. However a detailed survey of the chromosome races in this area has not been attempted. Studies by someone who could make several trips into the area would be most fruitful. Favarger and Villard (1965) found that in Europe diploids and tetraploids sometimes grow together and that the diploids flower earlier than the tetraploids and occupy slightly different habitats. How do our introduced populations of these chromosome races behave? Do the diploids and tetraploids hybridize in Canada or are the two chromosome

races isolated by some mechanism? These are some of the questions still to be answered. The population of diploid and polyploid *C. leucanthemum* along the south shore of the St. Lawrence east of Quebec City seems ideal for studies that will answer these interesting questions.

References

- BÖCHER, T. W. and K. LARSEN, 1957. Cytotaxonomical studies in the *Chrysanthemum leucanthemum* complex. *Watsonia*, **4**, 11-16.
- FAVARGER, C. et M. VILLARD, 1965. Nouvelles recherches cytotoxonomiques sur *Chrysanthemum L. sens. lat.* *Bull. Soc. Bot. Suisse*, **75**: 57-79.
- MULLIGAN, G. A., 1957. Chromosome races in the *Chrysanthemum leucanthemum* complex. *Rhodora*, **60**: 122-125.
- MULLIGAN, G. A. 1959. Chromosome numbers of Canadian weeds. II. *Can. J. Botany*, **37**, 81-92.

POPULUS X POLYGONIFOLIA,
HYBRIDA NOVA (SALICACEAE).

F. GUY BERNARD

Institut Botanique de l'Université de Montréal,
4101 est, rue Sherbrooke, Montréal 36.

On sait la facilité avec laquelle nos différentes espèces de *Populus* hybrident entre elles. Aussi n'est-il pas rare de trouver des spécimens d'herbier non identifiés, si ce n'est sous le vocable « *Populus sp., hybride ?* »

En juillet 1967, nous avons justement observé un cas intéressant d'hybridisme chez *Populus*. Il s'agissait d'un arbre relativement jeune, mesurant 2 cm. de diamètre à la base et atteignant une hauteur approximative de 1.5 m. Cet arbuste croissait avec d'autres du même âge et représentant diverses espèces dont *Populus tremuloides* et *P. grandidentata*. Il s'agissait bien d'un cas d'hybri-

X Populus Jackii

(*P. balsamifera X deltoides*)

d'après spécimen E. Rouleau 1624

Populus deltoides X tremuloides

d'après spécimen F. Cléonique 11403

Populus balsamifera X tremuloides

d'après spécimen E. Rouleau 2036

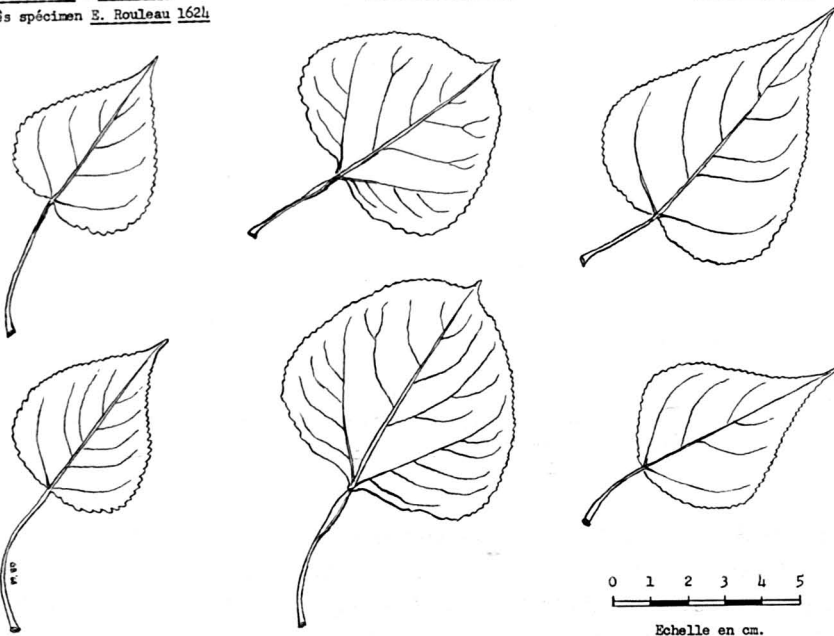
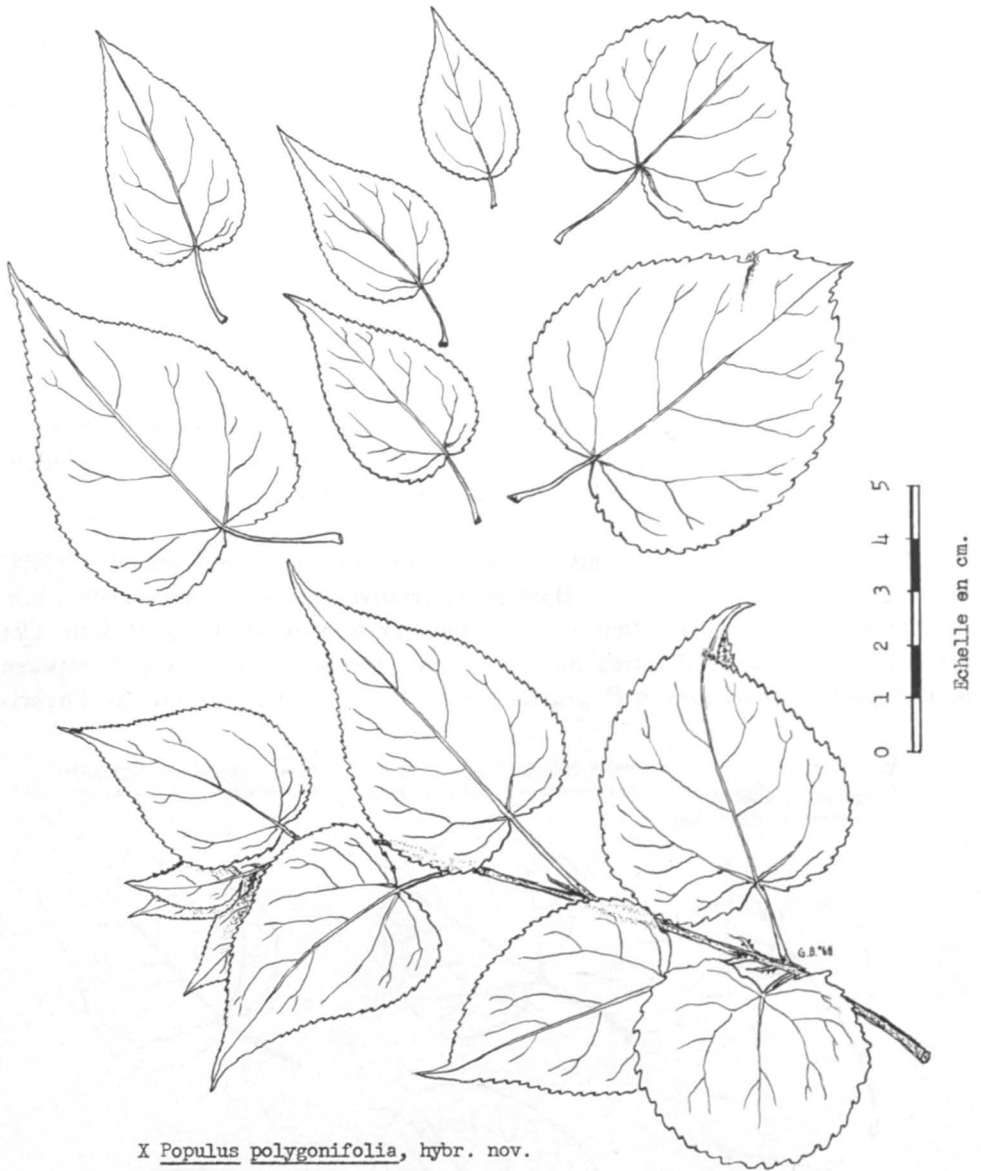


Fig. 1—Feuilles typiques des hybrides entre *Populus balsamifera* L.,
P. deltoides Marsh. et *P. tremuloides* Michx.



X *Populus polygonifolia*, hybr. nov.
d'après spécimen G. Bernard 67352

Fig. 2—Tige et feuilles typiques de l'hybride ternaire X *Populus polygonifolia* G. Bernard.

disme, mais les caractères qui en résultaient ne pouvaient être attribués qu'à un couple de deux espèces; ce que confirma d'ailleurs la confrontation (voir fig. 1) avec divers spécimens d'hybrides de l'Herbier Marie-Victorin. L'un des parents devait forcément être lui-même un hybride. Dès lors, il nous sembla trop complexe de le signaler par le trinome désignant ses « trois parents » vraisemblables, soient *Populus balsamifera* L., *P. deltoides* Marsh. et *P. tremuloides* Michx. Il

parut donc plus opportun de le dénommer en référant à la forme générale de la plupart de ses feuilles (voir *Fig. 2*), soit par l'épithète *polygonifolia* rappelant divers *Polygonum*, en particulier *P. cristatum* et *P. cilinode*.

L'unique récolte que nous ayons faite de cet hybride ternaire *G. Bernard 67352*) provient d'un affleurement de grès de Potsdam du centre de l'île Perrot, comté de Vaudreuil (Province de Québec, Canada). L'HOLOTYPE en est conservé à l'Herbier Marie-Victorin (MT) de l'Université de Montréal.

Verosimiliter hybridus Populus balsamifera L. X *P. deltoides* Marsh. X *P. tremuloides* Michx. Foliis plerumque lanceolatis basi que cordata (ut in *Polygonum cilinode* vel *P. cristatum*), apice longe vel abrupte acuminata, margine ciliatis, dentibus glandulosis, imis glandulis superne, et prominentibus nervis inferne. Stipulis longe acuminatis vel nervis reductis.

Specimen holotypicum ab insula Perrot (ca. 45°23' N. 73°57' W.) prope Monte Regii (Montréal, Canada), legit Guy Bernard, sub numero 67352, et in Herbarium Mariæ-Victorinii (MT) Universitatis Montis Regii conservatum.

FORME BLANCHE DE *MYOSOTIS ARVENSIS* (L.) HILL
(BORAGINACEAE).

F. GUY BERNARD,

*Institut Botanique de l'Université de Montréal,
4101 est, rue Sherbrooke, Montréal 36.*

Ayant récolté, durant l'été 1967, des spécimens d'une forme blanche de *Myosotis arvensis* (L.) Hill, nous avons vainement cherché, dans la littérature scientifique qui nous était accessible, une mention formelle de la dite forme blanche. Nous disposions alors de la publication de Boivin, 1966⁴ et des volumes de Fernald, 1950⁹, de Gleason, 1952¹⁰ et de M.-Victorin, 1964¹⁴. Nous avons référé, par la suite, à l'Index Grayanus; mais nous n'y avons rien trouvé de ce que nous y cherchions. La seule allusion que nous ayons rencontrée, dans la littérature nord-américaine, est de Bailey, 1922². L'auteur, en traitant du genre *Myosotis* L., affirme : « White-flowered forms of all the species may occur »; mais il ne décrit pas de forme albiflore précise.

Puisque *Myosotis arvensis* est vraisemblablement d'origine outre-atlantique, nous avons donc entrepris de dépouiller la documentation européenne susceptible de fournir quelque mention de la forme blanche. Nous avons d'abord consulté les auteurs anglais suivants : Butcher, 1961⁶, Clapham et al., 1952⁸ et Stapf, 1930¹⁶; aucun ne désignait la forme en question. Chez les auteurs français Bonnier, 1912-14⁵ et Chassagne, 1957⁷, même omission. Pourtant, Rouy, 1908¹⁵ signalait chez le *Myosotis intermedia* Link (qui semble un synonyme de *M. arvensis*): « Corolle rose, puis bleue, rarement blanche ». Baillon, 1891³ avait déjà formulé la même remarque. D'Europe centrale, nous avons consulté la collection d'Ascherson, 1896-1935¹ puis celle de Hegi, 1906-31¹¹ ainsi que le volume de Janchen, 1958¹². Nous n'y avons pas rencontré de mention de la forme blanche. Même silence encore dans les monographies du genre *Myosotis* L. soit de l'américain Johnston, 1924¹³ ou soit de l'anglais Wade, 1942¹⁷.

Il nous paraît donc à peu près certain que la forme blanche du *Myosotis arvensis* (L.) Hill n'a pas encore été décrite. Dès lors, nous proposons la désignation suivante :

f. albiflorum G. Bernard, *forma nova*.

Similiter Myosotis arvensis (L.) Hill *typicum*; *floribus albis*.

Specimen holotypicum, ab insula Perrot prope Monte Regii (Montréal, Canada), legit Guy Bernard, sub numero 67247a, et in Herbarium Mariæ-Victorinii Universitatis Montis Regii conservatum.

L'HOLOTYPE, récolté le 19 juin 1967, provient de l'île Perrot, comté de Vaudreuil (Province de Québec, Canada). Il est déposé à l'Herbier Marie-Victorin (MT).

- (1) ASCHERSON, P. und GRAEBNER, P., 1896-1935. Synopsis der Mitteleuropaischen Flora. Verlag von Gebrüder Borntraeger, Leipzig.
- (2) BAILEY, L. H., 1922. Standard Cyclopedia of Horticulture, Vol. IV. Macmillan Company, New York.
- (3) BAILLON, H., 1891. Dictionnaire de Botanique, tome 3. Librairie Hachette, Paris.
- (4) BOIVIN, B., 1966. Enumération des Plantes du Canada. *Naturaliste can.* **93**: 989-1063.
- (5) BONNIER, G., 1912-14. Flore complète de France, Suisse et Belgique, tome VIII. E. Orlhac, Paris.
- (6) BUTCHER, R. W., 1961. New illustrated British Flora, Vol. 2. Leonard Hill (Books) Limited, London.
- (7) CHASSAGNE, M., 1957. Inventaire analytique de la Flore d'Auvergne, tome II. Editions Paul Lechevalier, Paris.
- (8) CLAPHAM, A. R., TUTIN, T. G. & WARBURG, E. F., 1952. Flora of the British Isles. Cambridge University Press, Cambridge.
- (9) FERNALD, M. L., 1950. Gray's Manual of Botany, 8th ed. American Book Co. New York.
- (10) GLEASON, H. A., 1952. New Brown & Britton Illustrated Flora, Vol. 3. New York Botanical Garden, New York.
- (11) HEGI, G., 1906-31. Illustrierte Flora von Mittel=Europa, Band V, Teil 3. J. F. Lehmanns Verlag, München, Deutschland.
- (12) JANCHEN, von E., 1958. Catalogus Florae Austriae, Teil I, Heft 3. Christoph Reisser's Söhne, Wien, Osterreich.
- (13) JOHNSTON, M., 1924. Synopsis of the American Native and Immigrant Borages of the Subfamily Boraginoideæ, Myosotis. *Contr. Gray Herb.* **70**: 3-61.
- (14) MARIE-VICTORIN, F. 1964. Flore laurentienne, 2e éd. Presses de l'Université de Montréal, Montréal.
- (15) ROUY, G., 1908. Flore de France tome X. Société des sciences naturelles de la Charente Inférieure, Asnières.
- (16) STAFF, O., 1930. Index Londinensis, Vol. IV. Clarendon Press, Oxford.
- (17) WADE, A. E., 1942. Notes on the genus Myosotis. *Journ. Bot. (Lond.)* **80**: 127-129.

REVUE DES LIVRES

LURIA, S. E. et DARNELL JR., J. E. 1967. **General Virology**. 2ième édition. John Wiley & Sons Inc., New York, XV + 512 p., 31 tab., 142 fig. 16 × 23 cm. Relié, U.S. \$12.50.

Depuis plusieurs années, on nous avait habitué à considérer la virologie comme une science voisine de la chimie physique et de la chimie des protéines. À cause de la similitude des méthodes, la science des virus particules risquait de s'identifier à la science des protéines et des acides nucléiques, parties composantes des virus. Les auteurs du volume *General Virology, 2nd edition*, replacent avec bonheur la virologie dans un contexte biologique.

Cette heureuse façon de voir repose sur une analogie biologique. Pour les auteurs, Luria et Darnell, il faut voir les parties composantes des particules-virus (virion) de la même façon que l'on examine les parties composantes des cellules végétales et animales. Ils traitent donc tantôt des virions (ainsi le chapitre 4 : *Properties of virus*) tantôt des principales composantes des virions (le chapitre 5 : *The Chemistry of virus*).

En outre, il faut noter le grand nombre de références récentes citées dans l'ouvrage. Les auteurs soulignent ainsi le dynamisme de la virologie dans le vaste champ de la biologie.

On pourrait à la rigueur diviser le volume en deux parties. Les chapitres 2 à 7 inclusivement couvrent l'étude des propriétés des virions et des parties composantes et l'effet des facteurs physiques et chimiques sur les particules virales. Cette partie constitue un très bon manuel de documentation avec de bonnes définitions, de très nombreuses références et plusieurs excellentes photographies, en particulier au chapitre 4, (*Properties of virus*).

Dans une deuxième partie qu'on serait tenté d'intituler physiologie et écologie des virus au niveau des cellules, les auteurs abordent les problèmes des rapports cellule-hôte et virus. A part une faiblesse dont nous parlerons plus bas, il faut constater un intérêt très élevé des auteurs pour ces problèmes. Les idées sont élaborées avec beaucoup de facilité et souvent avec des détails très poussés (ainsi le chapitre 10 sur la génétique des bactériophages). Dans les chapitres 9 à 11 (plus de 100 pages), l'intérêt porte sur les bactériophages; leur rapport avec les bactéries, leur génétique et leur lyse.

A la suite d'une introduction à la biologie cellulaire animale, les auteurs traitent des virus des animaux dans les chapitres 13 à 16 inclusivement (ici aussi, plus de 100 pages). Le chapitre 16 intitulé *Tumor viruses* en plus de faire le point sur les virus à tumeur dans les animaux se veut être une source de provocation pour inciter des recherches sur les virus cancérogènes.

A peine 30 pages sont consacrées au rapport entre les plantes, leurs cellules et les virus (chapitre 17: *The interaction between plant viruses and their hosts*). Même s'il faut être d'accord avec les auteurs à l'effet que les connaissances des rapports entre les virus des plantes et leurs hôtes sont limitées, on aurait espéré qu'un volume traitant de virologie générale rapporte, pour les virus des plantes, certains des aspects soulevés lors de l'étude

des bactériophages et des virus des animaux surtout si on considère l'importance économique des maladies des plantes annuelles attribuables aux virus (page 17).

Enfin, assez curieusement, les auteurs ont groupé quelques informations sur les rapports virus-insectes en un chapitre (18) court de 10 pages. Seuls les auteurs pourraient nous dire la raison de l'isolement de ce chapitre surtout après avoir prévenu dans les premières pages que le groupement des virus a été effectué selon les grands groupes naturels à savoir: bactériophages, virus d'animaux et virus de plantes.

Dans une sorte d'épilogue, (chapitre 19), les auteurs traitent de l'origine et de la nature des virus. Ils y font preuve d'une logique qui rejoint les notions modernes devenues classiques telles que "le virus n'est rien d'autre qu'une partie de cellule."

Tenter de couvrir avec succès tous les aspects de virologie générale est assez difficile à réaliser si les auteurs sont éloignés des certains secteurs. Cela peut expliquer les faiblesses soulignées par un pathologiste des plantes. A part cette faiblesse, l'œuvre de Luria et Darnell demeure un travail d'une qualité exceptionnelle et dont l'une des principales valeurs réside dans la présentation de la virologie dans les cadres de la biologie.

Marcel LORTIE

HARTMANN, F.-K., et JAHN, G., 1967. **Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen.** (Les groupements forestiers du domaine montagneux centreeuropéen au nord des Alpes). Tabellen, Grundlagen und Erläuterungen. Coll. *Ökologie der Wälder und Landschaften*, vol. 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. En deux parties; partie I : VIII + 636 p., partie II : 50 tab., 2 cartes. 18.5 x 25.5 cm. Les deux parties reliées, DM 148.00.

Ce volume est le premier à paraître dans la nouvelle collection allemande *Ökologie der Wälder und Landschaften* éditée par le Professeur Hartmann. Les auteurs y ont réuni une documentation extrêmement abondante et souvent inédite, concernant les groupements forestiers des montagnes centreeuropéennes situées au nord des Alpes. Au total, 46 associations furent retenues et groupées en 6 sous-alliances, 8 alliances et 6 ordres à savoir, les *Vaccinio-Piceetalia*, les *Fagetalia*, les *Quercetalia pubescentis*, les *Quercetalia robori-petrae*, les *Dicrano-Pinetalia* et les *Anetalia glutinosæ*.

L'ordre des *Vaccinio-Piceetalia* est représenté par l'unique alliance: le *Vaccinio-Piceion*, divisée en deux sous-alliances: l'*Eu-Vaccinio-Piceion* couvrant, par ses associations de pin de montagne (*Pinus mugho*) et d'épicéa commun (*Picea abies*), l'étage sub-alpin et l'étage de haute montagne alors que les associations de sapin pectiné (*Abies pectinata*) réunies dans la sous-alliance d'*Abieti-Piceion* partagent le terrain de l'étage montagnard supérieur avec les hêtraies à érable (*Aceri-Fagetum (sylvaticæ)*) les érablières à ormes (*Ulmo-Aceretum*) et les frênaies à érable (*Aceri-Faxinetum (excelsioris)*) ces trois dernières appartenant déjà à l'ordre des *Fagetalia*.

Ce dernier comporte trois alliances: le *Fagion*, le *Carpinion* et l'*Alno-Padion*. L'alliance du hêtre commun, le *Fagion (sylvaticæ)* est divisée à son tour en quatre sous-alliances dont la première, *Acerion*, participe à la colonisation de l'étage supérieur et une partie de l'étage montagnard; les deux suivantes, *Asperulo-Fagion* et *Luzulo-Fagion*, à l'étage montagnard et partiellement submontagnard, ce dernier étant surtout occupé par les hêtraies du *Luzulo-Fagion* et de *Cephalanthero-Fagion*. Quant à l'alliance du charme commun

(*Carpinus betulus*), le *Carpinion*, elle groupe les forêts de chêne (*Quercus pedunculata*) et de charme, de l'étagé des collines. Enfin, l'alliance de l'*Alno-Padion* réunit les forêts riveraines d'aulnes (*Alnus glutinosa*, *Alnus incana*) et de frêne commun (*Fraxinus excelsior*).

L'ordre des *Quercetalia pubescentis* représenté par l'unique alliance, le *Quercion pubescenti-petrae*, groupe les chênaies thermophiles mixtes dans lesquelles les pins jouent parfois un rôle important. Les chênaies dominées principalement par *Quercus petraea*, furent réunies, pour leur part, dans l'alliance du *Quercion robori-petrae* de l'ordre des *Quercetalia robori-petrae* alors que les forêts de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) font partie de l'alliance du *Dicrano-Pinion* de l'ordre des *Dicrano-Pinetalia*.

Enfin, les associations d'aulne commun (*Alnus glutinosa*) forment l'alliance de l'*Alnion glutinosae* de l'ordre des *Alnetalia glutinosae*.

Le volume comporte pour chacune des associations un tableau floristique composé de plusieurs relevés; chaque relevé étant localisé et la station décrite au point de vue de ses facteurs physiques. Il contient également un index des noms latins et allemands des groupements décrits et de leurs synonymes, ainsi qu'un index des noms polonais et tchèques des localités d'où proviennent les différents relevés. Enfin, les auteurs ont réuni une bibliographie de plus de 650 titres.

Bien que l'on doive noter d'énormes différences, plusieurs des unités phytosociologiques de cet ouvrage présentent des caractères floristiques et écologiques comparables avec certains de nos groupements québécois. C'est à ce point de vue surtout que ce volume qui renferme une véritable mine de renseignements phytosociologiques, doit être fortement recommandé à tous ceux qu'intéressent les problèmes de l'étude des groupements végétaux et de leur classification.

Miroslav M. GRANDTNER

ANONYME, 1966. **Vegetation map of Iceland**. Sheets: 191 Hvítárvatn, 192 Blafell, 210 Blágnjúver, 211 Kerlingarfjöll, 212 Nordurleit. Cultural Fund, Reykjavík. Lithographie en 7 couleurs. Echelle 1: 40,000. Feuilles de 73 x 58 cm, pliées 11 x 21 cm. Prix 45 Kr. la feuille.

Les six feuilles de la carte de la végétation de l'Islande, à l'échelle de 1: 40,000, furent réalisées par l'Institut des recherches agricoles. Elles représentent la végétation naturelle et les terrains dépourvus de cette dernière tels que plages de gravier, champs de lave, pièces d'eau libre et affleurements rocheux. Le territoire couvert de végétation est d'abord divisé, à la fois en fonction du régime de drainage et de la formation écologique qui en résulte, en terrains bien drainés, imparfaitement drainés, tourbières et fens. Ces unités n'apparaissent cependant comme telles que dans la légende. Ce qui apparaît réellement sur la carte ce sont les différentes couleurs qui correspondent à certains complexes, non identifiés d'ailleurs, de formations végétales. Par exemple, les terrains bien drainés sont colonisés par deux de ces complexes: l'un représentant les groupements dominés par *Rhacomitrium*, l'autre réunissant une série de groupements dominés par *Empetrum hermafroditum*, *Betula nana*, *Betula pubescens*, *Salix glauca*, *Kobresia myosuroides*, *Juncus trifidus*, *Carex rigida*, etc. Chaque groupement est délimité sur la carte et identifié au moyen d'une lettre majuscule et d'un chiffre. C'est ainsi qu'à l'intérieur du complexe à *Rhacomitrium*, représenté par la couleur brune unie, les auteurs ont reconnu et délimité huit groupements différents, numérotés de A₁ à A₈.

Les terrains dits "sans végétation", dont l'étendue est souvent considérable, sont représentés par les dégradés: du brun dans le cas des champs de laves et des étendues de sable et de gravier, du bleu dans le cas des pièces d'eau libre alors que les affleurements et autres types de paysages, — cette dernière catégorie comprenant notamment les glaciers — , sont laissés en blanc.

La végétation couvre, en moyenne, moins de 50% du territoire cartographié dont environ un tiers dominé par les groupements de *Rhacomitrium*, un autre tiers composé des groupements à *Empetrum hermafroditum*, *Betula nana*, *Betula pubescens*, *Salix glauca*, *Salix lanata*, *Salix phylicifolia*, *Kobresia myosuroides*, *Juncus trifidus*, *Carex rigida*, *Elymus arenarius*, *Salix herbacea*, *Carex lachenalii*, *Eriophorum scheuchzeri*, *Angelica officinalis* et un dernier tiers partagé entre les groupements caractérisés par *Equisetum palustre*, *Juncus balticus*, *Calamagrostis neglecta*, *Salix phylicifolia*, *Carex rigida*, *Carex goodenoughii*, *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium*, *Carex rariflora* et un complexe de végétation dont la composition n'est pas précisée. L'importance quantitative de la végétation est indiquée au moyen de trois symboles additionnels selon que cette dernière occupe plus de deux tiers, entre un et deux tiers ou moins d'un tiers de la superficie d'une unité cartographique.

La *Carte de la végétation de l'Islande* est, dans l'ensemble, très intéressante, bien présentée et très lisible. Elle représente un document cartographique que tout écologiste, botaniste ou géographe intéressé à la végétation des régions froides aura intérêt à consulter.

Miroslav M. GRANDTNER

MATSON, J.R., 1967. **The adaptable black bear**. Dorrance and Company, Philadelphie. XI + 147 p., 15 pl. hors-texte. Relié, \$4.00.

M. Matson fait partie de cette génération de chasseurs-naturalistes qui, grâce surtout à un sens aigu de l'observation et aussi à un esprit critique bien développé, ont si largement contribué à nous éclairer sur l'histoire naturelle de nos oiseaux et mammifères gibiers. Depuis plus de soixante ans, il a observé et chassé l'ours noir avec un groupe d'amis en Pennsylvanie et en Nouvelle-Angleterre, ce qui lui a permis d'accumuler directement des informations dont plusieurs ont fait l'objet de publications dans le *Journal of mammalogy*.

La nature et les habitudes de l'ours noir restent des sujets très controversés, mais la capacité d'adaptation de cet animal ne fait de doute pour personne. Comme l'indique le titre de ce petit livre, l'auteur s'attache surtout à démontrer la remarquable adaptabilité de cet animal qui possède des dents et des griffes formidables, la vitesse et la puissance d'un prédateur et le court tube digestif typique d'un carnivore mais qui montre une dépendance presque complète et une préférence marquée pour une diète de matières végétales concentrées telles que fruits, graines et racines. Voici un animal qui, contrairement aux autres, s'accouple lorsque sa condition physique est à son point le plus bas dans le cycle annuel, qui met bas durant la saison la plus inclemente de l'année et qui peut passer cinq ou six mois sans boire ni manger. Plusieurs croyances qui se sont perpétuées à travers la littérature sont mises en doute ou carrément réfutées par l'auteur, en particulier au sujet des migrations de l'ours noir, de ses manifestations vocales, de son hibernation, de son abri hivernal et de son rôle déprédateur.

Dans l'étude d'espèces comme l'ours noir dont la densité de population est très faible et dont les habitudes nocturnes rendent l'observation si difficile, l'auteur est sceptique quant à la contribution des biologistes ou naturalistes professionnels qui peuvent rarement consacrer assez de temps à un travail valable. Il est convaincu que des amateurs, s'ils sont intelligents, attentifs et dévoués peuvent acquérir sur le terrain une meilleure connaissance que les professionnels. M. Matson avoue cependant avoir toujours profité des conseils des biologistes de l'Université Cornell qui lui suggéraient des méthodes expérimentales pouvant donner une valeur scientifique à ses découvertes.

Le lecteur sera surpris de constater que l'auteur ignore l'existence d'une méthode précise pour déterminer l'âge de l'ours noir. Il regrettera aussi que la discussion sur le rôle de l'ours noir comme prédateur se limite à considérer ses incuries parmi les animaux domestiques. Aucune mention n'est faite du rôle de l'ours comme prédateur de l'orignal et du cerf de Virginie.

Gaston MOISAN

JENNINGS, T.J., 1967. **Mysteries of Animal Behaviour**. A. Wheaton, Exeter, Great Britain. V + 121 p., 45 dessins et 2 cartes. 15 x 23 cm. Relié, 15/-net.

Les comportements des animaux fascinent et souvent déconcertent celui qui les observe. Pour l'observateur non averti, certains agissements de l'animal semblent insolites, inexplicables, voire même répréhensibles. T. J. Jennings a entrepris la tâche complexe de donner des explications à ces phénomènes et il a produit un ouvrage intéressant.

Dans son livre, l'auteur s'attache à interpréter les actions des animaux aussi fidèlement qu'il est possible à un humain de le faire. Certains animaux possèdent un instinct étonnant; chez d'autres, un des sens manifeste une acuité particulière; certains sont solitaires et bagarreurs, d'autres sont grégaires et pacifiques; les uns sont sédentaires, les autres sont nomades. Tous ces comportements ont un but commun: le succès de la lutte pour la vie. L'auteur examine les divers aspects de ce combat et il décrit les armes des combattants.

Le livre de T. J. Jennings présente un intérêt certain. Il constitue une approche habilement vulgarisée aux grands principes écologiques qui régissent le comportement et la vie des animaux. Le lecteur y découvrira progressivement l'explication de bien des mystères qui entourent la vie animale; et ce qui le frappera sûrement, c'est la logique indéniable et parfois cruelle du processus de la nature.

L'auteur termine son ouvrage par un chapitre consacré à différentes suggestions sur la manière d'observer le comportement des animaux. Il suggère aussi seize expériences facilement réalisables qui pourraient sans doute servir au professeur de biologie du Cours Secondaire pour intéresser ses élèves à l'observation et à l'étude de la nature.

René LAVOIE

Sommaire

L'oeuvre et l'héritage de l'abbé Léon Provancher	RENÉ BÉIQUE	609
<i>Braconidae</i> described by l'abbé Provancher	R. D. SHENEFELT	627
Remarques sur quelques insectes diptères du genre <i>Omphrale</i> meigen (Diptera: Scenopinidae)	E. SÉGUY	657
On the Saldidae Types in the Provancher Collection, and a new Name for <i>Salda Coriacea</i> Uhler (Heteroptera)	LEONARD A. KELTON and JOHN D. LATTIN	661
Sur quelques <i>Notodontidae</i> (Lepidoptera: Notodontoides) Australiens....	S. G. KIRIAKOFF	667
Quelques Trichoptères néarctiques nouveaux ou peu connus	F. SCHMID	673
A Fifth Species of <i>Nitela</i> from North America (Hymenoptera: Sphecidae).	KARL V. KROMBEIN	699
Contributions to the knowledge of North American Ichneumoninae.....	GERD HEINRICH	703
Les genres <i>Neurocyta</i> Navas et <i>Phryganopsyche</i> Wiggins en Inde (Trichop- tera, Phryganeidae et Phryganopsychidae)	F. SCHMID	723
Une nouvelle espèce du genre <i>Myrmica</i> (Formicidae, Hymenoptera) au Québec	ANDRÉ FRANCOEUR	727
La reine de <i>Dorylus</i> (<i>Anomma</i>) <i>kohli</i> Wasmann (Hymenoptera: Formici- dae)	J. K. VAN BOVEN	731
<i>Aeshna clepsydra</i> (Say) (Odonata: Aeshnidae) au Québec	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	741
Les fourmis de la Drôme et des Basses-Alpes, en France (Hymenoptera, Formicidae)	CHARLES GASPAR	747
<i>Pantala hymenea</i> (Say) (Odonata: Libellulidae) au Québec	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	767
Étude de la densonucléose de <i>Galleria mellonella</i> L. (Lepidoptera) par les techniques de fluorescence.	E. KURSTAK, I. GORING, S. GARZON et J. R. CÔTÉ	773
Effets de certains éléments sur la relation hôte/pathogène, <i>Plodia inter- punctella</i> (Hbn.) et <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> Berliner	J.-M. PERRON, W.-A. SMIRNOFF et L. HUOT	785
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Diploid and tetraploid chromosome races of <i>Chrysanthemum leucanthem- um</i> L. s. I.	GERALD A. MULLIGAN	793
<i>Populus</i> × <i>polygonifolia</i> , hybrida nova (Salicaceae)	F. GUY BERNARD	797
Forme blanche de <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill (Boraginaceae)	F. GUY BERNARD	801

REVUES PUBLIÉES PAR L'UNIVERSITÉ LAVAL

RECHERCHES SOCIOGRAPHIQUES

Revue publiée par le département de sociologie et d'anthropologie de l'université Laval avec le concours du Centre de Recherches sociales. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$2.00 (3 numéros par an).

LAVAL THÉOLOGIQUE ET PHILOSOPHIQUE

Publiée par les facultés de théologie et de philosophie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$4.00, à l'étranger \$4.50, le numéro: \$2.00 (2 numéros par an).

SERVICE SOCIAL

Publiée par l'école de service social de l'université Laval. Elle traite de travail social, de bien-être, de médecine, de psychiatrie et de psychologie, de législation, d'administration publique et de sociologie. Abonnement annuel: au Canada \$3.00, à l'étranger \$3.50, le numéro: \$1.25 (3 numéros par an).

CAHIERS DE GÉOGRAPHIE DE QUÉBEC

Publiée par l'Institut de géographie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$8.00, le numéro: \$3.00 (3 numéros par an).

RELATIONS INDUSTRIELLES / INDUSTRIAL RELATIONS

Publiée en français et en anglais par le département des relations industrielles de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro: \$1.50 (revue trimestrielle).

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE / VOCATIONAL GUIDANCE

Publication officielle de la Corporation des Conseillers d'orientation professionnelle du Québec. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$1.25 (5 numéros par an).

Pour abonnements, s'adresser au
Service des revues,
LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL,
C.P. 2447, Québec 2.

Sommaire

L'oeuvre et l'héritage de l'abbé Léon Provancher	RENÉ BÉIQUE	609
Braconidae described by l'Abbé Provancher	R. D. SHENEFELT	627
Remarques sur quelques insectes diptères du genre <i>Omphrale meigen</i> (Diptera: Scenopinidae)	E. SÉGUY	657
On the Saldidae Types in the Provancher Collection, and a new Name for <i>Salda Coriacea</i> Uhler (Heteroptera)	LEONARD A. KELTON and JOHN D. LATTIN	661
Sur quelques <i>Notodontidae</i> (Lepidoptera: Notodontoides) Australiens	S. G. KIRIAKOFF	667
Quelques Trichoptères néarctiques nouveaux ou peu connus ... F. SCHMID		673
A Fifth Species of <i>Nitela</i> from North America (Hymenoptera: Sphecidae).	KARL V. KROMBEIN	699
Contributions to the knowledge of North American Ichneumoninae	GERD HEINRICH	703
Les genres <i>Neurocyta</i> Navas et <i>Phryganopsyche</i> Wiggins en Inde (Trichop- tera, Phryganeidae et Phryganopsychidae)	F. SCHMID	723
Une nouvelle espèce du genre <i>Myrmica</i> (Formicidae, Hymenoptera) au Québec	ANDRÉ FRANCOEUR	727
La reine de <i>Dorylus</i> (<i>Anomma</i>) <i>kohli</i> Wasmann (Hymenoptera: Formici- dae)	J. K. VAN BOVEN	731
<i>Aeshna clepsydra</i> (Say) (Odonata: Aeshnidae) au Québec	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	741
Les fourmis de la Drôme et des Basses-Alpes, en France (Hymenoptera, Formicidae)	CHARLES GASPARD	747
<i>Pantala hymenea</i> (Say) (Odonata: Libellulidae) au Québec	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	767
Étude de la nature polytrophe du virus icosaedrique de la densonucleose de Lépidoptères par les techniques de fluorescence	E. KURSTAK, I. GORING, S. GARZON et J. R. CÔTÉ	773
Effets de certains éléments sur la relation Hôte/pathogène, <i>Plodia inter- punctella</i> (Hbn.) et <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> Berliner	J.-M. PERRON, W.-A. SMIRNOFF et L. HUOT	785
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Diploid and tetraploid chromosome races of <i>Chrysanthemum leucanthem- um</i> L. s. I.	GERALD A. MULLIGAN	793
<i>Populus X polygonifolia</i> , <i>Hybrida nova</i> (Salicaceae) ... F. GUY BERNARD		797
Forme blanche de <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill (Boraginaceae)	F. GUY BERNARD	801

Volume 95,
N° 4,
juillet - août 1968

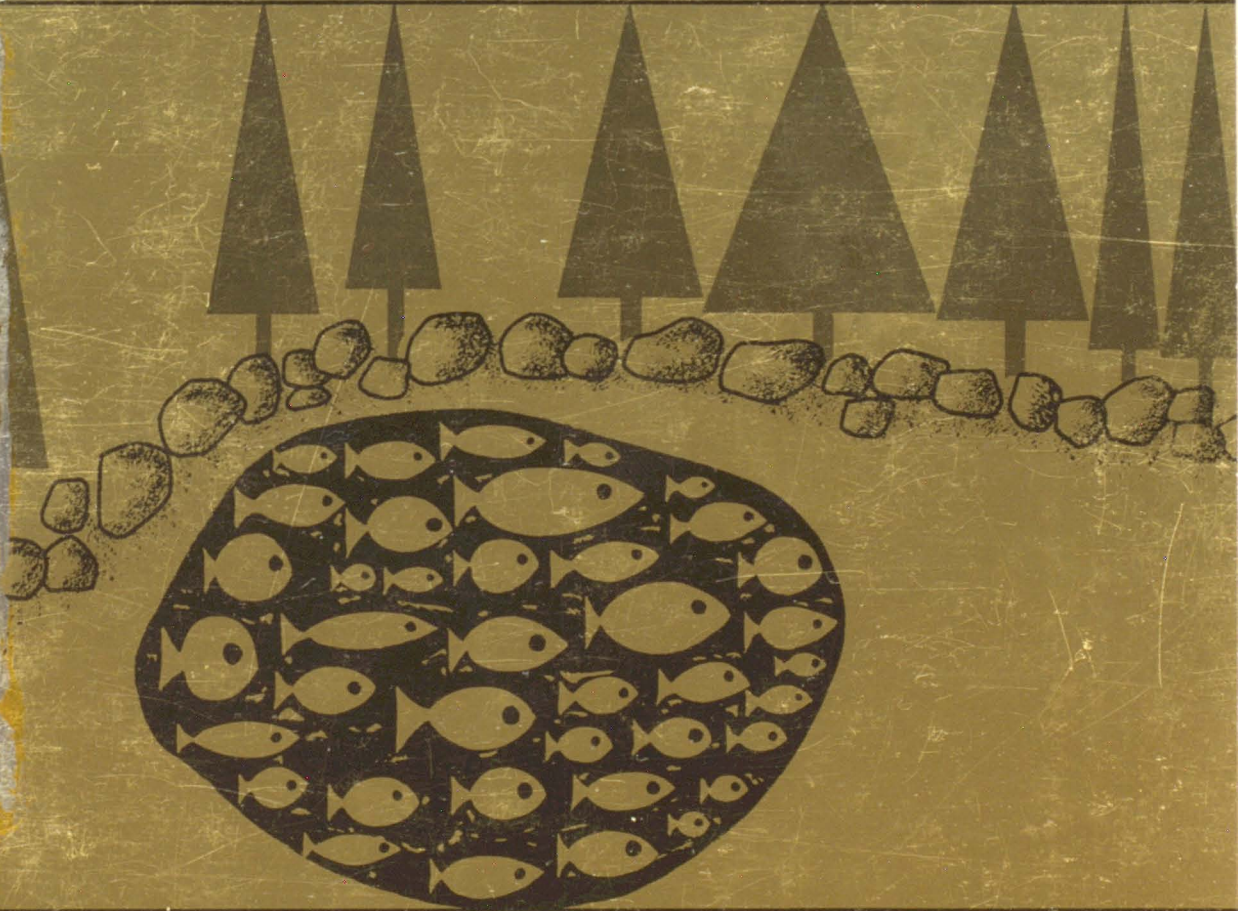
PRODUCTION EN COLLABORATION
DU MINISTÈRE DES TERRES
ET DES FORÊTS DU QUÉBEC

ÉDITIONS SPÉCIALES DU CENTENAIRE

1868 - 1968

BIOLOGIE AQUATIQUE

e naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

Publication de l'Université Laval

Le Naturaliste Canadien, fondé en 1868 par l'abbé L. Provancher, dirigé de 1892 à 1929 par V.-A. Huard, est devenu, par legs testamentaire, revue scientifique de l'Université Laval depuis 1930. Cette revue paraît bimestriellement depuis 1966.

La direction de la revue accepte les travaux originaux ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

De brèves communications scientifiques seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas dépasser 1,500 mots, titre et bibliographie compris. La préparation générale de ces notes doit être particulièrement soignée, car aucune épreuve n'est adressée aux auteurs, et ce en vue d'en accélérer la parution.

Le titre abrégé de la revue pour références bibliographiques est: *Naturaliste Can.*

Envoi des manuscrits

Les manuscrits doivent être adressés aux rédacteurs qui en accuseront réception:

Le Naturaliste Canadien

G.-W. Corriveau,
Faculté des Sciences,
Université Laval, Québec 10.

Tirages à part

Les auteurs recevront gratuitement 50 tirés à part de leur travaux, sans couverture. Ils pourront en obtenir un plus grand nombre, en payant les frais de tirage du texte et des planches. **Les demandes doivent être adressées à la Direction sur le bon de commande accompagnant les épreuves.**

Le Naturaliste Canadien est publié avec l'aide du Ministère des Affaires Culturelles de la Province de Québec.

Administration

Toute correspondance relative aux abonnements, aux numéros déjà parus, aux changements d'adresse, à la publicité et aux droits de reproduction doit être ainsi adressée:

Le Naturaliste Canadien

Les Presses de l'Université Laval,
C.P. 2447, Québec 2, P.Q. Canada.

Prix de l'abonnement annuel

Pour le Canada.....	\$6.00
Pour l'étranger.....	7.00
Prix par numéro	1.50

Les Presses de l'Université Laval possèdent encore un certain nombre d'anciens volumes de la revue. La liste des prix sera envoyée sur demande.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 95

Juillet-Août 1968

N° 4

LE FJORD DU SAGUENAY:

I. CONTRIBUTION À L'OCÉANOGRAPHIE^{1, 2}

GÉRARD DRAINVILLE

Collège de Joliette, P. Q.

Résumé

Le Saguenay, affluent du fleuve Saint-Laurent, coule, sur les 100 derniers kilomètres de son cours, dans un fjord profond atteignant 276 mètres. L'embouchure de cette vallée glaciaire est bloquée par un seuil laissant passer une couche d'eau de moins de 25 mètres d'épaisseur. En 1961 et 1962, des observations de température, de salinité et d'oxygène dissous ont été faites dans ce fjord. Le présent travail décrit les caractéristiques océanographiques du fjord du Saguenay dont la principale est la présence d'une *thermo-halocline* de grande intensité séparant les eaux en deux étages: une nappe superficielle, mince, chaude et très peu salée, et une nappe profonde, épaisse, très froide et presque aussi salée que l'eau de mer normale. La circulation de l'eau dans le Saguenay est du type estuarien. Les eaux froides et bien oxygénées de la surface de l'estuaire du Saint-Laurent, l'hiver, semblent pénétrer dans les profondeurs du Saguenay par-dessus le seuil et être à l'origine des propriétés de la nappe profonde du fjord: son caractère arctique permanent et sa haute teneur en oxygène.

Abstract

Along the last 100 kilometres of its course, the Saguenay, an affluent of the Saint Lawrence River, flows into a deep fjord reaching 276 metres. The mouth of that glacial valley is blocked by a sill that lets out a thin stream of water less than 25 metres deep. Observations of temperature, salinity and dissolved oxygen content have been made in the fjord in 1961 and 1962. The actual work describes the oceanographic features of the Saguenay fjord.

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec, no 24, Direction des Pêcheries, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

2. Travail exécuté au Camp des Jeunes Explorateurs (Saguenay) avec la collaboration de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière (Gaspé).

Naturaliste can., 95, 809-855 (1968).

The main oceanographic characteristic of the fjord is the presence of a *thermo-halocline* of great intensity that determines a stratification of water on two levels :

1) A superficial layer (about 20 m in thickness) has on its surface, during the summer, a temperature of 16-18°C and a salinity content as weak as 5‰. That layer is limited at its base by the thermo-halocline where the temperature drops sharply to about 1°C and where the salinity rise abruptly to approximately 26‰.

2) The deeper layer (from around 20 m to the bottom) is rather isotherm, with temperature oscillations between 0.4 and 1.7°C and has a salinity content that goes regularly from 26‰, at 20-25 metres, to 31‰ in the deepest points of the basins. The data of dissolved oxygen indicate a fair aeration in those deeper areas where values are around 5 ml/L. The water circulation in the fjord is of the estuarian type. Considerable discharge of fresh water on its surface produces an outflow of the upper layer that draws the superficial part of the underlying saline level. On the other hand, it seems that a compensating inflow, favored by flood tides, penetrates the fjord over the sill, under the surface layer and carries the surface waters of the Saint Lawrence into the depths of the Saguenay. Those waters of the Saint Lawrence, particularly those of the winter, would give the deeper layer of the fjord its properties: its cold temperature and its high percentage of oxygen. There is also the hypothesis of a possible vertical mixing of those two levels of water, during the winter.

Introduction

TRAITS PHYSIQUES DU SAGUENAY

Le Saguenay prend sa source dans le lac Saint-Jean à la latitude Nord 48° 35' et à la longitude Ouest 71° 45' (fig. 1). Il s'écoule vers le fleuve Saint-Laurent sur une longueur de 165 kilomètres, au fond d'une dépression tectonique englobant aussi le lac Saint-Jean (Blanchard, 1935). Les glaciers ont profondément sculpté le relief de cette vallée et ont donné à sa partie inférieure un aspect typique de fjord. Toute cette région du Saguenay fut ensuite envahie par un bras de la mer Champlain que l'on a appelé « mer Laflamme » (Laverdière et Mailloux, 1956). Des fossiles marins, tels que *Hiatella arctica* (Linné) et *Macoma balthica* Linné, trouvés à une altitude de 130 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer, remontent à 8680 ± 140 ans (Lasalle, 1965). Le Saguenay n'est donc plus aujourd'hui qu'un vestige d'une mer intérieure importante.

Nous avons divisé le Saguenay en deux parties, en nous inspirant de la terminologie utilisée par Hamelin (1966) pour le fleuve Saint-Laurent. En nous basant, comme ce dernier, sur la présence ou l'absence de la marée, nous distinguons les deux parties suivantes (fig. 1): la partie amont, le *Haut-Saguenay* où la marée ne se fait pas sentir, qui s'étend du lac Saint-Jean jusqu'au bar-

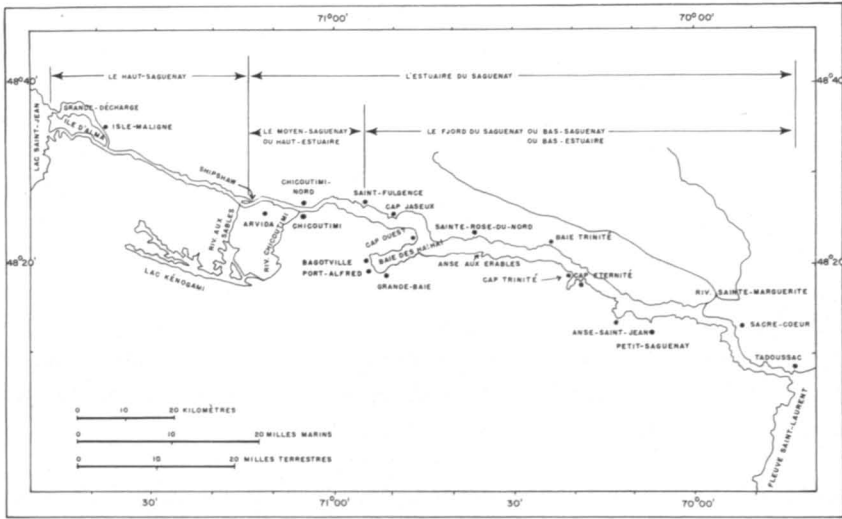


Fig. 1. – Le Saguenay, émissaire du lac Saint-Jean et affluent du fleuve Saint-Laurent.

rage de Shipshaw; la partie aval, *l'estuaire du Saguenay* dans laquelle existe le phénomène de la marée, qui s'étend du barrage de Shipshaw jusqu'à l'embouchure dans le fleuve, à Tadoussac. Laverdière (1961) nous avait déjà suggéré cette division du Saguenay. En tenant compte d'autres caractéristiques, géologiques et océanographiques, nous avons subdivisé l'estuaire du Saguenay en deux parties: le haut-estuaire ou *Moyen-Saguenay*, allant de Shipshaw à

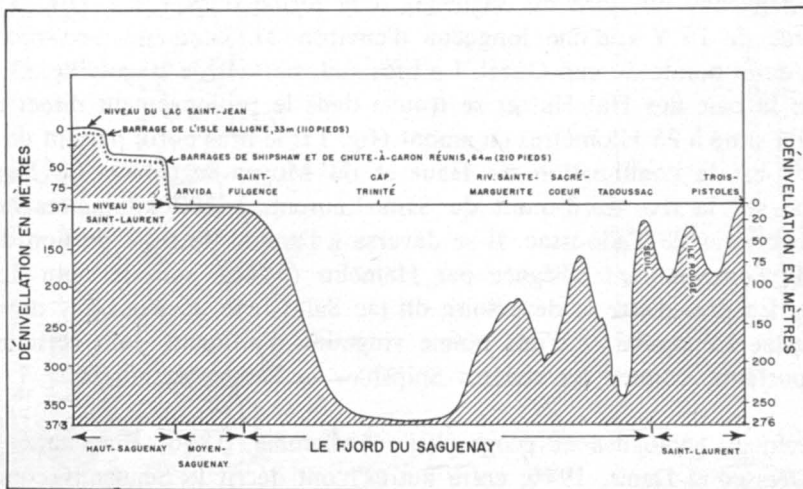


Fig. 2. – Profil en long montrant les fortes dénivellations dans le Haut-Saguenay et les grandes profondeurs du lit du fjord comparées à celles de l'estuaire du Saint-Laurent pour la même latitude.

Saint-Fulgence, et le bas-estuaire ou *Bas-Saguenay* ou encore *fjord du Saguenay*, allant de Saint-Fulgence d'une part et de Bagotville d'autre part, jusqu'à l'embouchure.

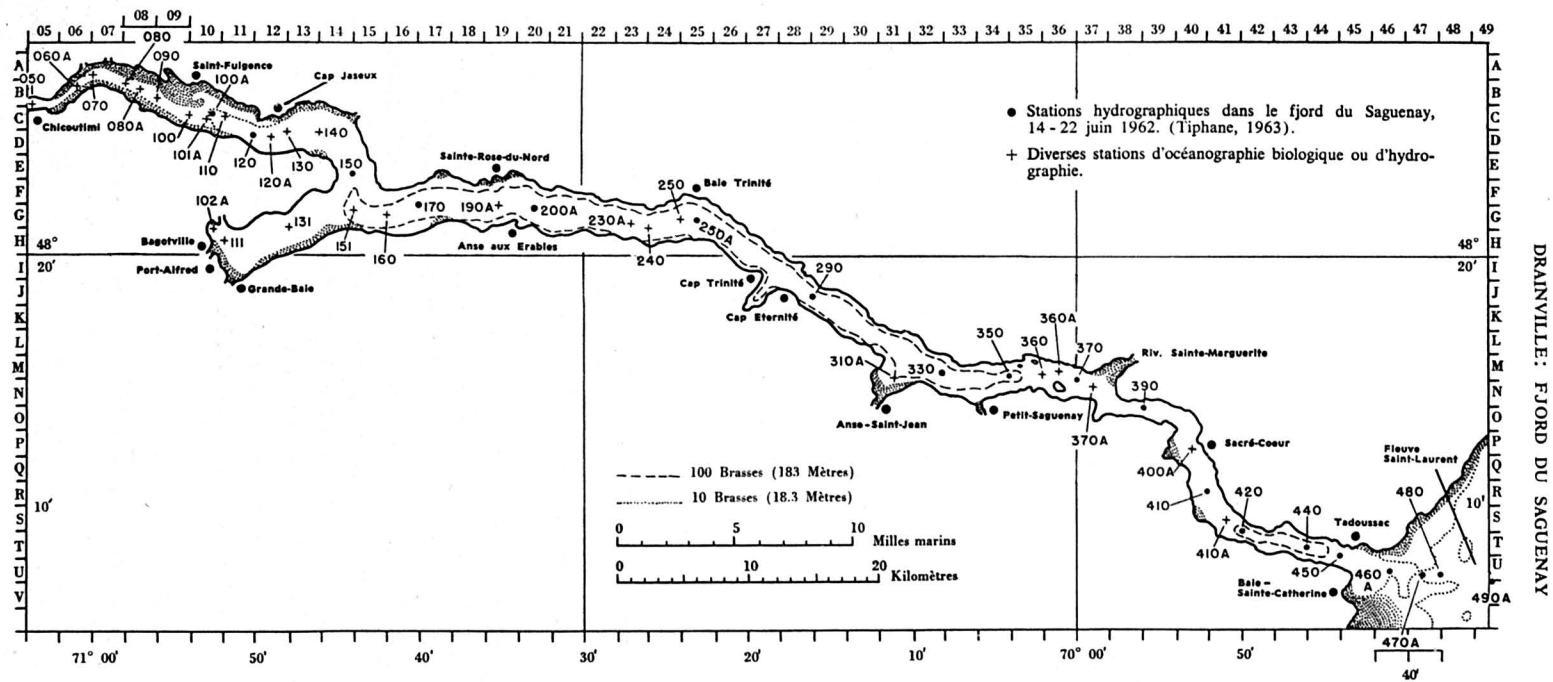
Le Haut-Saguenay a environ 40 kilomètres de longueur. Il présente, entre le lac Saint-Jean et Arvida, une forte dénivellation (97 mètres) qui a permis l'utilisation de l'énergie de ses eaux tumultueuses pour la production d'électricité à trois endroits: Isle-Maligne, Chûte-à-Caron et Shipshaw (fig. 2). Le débit moyen du Saguenay (moyenne sur 42 ans), dans la Grande-Décharge, à Isle-Maligne, à la sortie du lac Saint-Jean, est de 52,400 pieds cubes par seconde (Canada, 1959). Le cours supérieur du Saguenay est donc une rivière importante, présentant fréquemment des ruptures de pente et servant d'émissaire au lac Saint-Jean.

Le Moyen-Saguenay (haut-estuaire), d'environ 25 kilomètres de longueur, se distingue du Bas-Saguenay (bas-estuaire) d'abord par sa faible profondeur presque toujours inférieure à 10 mètres. Les rives de cette portion du Saguenay sont, le plus souvent, basses, évasées et de forme mal définie. L'eau qui y coule est douce, sauf pour les quelques derniers kilomètres où l'eau salée de l'aval commence à refluer.

Le Bas-Saguenay ou fjord du Saguenay

Sur les 100 derniers kilomètres de leurs cours, les eaux du Saguenay glissent entre les rives escarpées d'une vallée glaciaire qui est un véritable fjord. Le Bas-Saguenay ou fjord du Saguenay a la forme d'un « Y » (fig. 3). Les deux bras de l'« Y » d'une longueur d'environ 11 kilomètres, se réunissent au bout de la pointe du cap Ouest. Le bras sud, partant de Bagotville, est constitué par la baie des Ha! Ha! et se trouve dans le prolongement direct du lac Kénogami situé à 25 kilomètres en amont (fig. 1); le bras nord, partant de Saint-Fulgence, est la continuation du Haut et du Moyen-Saguenay. Le Saguenay débouche sur la rive nord-ouest du Saint-Laurent, à 200 kilomètres en aval de Québec, près de Tadoussac. Il se déverse à l'amont de cette portion de l'estuaire du Saint-Laurent désignée par Hamelin (1966) sous le nom de Bas-Estuaire. En plus d'être le déversoire du lac Saint-Jean, le Saguenay draine les eaux du lac Kénogami et d'une bonne vingtaine d'affluents dont certains sont très importants, comme les rivières Shipshaw et Sainte-Marguerite.

Quelques géologues et géographes (Laflamme, 1886; Blanchard, 1933, 1935; Dresser et Denis, 1946, entre autres) ont décrit le Saguenay comme étant un fjord. L'abbé Laflamme notait déjà en 1886 sa ressemblance avec les fjords de Norvège et de Colombie-Britannique. Un fjord est une vallée glaciaire, surcreusée, envahie par la mer. Le Bas-Saguenay possède en effet cette forme



DRAINVILLE: FJORD DU SAGUENAY

Fig. 3. - Le Saguenay, de Chicoutimi à Tadoussac. Le fjord débute à Saint-Fulgence. Le verrou glaciaire qui forme un seuil à l'embouchure se trouve à la station 470A. Cette carte localise les stations d'étude et indique la subdivision en secteurs.

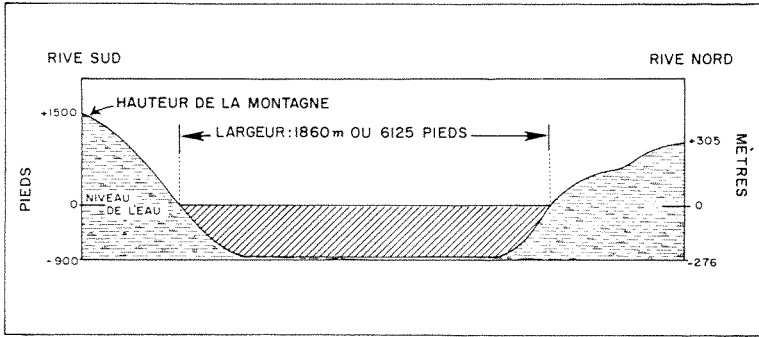


Fig. 4. – Coupe transversale du fjord du Saguenay à la station 290, près du cap Éternité, montrant la forme de la vallée glaciaire et la hauteur des rives en rapport avec la profondeur de l'eau. Les échelles verticales et horizontales sont les mêmes.

de « U » ou d'auge aux parois escarpées, souvent verticales, caractéristiques d'une vallée d'érosion glaciaire (fig. 4 et 5). De plus, la présence de vallées suspendues (Blanchard, 1935), d'ombilics et de verrous successifs, ainsi que les stries sur le roc témoignent du travail d'un glacier.

Le surcreusement, c'est-à-dire l'existence de profondeurs plus grandes en amont qu'en aval, est également évident dans le Bas-Saguenay (fig. 2). La profondeur du bassin supérieur du fjord ou grand bassin oscille entre 250 et 276 mètres. Le fond plat et vaseux de ce bassin commence à remonter en amont de Petit-Saguenay. Près de là, la présence de quelques îles indique une topographie plus tourmentée. Vers l'aval et jusqu'à l'embouchure, le fond est rocheux et très accidenté (voir aussi plus loin fig. 6). A Sacré-Coeur, le lit du fjord remonte à 65 mètres (35 brasses). Plus loin, près de Tadoussac, à la station 440, un nouveau surcreusement produit une fosse de 245 mètres (134 brasses)¹. Finalement, au point de rencontre avec l'estuaire du Saint-Laurent, le lit du fjord fait une ascension brusque et se termine, à 4 kilomètres au large de Tadoussac, par un verrou glaciaire qui bloque l'embouchure et forme un seuil laissant passer, par un étroit goulet, une couche d'eau d'environ 20 mètres d'épaisseur (11 brasses). Face à l'embouchure du Saguenay, le Saint-Laurent est formé de deux chenaux parallèles (fig. 2), d'environ 100 mètres de profondeur chacun, et séparés l'un de l'autre par les hauts-fonds rocheux de l'île Rouge. Le Saguenay est ainsi plus profond que l'estuaire du Saint-Laurent à la même latitude.

1. La carte marine du Saguenay (Service hydrographique du Canada, Ottawa, 1959) donne comme profondeur de cette fosse 152 brasses (278 mètres), ce qui serait la plus grande profondeur du fjord. Nous avons fait plusieurs sondages à cet endroit sans parvenir à repérer les 152 basses indiquées. La plus grande profondeur trouvée dans ce bassin fut 245 mètres (134 brasses).



Fig. 5. – Le fjord du Saguenay, vu de l'embouchure. Sur la ligne du traversier qui va de Baie-Sainte-Catherine à Tadoussac, le fjord a 1.5 kilomètre de largeur. (Photographie: Office du Film de la province de Québec).

Le Saguenay possède enfin la troisième caractéristique d'un fjord: il est envahi par la mer. On peut noter tout de suite l'importance des marées du Saguenay qui atteignent une amplitude moyenne de 4.3 mètres à Port-Alfred et de 4 mètres à Chicoutimi. Aux grandes marées, il n'est pas rare que l'amplitude soit au voisinage de 6 mètres à ces deux endroits. Ces marées sont plus grandes que celles du fleuve Saint-Laurent, sauf celles de la pointe nord-est de l'île d'Orléans qui atteignent en moyenne 4.9 mètres (Canada, 1962). Le Saguenay est cependant un estuaire d'un type un peu particulier puisqu'il n'est pas envahi directement par la mer mais par les eaux d'un autre estuaire, celui du Saint-Laurent.

TRAVAUX OCÉANOGRAPHIQUES ANTÉRIEURS

Le Saguenay a été plutôt négligé par les océanographes, si l'on en juge par le petit nombre de travaux d'océanographie publiés jusqu'à maintenant au sujet du Saguenay.

Nous avons trouvé la première mention de travaux océanographiques sur le Saguenay dans les Rapports de la Station biologique du Saint-Laurent (Risi,

1934). Le 4 juillet 1933, le « Laval SME », bateau de cette institution, fit l'étude d'une station hydrographique dans le Saguenay; ce point, situé dans la fosse près de Tadoussac, correspond à peu près à notre station 440 (station S₁ dans Risi, 1934). Nous croyons utile de signaler ici que, à la profondeur de 200 mètres, les données de salinité et de densité de Risi nous paraissent fausses. L'inversion de salinité et de densité est trop grande pour être vraisemblable, selon nous.

Un deuxième relevé hydrographique a été fait par la Station biologique du Saint-Laurent, en août 1936, de la baie Trinité à l'embouchure du Saguenay. Gaudry (1938) a inclus dans son travail une partie des données provenant de cette expédition. Le reste des données n'a jamais fait l'objet d'aucune publication et il nous a été impossible de retrouver ces données inédites.

En juillet 1961, The Atlantic Oceanographic Group de Halifax fit une croisière océanographique dans le Saguenay en localisant 7 stations océanographiques sur un transect longitudinal du fjord. Seuls les résultats préliminaires sont disponibles (Trites et Loring, 1962). Il est possible que ce groupe d'océanographes soit retourné dans le Saguenay depuis, sans que leurs résultats aient été publiés.

En août 1961, nous avons nous-même recueilli les premières observations océanographiques pour le Camp des Jeunes Explorateurs. Ces relevés ont été faits à l'anse aux Érables et au cap Jaseux (Legendre, 1961, 1962; Drainville, 1962).

Les travaux que nous venons de signaler sont isolés et sporadiques, mais ils montrent déjà l'intérêt que l'étude de ce fjord peut susciter. Le but de notre travail est d'intégrer ces renseignements épars aux résultats de nos recherches personnelles et de présenter ainsi une synthèse des connaissances actuelles sur l'océanographie du fjord du Saguenay.

L'océanographie du Saguenay présente un intérêt particulier du fait que sur les 100 derniers kilomètres, ses eaux coulent dans un fjord profond, terminé à l'embouchure par un seuil très élevé. Nous sommes, croyons-nous, en présence du seul fjord de la province de Québec, si l'on excepte ceux du Labrador. La quantité considérable d'eau douce provenant du lac Saint-Jean et des affluents d'une part, et la poussée, par-dessus le seuil, de l'eau de mer provenant du Saint-Laurent d'autre part, font du Saguenay un bassin où la stratification des eaux mérite une étude spéciale.

Appareils et méthodes

La plus grande partie des données océanographiques dont nous nous servons dans ce travail proviennent d'une croisière océanographique faite dans le Saguenay, du 14 au 22 juin 1962. Le petit chalutier de 18 mètres de longueur, « l'Edward W. », que nous avons utilisé, appartenait à la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, Gaspé. Durant cette croisière, 19 stations (fig. 3) ont été étudiées, de l'embouchure du Saguenay jusqu'à la tête du fjord. Le professeur Marcel Tiphane, géologue de l'Université de Montréal, fut le premier responsable de l'océanographie physique en général. Une grande part de son travail consista à déterminer la salinité des échantillons d'eau par conductimétrie. Nous l'assistions dans ce travail d'hydrographie en faisant la détermination de l'oxygène dissous, par la méthode de Winkler modifiée par Grenier (1959) et la détermination de la salinité, par la méthode chimique de Mohr-Knudsen (Thomsen, 1954). A chaque station, nous faisons l'enregistrement d'un bathythermogramme, le prélèvement d'échantillons d'eau et la détermination de la température et de la salinité aux profondeurs standards.

On trouvera plus loin (appendice I) toutes les données hydrographiques recueillies au cours de cette croisière. Tiphane (1963, 1963a) a déjà publié en bonne partie ces données. Nous mettons en comparaison dans ces tableaux la détermination de la salinité par conductimétrie (cond.) et par analyse chimique (chim.) pour tous les échantillons de surface et de fond prélevés au cours de la croisière. Ceci a l'avantage de montrer la valeur de la méthode de conductivité électrique en la comparant à la méthode standard d'analyse chimique. Pour tous les échantillons recueillis, nous donnons la densité (σ_t) déterminée à partir des tables de Knudsen (1901) et, pour un grand nombre d'échantillons, nous donnons aussi la quantité d'oxygène dissous en millilitres au litre (ml/L) et en pourcentage de saturation (% saturation).

Durant la croisière, les 6 dernières stations hydrographiques près de l'embouchure du Saguenay et la station 100A situé à l'amont du fjord ont été étudiées à deux hauteurs différentes de la marée, dans le but de mieux apprécier l'influence de ce facteur sur la température et la salinité de l'eau, surtout dans les couches superficielles.

Nous fournissons aussi (appendice I) les résultats de plusieurs stations hydrographiques faites au Camp des Jeunes Explorateurs, en juillet 1962. Les stations entre Saint-Fulgence et Chicoutimi ont été étudiées aux deux phases extrêmes de la marée, deux jours consécutifs (2 et 3 juillet) pour déterminer jusqu'où remontent les eaux froides et salées dans le haut-estuaire du Saguenay, selon l'état de la marée. Les stations dans la baie des Ha! Ha! (23 juillet 1962) viennent compléter cette série de données océanographiques du Saguenay nous

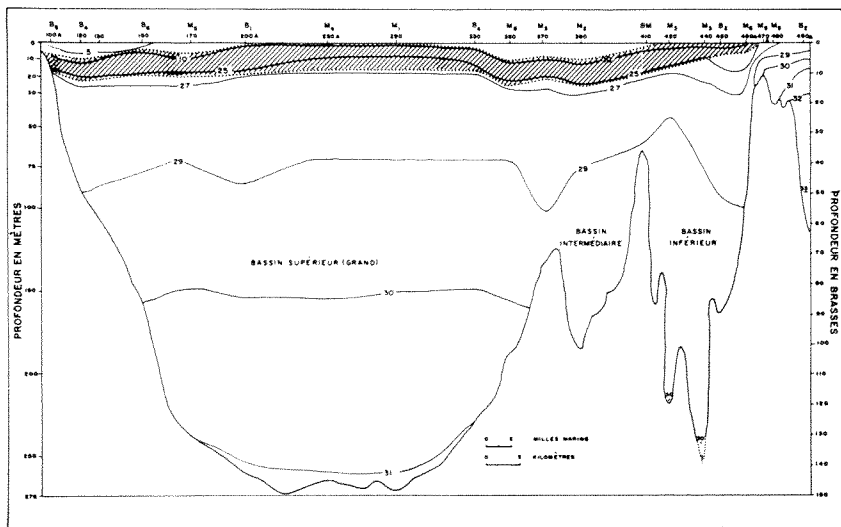


Fig. 6. - Distribution verticale des isohalines sur un profil longitudinal du fjord du Saguenay (14-21 juin 1962). Les données sont en parties pour mille (‰). La zone hachurée représente la thermo-halocline. La première ligne située en haut de la figure indique la phase de la marée durant laquelle le relevé a été fait à telle station; par exemple, M₂ veut dire la deuxième heure de la marée montante; B₃, la troisième heure de la marée baissante; BM, l'étale de basse mer etc.. Les chiffres placés immédiatement au-dessous des symboles indiquent la position des stations correspondantes (fig. 3).

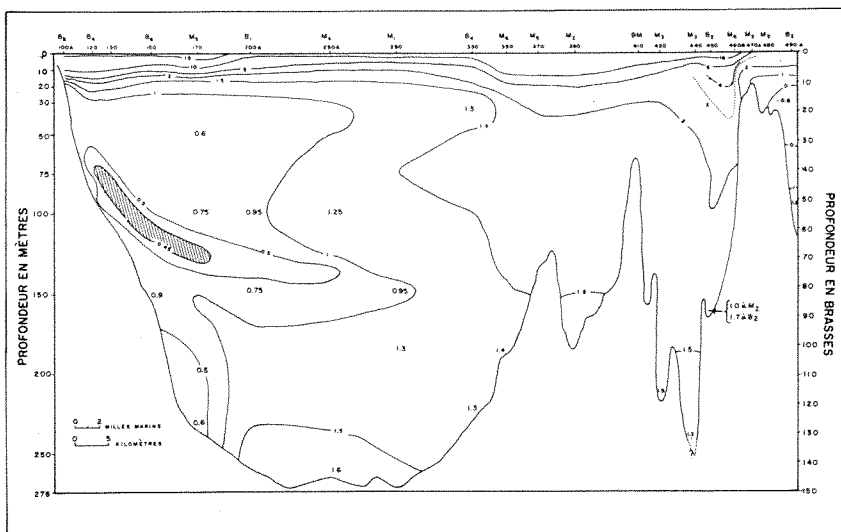


Fig. 7. - Distribution verticale des isothermes sur un profil longitudinal du fjord du Saguenay (14-21 juin 1962). Les données sont en degrés centigrades (°C). La zone hachurée représente la masse d'eau la plus froide que nous avons trouvée (0.45°C). La signification des symboles de la première et de la deuxième lignes en haut de la figure est donnée dans la figure 6.

permettant ainsi d'avoir une image d'ensemble du fjord pour la période allant du 14 juin au 23 juillet 1962. Quelques données recueillies en août 1961 ont aussi été ajoutées.

Ces résultats ne nous permettront pas de faire des déductions définitives sur le régime hydrologique du Saguenay. Des observations supplémentaires faites très tard à l'automne et très tôt le printemps, de même que l'hiver, seraient nécessaires. Nous tenterons quand même, avec les données que nous avons, de présenter un premier aperçu général de l'océanographie du fjord du Saguenay.

Résultats

APERÇU GÉNÉRAL DE LA STRATIFICATION DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ

La principale caractéristique océanographique du fjord du Saguenay est sans aucun doute la stratification de ses eaux en *deux étages*. La répartition de la température et de la salinité dessine, en effet, deux nappes d'eau superposées, nettement séparées par une forte discontinuité thermo-haline. La distribution verticale des isothermes et des isohalines est illustrée dans les figures 6 et 7 pour la période du 14 au 21 juin 1962. Pour les 6 stations de l'embouchure, les figures représentent celui des deux relevés pendant lequel la marée était la plus haute. La figure 8 nous montre le tracé d'observations semblables faites dans la baie des Ha! Ha!, le 23 juillet de la même année. On trouvera en appendice le détail de toutes ces données (appendice I). Dans toutes ces figures, nous indiquons de la manière suivante la phase de la marée durant laquelle le relevé a été fait: M_2 veut dire la deuxième heure de la marée montante; B_3 , la troisième heure de la marée baissante; BM, l'étale de basse mer, etc.

Des profils verticaux de la température (bathythermogrammes) et de la salinité (bathyhalogrammes) en fonction de la profondeur, pour 14 stations échelonnées le long du fjord, complètent la description de la stratification thermo-haline des eaux du Saguenay (fig. 9). Les profils de température sont des transcriptions des bathythermogrammes enregistrés directement, tandis que les bathyhalogrammes ont été dessinés à partir des observations discontinues de salinité faites aux profondeurs standards 0, 10, 20, 30, 50 mètres, etc. (appendice I). La précision de ces profils de salinité est donc moins grande que celle des profils de température provenant d'enregistrements continus. Elle est toutefois suffisante, croyons-nous, pour permettre une certaine interpolation.

Ces diverses figures, en particulier celle des profils verticaux, nous permettent de distinguer d'abord une mince couche de surface, constituée d'eau assez chaude et peu salée, que nous désignons du nom de *nappe superficielle*. A la base de cette nappe superficielle, on remarque que l'eau change brusque-

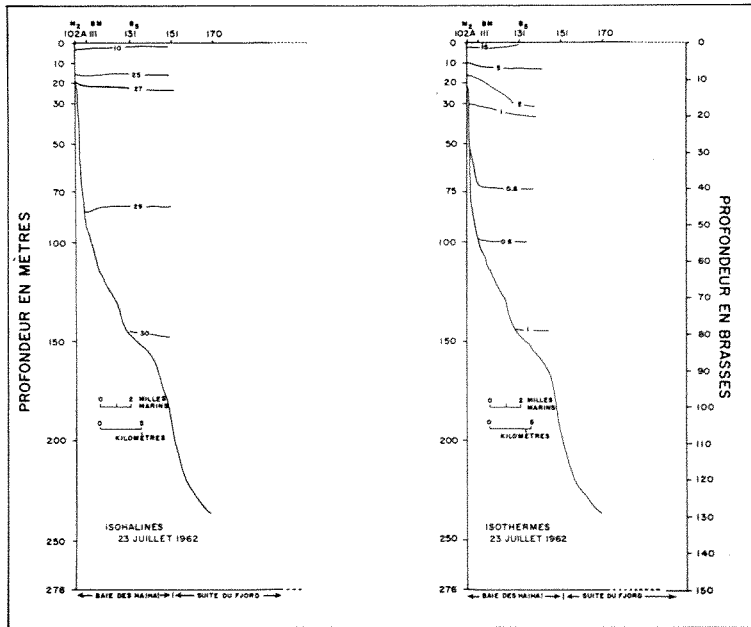
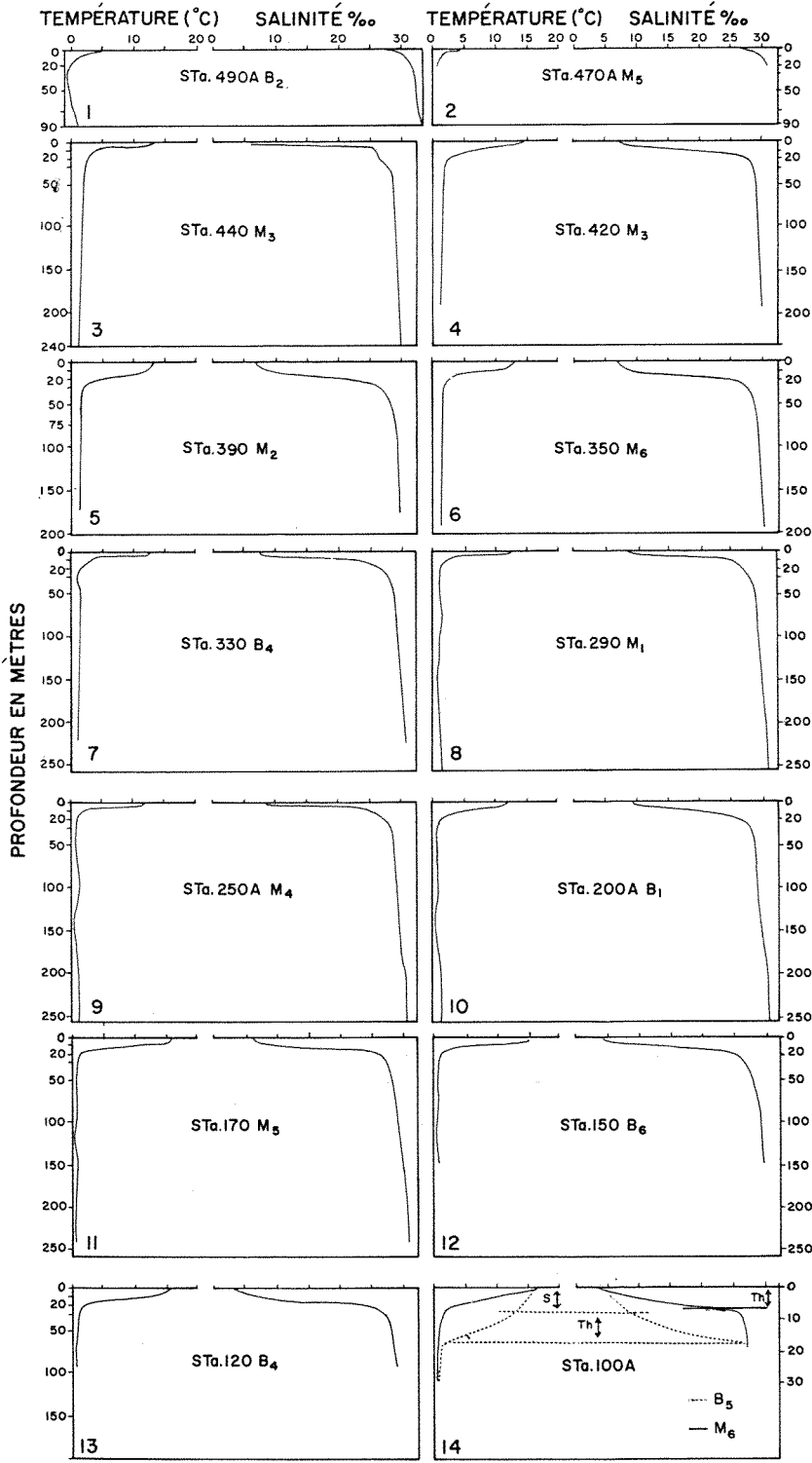


Fig. 8. — Distribution verticale des isohalines (‰) et des isothermes (°C) dans la baie des Ha! Ha! (23 juillet 1962). La signification des symboles de la première et de la deuxième lignes en haut de la figure est donnée dans la figure 6.

ment de température et de salinité en même temps. Nous appelons cette couche de discontinuité thermique et haline, la *thermo-halocline*. Enfin toute la couche d'eau sous la thermo-halocline forme ce que nous nommons la *nappe profonde*. Cette masse d'eau est très froide et presque aussi salée que l'eau de l'estuaire du Saint-Laurent. Nous décrivons maintenant plus précisément chacune de ces couches d'eau.

Fig. 9. — Bathythermogrammes et bathyhalogrammes montrant simultanément les stratifications thermique et haline pour 14 stations du Saguenay. Les lettres B_2 , M_5 , etc., indiquent respectivement la deuxième heure de la marée baissante ou la cinquième heure de la marée montante. Au numéro 14 (sta. 100A), on voit que le niveau de la marée influence la position de la thermo-halocline (Th): à B_5 (pointillé), la thermo-halocline laisse apparaître au-dessus d'elle une couche de surface (S); à M_6 (trait plein), la thermo-halocline vient en contact avec la surface et il n'y a plus de couche de surface distincte.

Dates des relevés: 14 juin 1962: No 2
 15 juin 1962: No 1, 3
 16 juin 1962: No 4
 18 juin 1962: No 5, 6
 19 juin 1962: No 7, 8, 9, 10
 20 juin 1962: No 11, 12, 13
 21 juin 1962: No 14



LA NAPPE SUPERFICIELLE

Les données révèlent que la température des eaux de surface varie entre 11°C, à l'embouchure, en amont du seuil (sta. 460A), et 16°C, à Saint-Fulgence, à la tête du fjord (sta. 100A) (14-21 juin 1962). Dans la baie des Ha! Ha!, la variation va de 15° à 17.9°C, (23 juillet 1962). D'autre part, la salinité de la surface est partout inférieure à 10‰; en amont, elle est même inférieure à 5‰ (sta. 100A).

À 20-25 mètres de profondeur, la salinité oscille autour de 25-27‰ sur toute la longueur du fjord. A cette profondeur, la température du bassin supérieur est aux environs de 1°C et celle du bassin inférieur, de 2.5°C. Dans une vingtaine de mètres, il y a donc une chute de température de 10°C ou plus, et une augmentation de salinité de près de 20‰. Cette nappe d'eau, *la nappe superficielle*, présente, *grosso modo*, l'aspect suivant: eau presque douce en surface passant, en 20-25 mètres de profondeur, d'une salinité de 5-8‰ à une salinité de 25-27‰. Simultanément, la température passe de 15° à 1.5°C environ.

Cette couche de surface n'est pas distribuée uniformément dans le fjord. Elle est particulièrement visible aux stations 100A, 120, 170, 350, 370 et 390. À ces endroits, la température est encore de 10°C ou plus, à 10 mètres, et la salinité y est de 11‰ ou moins. On notera que la présence d'une épaisse couche superficielle aux stations 350, 370 et 390 coïncide avec celle de trois rivières importantes dans ces parages (fig. 3). La station 150 présente également une couche de surface, mais les changements de température et de salinité y sont un peu plus importants que dans les cas précédents: à 10 mètres, 8.5°C et 13.24‰. Les stations 200A, 330 et 410 ont aussi une très mince couche de surface, mais il s'agit là de cas limites. Aux autres stations par contre, il n'est pas possible d'observer de couche de surface bien définie et la partie supérieure de la thermo-halocline se confond avec la surface. C'est le cas aux stations 250A, 420, 440, 450 et 460A.

Le fjord du Saguenay possède donc, sur plus de la moitié de sa longueur, une couche de surface constituée d'eau plutôt chaude et presque douce, bien distincte de la thermo-halocline située en dessous.

LA THERMO-HALOCLINE

La partie inférieure de la nappe superficielle est formée par une mince couche, la *thermo-halocline*, qui constitue sans aucun doute la principale caractéristique océanographique du fjord du Saguenay. Elle consiste en une chute très brusque de la température (thermocline) accompagnée d'une augmenta-

tion également très brusque de la salinité (halocline) avec la profondeur. Les deux composantes de la thermo-halocline coïncident et cette discontinuité thermique et haline forme une séparation unique entre la nappe profonde et la nappe superficielle du fjord. Les paragraphes qui suivent servent à préciser les caractéristiques de cette couche de discontinuité qui partage les eaux du fjord en deux étages.

a) *distribution spatiale*

La coïncidence de la thermocline et de l'halocline se vérifie à chacune des stations (fig. 9) et justifie l'appellation combinée de *thermo-halocline* pour cette couche d'eau subissant un changement brusque de la température et de la salinité en même temps. On observe que les deux profils présentent, à chaque endroit, une image spéculaire l'un de l'autre. Pickard (1961, 1963) a d'ailleurs constaté une telle coïncidence dans ses études sur les bassins côtiers de la Colombie-Britannique.

La thermo-halocline est présente sur toute la longueur du fjord, de la station 100A à la station 460A inclusivement. À cette dernière station, elle est présente même lorsque la marée est au plus fort du montant et que les eaux du Saint-Laurent affluent dans le Saguenay au-dessus du seuil. Dans sa dimension verticale, la thermo-halocline se situe (fig. 6), à peu de choses près, entre les isohalines de 8 et de 26‰. Pour les 6 stations de l'embouchure, elle est représentée (fig. 6) pour le plus haut niveau de marée que nous ayons. Nous dirons plus loin quelques mots de l'influence de la marée sur la situation de la thermo-halocline. Pour les niveaux de marée indiqués sur la figure, on peut décrire de la manière suivante la profondeur de la thermo-halocline dans le Saguenay: de l'embouchure (sta. 460A) jusqu'à la station 420, sa limite supérieure coïncide avec la surface, alors qu'à partir de la station 410, elle quitte graduellement la surface pour se maintenir à environ 10 mètres entre les stations 390 et 350, puis remonter lentement à la surface au cap Éternité, près de la station 290. De nouveau, sa limite supérieure touche la surface, approximativement entre les stations 290 et 200A, puis s'en éloigne à partir de la station 200A pour osciller entre 5 et 10 mètres jusqu'à la tête du fjord à Saint-Fulgence (sta. 100A).

Cette oscillation de la thermo-halocline sous la surface révèle l'existence des deux types de profils verticaux de salinité et de température (fig. 10) distingués par Pickard (1963). Aux endroits où la thermo-halocline ne commence pas immédiatement avec la surface, on a, au-dessus, une mince couche de surface où la température décroît plus lentement et où la salinité augmente également plus lentement que dans la thermo-halocline (profil du type 1, fig. 10). Par contre, là où la limite supérieure de la thermo-halocline se confond avec la surface, il n'y a plus de couche de surface au-dessus de la thermo-halocline (profil du type 2, fig. 10).

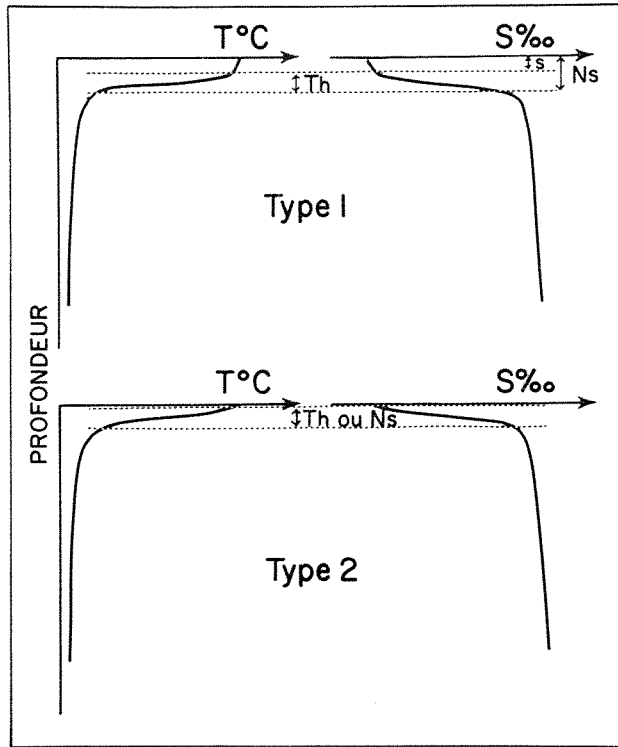


Fig. 10. — Deux types de profils verticaux de température et de salinité dans la nappe superficielle (Ns) du fjord du Saguenay. Le type 1 indique la présence d'une couche de surface (s) distincte de la thermo-halocline (Th) dans laquelle la température décroît plus lentement et la salinité augmente également plus lentement que dans la thermo-halocline. Le type 2 indique l'absence d'une telle couche de surface et, dans ce cas, la thermo-halocline occupe toute l'épaisseur de la nappe superficielle (Inspiré de Pickard, 1963).

b) caractéristiques quantitatives: épaisseur et intensité

La thermo-halocline peut être caractérisée, d'un point de vue quantitatif par son épaisseur et son intensité. L'épaisseur est pratiquement uniforme sur toute la longueur du fjord, sauf pour les trois stations de l'embouchure (440, 450, 460A) où elle va en s'amincissant. Cette épaisseur est indiquée pour chaque station dans le tableau I. Pour les phases de marée représentées (fig 6), elle varie entre 11 et 15 mètres et la moyenne est d'environ 13 mètres. A l'embouchure, elle diminue graduellement de 8 à 6 mètres, puis s'annule brusquement entre les stations 460A et 470A, un peu en amont du seuil, au moment où la marée est à sa hauteur maximum (M_6 et M_5).

L'intensité d'une thermocline est le rapport de son amplitude de température ($\Delta T^\circ\text{C}$) sur son épaisseur en mètres (E). L'amplitude de température est la différence entre la température de la limite supérieure (T°) et celle de

la limite inférieure (t°) de la thermocline. On exprime cette différence $T^\circ - t^\circ$ par le symbole $\Delta T^\circ\text{C}$. Ainsi la formule exprimant l'intensité de la thermocline devient $\frac{\Delta T^\circ\text{C}}{E}$. Elle exprime, en degrés centigrades par mètre, l'ampleur de la chute de température. De la même manière, on peut définir l'intensité d'une halocline par la formule $\frac{\Delta S \text{‰}}{E}$. Elle représente en parties pour mille (‰), l'ampleur de l'augmentation de la salinité par mètre.

Si l'épaisseur de la thermo-halocline semble assez uniforme sur toute la longueur du fjord, son intensité par contre varie. Le tableau I donne les amplitudes de température et de salinité et l'intensité de leurs variations dans la thermo-halocline pour chaque station. En faisant abstraction des trois stations de l'embouchure (440, 450, 460A), on constate que la plus grande intensité de la thermo-halocline se trouve à l'amont du fjord entre les stations 100A et 170, où elle est de 1°C pour la température et de 1.5 à 1.8‰ pour la salinité. De la station 200A à la station 420, l'intensité de variation de la température se situe entre 0.6 et 0.8°C et celle de la salinité entre 1.1 et 1.4‰. À l'embouchure, l'intensité augmente de nouveau pour atteindre et même dépasser celle de l'amont du fjord : 1.1°C et 2.4‰.

Globalement, malgré les quelques différences locales, l'image de la thermo-halocline peut se résumer ainsi : une couche d'eau située tout près de la surface ou commençant avec elle, d'une épaisseur de 10 à 15 mètres, d'une amplitude thermique de l'ordre de 8 à 12°C et d'une amplitude de salinité de 15 à 20‰ et s'étendant sur toute la longueur du fjord. Cette couche de variation brusque délimite deux nappes d'eau distinctes, deux milieux écologiques potentiels superposés, séparés par une discontinuité thermo-haline nette et de grande amplitude, presque deux cours d'eau distincts circulant l'un sur l'autre.

c) rapports avec la marée

L'amplitude des marées du Saguenay a déjà été indiquée (introduction); elle se situe entre 4 et 5 mètres. Connaissant leur importance, nous avons voulu faire certaines observations, durant la croisière de juin 1962, nous permettant d'avoir une meilleure idée de l'effet des marées sur la position de la thermo-halocline. Faute de temps, il ne nous a pas été possible de faire cette étude à chacune des stations; nous l'avons faite pour la station 100A à la tête du fjord, et pour les 6 stations de l'embouchure (440 à 490A). Pour ces 7 stations, nous avons fait des relevés hydrographiques à deux phases opposées de la marée. L'idéal aurait été de faire ces relevés aux deux phases extrêmes de la marée, M_6 et B_6 , mais ceci nous aurait demandé beaucoup de va-et-vient sur le Saguenay et fait perdre beaucoup de temps. Nous tenterons quand même, avec les données que nous avons, d'indiquer quels effets la marée peut avoir sur la thermo-halocline, à la tête du fjord et à l'embouchure.

TABLEAU I

Caractéristiques de la thermo-halocline dans le fjord du Saguenay (14-21 juin 1962)

Station	Phase de la marée	Caractéristiques de la thermo-halocline						
		Profondeur (m) des limites		Epaisseur (m)	Amplitude ¹		Intensité ²	
		Sup.	Inf.		$\Delta T^{\circ}C$	$\Delta S\text{‰}$	$T^{\circ}C$	$S\text{‰}$
460A	M ₆	0	6	6	6	14	1	2.3
450	B ₂	0	7	7	8	15	1.1	2.1
440	M ₃	0	8	8	9	19	1.1	2.4
420	M ₃	0	15	15	11	19	0.73	1.3
410	BM	3	18	15	10	18	0.67	1.2
390	M ₂	10	25	15	9	17	0.6	1.13
370	M ₅	8	20	12	9	16	0.75	1.34
350	M ₆	10	25	15	10	17	0.67	1.13
330	M ₆	4	15	11	9	17	0.81	1.42
290	M ₁	2	15	13	9	16	0.7	1.23
250A	M ₄	0	15	15	10.5	17	0.7	1.13
200A	B ₁	3	18	15	9	16	0.6	1.1
170	M ₅	8	20	12	12	18	1	1.5
150	B ₆	8	20	12	12	19	1	1.6
120	B ₄	10	22	12	12	20	1	1.7
100A	B ₅	7	18	11	11	20	1	1.8

1. L'amplitude d'une thermocline est l'écart de température ($\Delta T^{\circ}C$) existant entre sa limite supérieure et sa limite inférieure. De même, l'écart de salinité entre ces deux limites exprime l'amplitude d'une halocline ($\Delta S \text{‰}$).

2. L'intensité d'une thermocline est le rapport de son amplitude de température sur son épaisseur en mètres: $\frac{\Delta T^{\circ}C}{E}$

De la même manière l'intensité d'une halocline s'exprime par la formule: $\frac{\Delta S \text{‰}}{E}$.

À la tête du fjord, à la station 100A, nous avons pu faire les relevés presque au moment idéal pour connaître l'influence de la marée. Le tableau II montre l'effet de la marée à B_5 et à M_6 sur la position de la thermo-halocline à cette station. La thermo-halocline est en contact avec la surface lorsque la marée montante est à son plus haut (M_6); son épaisseur est de 7 mètres, son intensité de 2°C et de 3‰ pour la température et la salinité respectivement, et son profil est du type 2 (fig. 10). Par contre, vers la fin du baissant (B_5), la thermo-halocline s'abaisse et son profil tend à devenir celui du type 1; son épaisseur est

TABLEAU II

Rapports entre la marée et la thermo-halocline à l'amont du fjord¹

Station	Phase de la marée	Caractéristiques de la thermo-halocline						
		Profondeur (m) des limites		Épaisseur (m)	Amplitude		Intensité	
		Sup.	Inf.		$\Delta T^\circ\text{C}$	$\Delta S\text{‰}$	$T^\circ\text{C}$	$S\text{‰}$
100A	B_5	7	18	11	11	20	1	1.8
	M_6	0	7	7	14	21	2	3
130	B_6	4(?)	15	11(?)	12	22	1.1	2
	M_6	0	10	10	14	22	1.4	2.2

1. Station 100A, 21 juin 1962; station 130, 21 et 19 août 1961.

d'environ 11 mètres et la couche de surface au-dessus d'elle est d'environ 7 mètres. À cette phase de la marée, l'intensité de la thermo-halocline a diminué; elle est passée à 1°C et à 1.8‰ respectivement pour la température et la salinité. Le graphique 14 de la figure 9, tracé à partir de deux bathythermogrammes, illustre bien le changement de profil que la marée produit sur la thermo-halocline au cours d'une même journée, à cet endroit. À la station 130, l'épaisseur et l'intensité de la thermo-halocline paraissent être très peu influencées par la marée. Aux phases extrêmes de la marée (B_6 et M_6), l'épaisseur est de 10 ou 11 mètres et l'intensité se maintient entre 1.1 et 1.4°C pour la température et entre 2 et 2.2‰ pour la salinité (tableau II).

Les observations faites aux six stations de l'embouchure, au-dessus et de part et d'autre du seuil, sont condensées dans le tableau III. À cette période (14 et 15 juin 1962), la thermo-halocline se présente de la façon suivante selon les niveaux de la marée :

(1) Elle est toujours en contact avec la surface quelle que soit la phase de marée observée et se confond ainsi avec la nappe superficielle (fig. 10, type 2).

(2) Au moment où la marée est à sa hauteur maximum (M_6 et M_5), la thermo-halocline s'arrête brusquement entre les stations 460A et 470A, un peu à l'intérieur du seuil (fig. 6) et ne pénètre pas dans l'estuaire du Saint-Laurent. Mais, au moment de la marée baissante, la thermo-halocline dérive à l'extérieur du seuil, dépasse la station 480 (à B_3), mais n'atteint pas la station 490A (à B_2). À cette dernière station (à M_3), il existe une faible thermo-halocline difficile à mesurer. Il s'agit de la thermo-halocline de la marée basse précédente que la marée montante achève de faire disparaître. Cela veut dire qu'à marée basse, la thermo-halocline du Saguenay atteint au moins la station 490A dans l'estuaire. Ce que nous venons de dire du jeu de la thermo-halocline au-dessus du seuil correspond exactement au changement de position de la ligne de démarcation entre les eaux du Saguenay et celles de l'estuaire : à M_6 , on a observé en surface, à mi-chemin entre les stations 470A et 460A, une ligne nette séparant l'eau verte de l'estuaire de l'eau rougeâtre du Saguenay; à B_3 , cette ligne avait dérivé entre les stations 480 et 490A.

TABLEAU III

Rapports entre la marée et la thermo-halocline de part et d'autre du seuil, à l'embouchure du Saguenay (14-15 juin 1962)

Station	Phase de la marée	Caractéristiques de la thermo-halocline						
		Profondeur (m) des limites		Epaisseur (m)	Amplitude		Intensité	
		Sup.	Inf.		$\Delta T^\circ C$	$\Delta S\text{‰}$	$T^\circ C$	$S\text{‰}$
490A	M_3	0	thermo-halocline faible			?	?	?
	B_2	—	thermo-halocline absente			—	—	—
480	M_5	—	thermo-halocline absente			—	—	—
	B_3	0	1	1	8	14	8	13
470A	M_5	—	thermo-halocline absente			—	—	—
	B_3	0	1	1	8	13	8	13
460A	M_6	0	6	6	6	14	1	2.3
	B_4	0	5	5	9	17	1.8	3.4
450	B_2	0	7	7	8	15	1.1	2.1
	M_2	0	6	6	8	15	1.3	2.5
440	M_3	0	8	8	9	19	1.1	2.4
	B_3	0	8	8	9	16	1.1	2

(3) À l'intérieur du seuil (stations 460A, 450 et 440), l'épaisseur de la thermo-halocline demeure sensiblement la même, 5-8 mètres, pour les différentes phases de marée observées et l'intensité est au moins de 1°C et de 2‰. Par contre, sur le seuil et à l'extérieur (stations 470A et 480), la thermo-halocline inexistante à marée montante, est très mince à marée baissante, mais d'une rare intensité: un mètre d'épaisseur et une intensité de 8°C et 13‰.

d) pénétration des eaux de la thermo-halocline dans le Moyen-Saguenay

Nous venons de décrire le jeu de sortie et d'entrée de la thermo-halocline entraînée par la marée, à l'embouchure du Saguenay. Nous avons voulu savoir si un phénomène semblable se produisait à l'amont du fjord. Les marées du Saguenay, nous l'avons déjà indiqué (introduction), remontent jusqu'à Shipshaw, donc beaucoup plus haut (25 kilomètres) que la tête du fjord. Pour connaître jusqu'où pénètrent les eaux froides et salées de la thermo-halocline dans le Moyen-Saguenay, entre Saint-Fulgence et Shipshaw, nous avons visité une série de stations hydrographiques dans le chenal navigable, à partir de Saint-Fulgence jusqu'à Chicoutimi, aux deux phases extrêmes de la marée, le 3 juillet 1962.

Le tableau IV fournit les observations faites à ces stations (fig. 3) et indique en même temps à quels endroits, à marée haute et à marée basse, s'arrête l'influence des eaux salées et froides du fjord. À marée haute, les eaux de la thermo-halocline se rendent jusqu'à l'embouchure de la rivière Caribou située entre les stations 060A et 070. Elles pénètrent d'une bonne dizaine de kilomètres dans le chenal du Moyen-Saguenay, au delà de la tête du fjord. À marée basse, par contre, ces eaux s'arrêtent entre la station 101A et 080A, un peu en aval de la batture au Loup-marin. Elles pénètrent au plus de 3 à 4 kilomètres dans le Moyen-Saguenay, 6 ou 7 kilomètres de moins qu'à la marée haute. Il est certain que ces points d'arrêt varient surtout aux grandes marées du printemps et de l'automne, mais nous croyons que l'influence des eaux marines du fjord n'atteint jamais le port de Chicoutimi. Il reste donc, entre le point d'arrêt des eaux salées du fjord à marée haute et le barrage de Shipshaw, une quinzaine de kilomètres où le Saguenay possède une importante marée d'eau douce.

Le Moyen-Saguenay ou haut-estuaire du Saguenay (Shipshaw-Saint-Fulgence) présente donc dans sa partie amont (Shipshaw-Chicoutimi) un milieu exclusivement dulcicole, avec une zone intercotidale baignée uniquement par des marées d'eau douce, et dans sa partie aval (Chicoutimi-Saint-Fulgence) un milieu de transition où la thermo-halocline provenant du fjord pénètre de façon intermittente avec l'oscillation de la marée.

TABLEAU IV

Pénétration de la thermo-halocline dans le haut-estuaire du Saguenay (Chenal entre Saint-Fulgence et Chicoutimi, 3 juillet 1962)

Station	Marée basse			Marée haute		
	Profondeur (m)	T°C	S ‰	Profondeur (m)	T°C	S ‰
101A	0	17.3	< 1.	0	14.8	7.07
	8	3.6	23.53	10	1.0	27.77
080A	0	17.2	< 1.	0	16.4	4.29
	10	17.2	< 1.	9	2.5	25.26
080	-	-	-	0	18.2	< 1.
	-	-	-	11	4.5	22.70
070	-	-	-	0	18.3	< 1.
	-	-	-	12	10.0	13.46
060A	-	-	-	0	18.0	< 1.
	-	-	-	12	17.4	< 1.
050	-	-	-	0	18.0	< 1.
	-	-	-	14	18.2	< 1.

LA NAPPE PROFONDE

Nous désignons sous le nom de *nappe profonde* l'énorme masse d'eau qui s'étend de la limite inférieure de la thermo-halocline (niveau 20-25 mètres environ) jusqu'au fond du fjord. Elle forme environ 93% de la masse d'eau du fjord (fig. 6).

Cette nappe d'eau commence approximativement avec l'isohaline de 26‰, qui oscille entre 20 et 25 mètres pratiquement sur toute la longueur du fjord; elle possède un gradient de salinité faible mais régulier jusqu'au fond. Nous n'avons pas observé d'inversions de salinité ou de densité comme celles que mentionne Gaudry (1938). Dans le grand bassin (bassin supérieur), la salinité du fond (250 m et plus) est de 31‰; dans le bassin intermédiaire, elle est de 29.85‰ (175 m, sta. 390), et dans le bassin inférieur, elle se situe vers 30‰ (240 m, sta. 440). Les isohalines sont horizontales dans le grand bassin, alors qu'elles présentent certaines irrégularités dans les deux autres bassins vers l'aval.

La limite supérieure de la nappe profonde coïncide assez bien avec l'isotherme de 1:5°C dans le grand bassin et avec celle de 2.5°C dans les deux

bassins inférieurs. Dans ces deux derniers bassins, on observe un abaissement lent et régulier de la température dans toute l'épaisseur de la nappe profonde : de 2.5°C environ à 25 mètres jusqu'à 1.5°C à 175 mètres (sta. 390) et 1.3°C à 240 mètres (sta. 440). À un seul moment, on a noté une température en dessous de 1.3°C dans ces bassins : 1.0°C à la station 450, au fond à 160 mètres, et seulement à M_2 , une des deux phases de la marée que nous avons observées. À l'autre phase, B_2 , elle était de 1.7°C.

Dans le bassin supérieur, les températures ont souvent une distribution verticale compliquée présentant de nombreuses inversions. Les isothermes de la figure 7 indiquent cette stratification irrégulière de la température. À la station 170, le 20 juin 1962, les températures étaient les suivantes : en surface, 16.1°C; à 10 m, 11.4°C; à 20 m, 1.2°C; à 50 m, la température atteignait un premier minimum : 0.6°C; à 100 m, 0.75°C; à 125 m, nouveau minimum : 0.45°C faisant partie de la masse d'eau la plus froide que nous ayons rencontrée; à 150 m, 1.0°C; à 200 m, un troisième minimum : 0.5°C; et finalement au fond à 240 m, 0.6°C¹. Les autres stations du grand bassin (200A, 250A et 290) ne présentaient que deux minima au lieu de trois et, au fond, la température accusait une remontée un peu plus grande : 1.6 et 1.5°C. Malgré ces inversions nombreuses, on ne constate jamais de grands écarts de température dans toute la nappe profonde et le grand bassin peut être considéré comme presque isotherme puisque l'écart maximum observé se situe entre 0.45°C et 1.6°C. Les bathythermogrammes de la figure 9 montrent bien cette isothermie presque complète de la nappe profonde. Il est intéressant aussi de noter que la nappe d'eau la plus froide se trouve tout à fait à l'amont du fjord, loin des eaux froides de l'estuaire du Saint-Laurent et séparée d'elles par une masse d'eau considérable et plus chaude. Cette nappe froide forme une langue de 0.45°C qui s'étend entre les stations 120 et 170 (fig. 7). Nous discuterons plus loin cette distribution capricieuse de la température.

L'OXYGÈNE DISSOUS

Il nous reste maintenant à dire un mot de la répartition de l'oxygène dissous dans les eaux du Saguenay. La figure 11 présente le profil vertical de la quantité d'oxygène dissous pour 7 stations, dont 6 de la croisière. Globalement, on peut retenir de ce graphique les points suivants : 1) le fjord du Saguenay est très bien aéré jusque dans les grandes profondeurs où la quantité d'oxygène dissous se maintient à près de 5ml/L. Au fond, il est passablement plus oxygéné que l'estuaire du Saint-Laurent pour des profondeurs correspondantes (Risi,

1. Une erreur s'est glissée dans les données de Tiphane (1963), pour sa station 17 (ici 170) : au fond, la température est de 0.6°C et non de 0.45°C. La température de 0.45°C a été observée à 125 mètres lors d'un échantillon que nous avons pris après les autres, après avoir examiné le bathythermogramme de cette station.

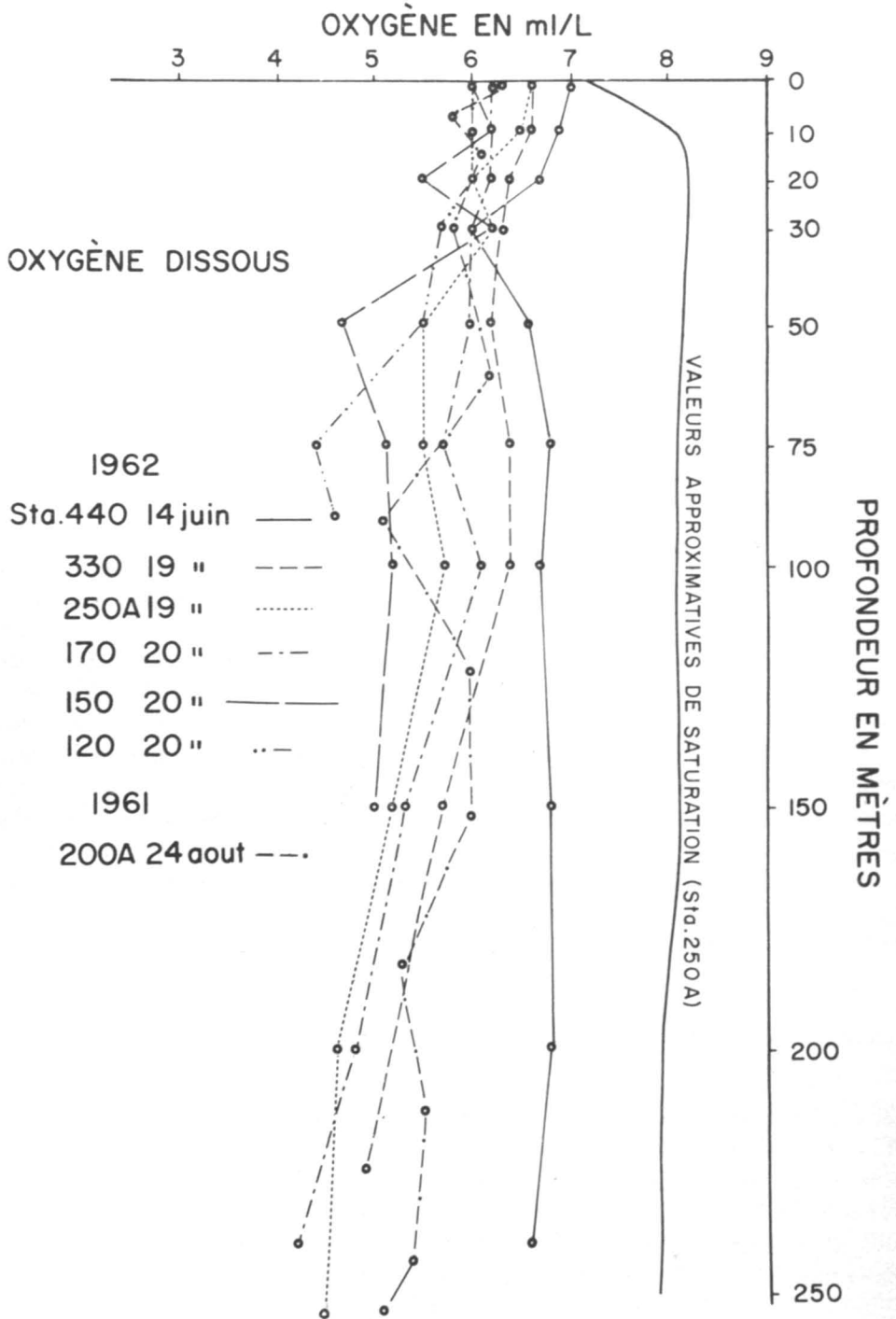


Fig. 11. — Répartition de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur, à diverses stations. La courbe des valeurs approximatives de saturation en oxygène a été tracée en tenant compte des données de salinité et de température de la station 250A.

1934). 2) La quantité d'oxygène dissous est sensiblement la même aux différentes profondeurs, la très grande majorité des données se situant entre 5 et 6.6ml/L (appendice I). 3) À aucun moment, nous n'avons observé de sursaturation dans les couches superficielles comme c'est le cas dans le Saint-Laurent (Risi, 1934) et dans le fjord Hebron (Nutt et Coachman, 1956), par exemple.

Nous reportons à la discussion l'explication de la provenance de l'oxygène des couches profondes. Retenons pour l'instant que l'abondance d'oxygène observée dans les profondeurs des bassins saguenéens élimine l'hypothèse de Legendre (1961) voulant que le fond du Saguenay fut anaérobie. L'existence d'eau stagnante, et donc très peu oxygénée, a en effet été signalée dans certains fjords de Norvège (Dunbar, 1951; R. Raymond, *verb.*). La possibilité de rencontrer des conditions semblables dans le Saguenay était ainsi vraisemblable, mais ne s'est pas vérifiée.

Discussion

Nous tenterons d'expliquer les caractéristiques océanographiques que nous venons de décrire en considérant d'abord les apports d'eau douce et l'influence de la marée. Nous comparerons ensuite les eaux du Saguenay avec celles du Chenal Laurentien pour pouvoir mieux comprendre les échanges entre ce fjord et l'estuaire du Saint-Laurent.

LES APPORTS D'EAU DOUCE

Pickard (1961, 1963) attribue deux effets aux apports d'eau douce dans les fjords et les bassins côtiers semblables au Saguenay. Premièrement, l'écoulement d'eau douce produit une couche de surface de faible salinité d'autant plus épaisse que l'arrivée de l'eau douce est plus considérable. On observe alors la présence d'une halocline de grande amplitude. C'est bien ce qui se passe dans le fjord du Saguenay. Nous avons déjà indiqué que le débit moyen du Saguenay, dans la Grande-Décharge, à sa sortie du lac Saint-Jean, était de 52 400 pieds cubes par seconde (moyenne sur 42 ans; Canada, 1959). Il faut ajouter à cela une autre quantité importante d'eau douce déversée dans le Saguenay par ses nombreux affluents en aval de la Grande-Décharge. Cette masse d'eau douce qui s'écoule continuellement maintient en permanence une couche de faible salinité à la surface du Saguenay. Même à la fin de l'été (24 août 1961), au moment où la descente des eaux est à peu près à son plus faible, cet apport d'eau douce demeure considérable puisque la salinité de la surface n'est que de 3.59‰ à la station 200A, à M_2 .

Deuxièmement, Pickard considère les apports d'eau douce comme le principal moteur de la circulation de type estuarien. L'écoulement des eaux

douces provenant de l'amont crée en surface un courant de sortie qui entraîne vers l'extérieur du bassin ou du fjord une partie de la couche saline sous-jacente. Cela amène comme effet compensateur la pénétration, sous la couche de surface, d'eau salée provenant de l'extérieur de ces bassins côtiers. Nous verrons plus loin le résultat de cette double circulation produisant ici des échanges entre le fjord du Saguenay et l'estuaire du Saint-Laurent.

L'écoulement d'une importante masse d'eau douce influence aussi la quantité d'oxygène dissous en surface. Dans le Saguenay, toutes les valeurs d'oxygène dissous en surface se situent entre 6 et 7 ml/L; il n'y a pas de sursaturation, et ce semble être le cas général dans les bassins à grand écoulement d'eau douce (Pickard, 1961). Par contre, les bassins à faible sortie d'eau douce possèdent habituellement une couche superficielle sursaturée en oxygène provenant d'une activité photosynthétique plus grande. En effet, le phytoplancton est plus abondant dans ce cas parce que l'eau de surface est plus salée et aussi parce que, le courant étant plus faible, le phytoplancton y est moins vite entraîné vers l'extérieur. L'absence de sursaturation en oxygène à la surface du Saguenay peut s'expliquer à partir de ces considérations. L'observation de Brunel (1963) a d'ailleurs confirmé la pauvreté de la surface du fjord en phytoplancton. Cette pauvreté est également due, sans doute, à la faible transparence de l'eau (2 mètres au disque de Secchi, sta. 150); les eaux douces provenant de l'amont et des affluents sont en effet très turbides et donc peu propices à la photosynthèse. L'oxygénation des couches superficielles du Saguenay provient ainsi uniquement, ou presque, du contact que ces eaux peuvent avoir avec l'atmosphère grâce à l'agitation de surface.

L'épaisseur de la couche d'eau douce superficielle est particulièrement importante à l'embouchure de certaines rivières. La rivière Sainte-Marguerite, qui se jette dans le Saguenay entre les stations 370 et 390, nous semble bien la cause de l'épaisse couche d'eau douce que nous observons en surface, à cet endroit (fig. 6). Il s'agit, en effet, d'une importante rivière qui, à cette période de l'année (18 juin), draine encore les eaux de fonte récente des neiges des montagnes avoisinantes, les monts de la Sainte-Marguerite. Ses eaux abaissent la limite supérieure de la thermo-halocline à une dizaine de mètres sous la surface, même à marée haute, et probablement davantage à marée basse. Il est probable que l'influence de cette rivière explique aussi l'épaisse couche d'eau douce à la station 350, un peu en amont, puisque nous y avons fait le relevé à la phase la plus haute de la marée. Il se peut qu'à cette station se soit ajoutée également l'influence des rivières du petit Saguenay et de l'anse Saint-Jean (fig. 3) qui se jettent dans ces parages. La couche de surface doit sans doute varier selon le débit de ces rivières, mais nous croyons qu'à ces endroits (sta. 350 à 390), elle garde toujours une certaine épaisseur par-dessus la thermo-halocline.

L'INFLUENCE DE LA MARÉE

L'épaisseur de la thermo-halocline, nous l'avons déjà noté, est pratiquement uniforme sur toute la longueur du fjord, sauf aux stations de l'embouchure (440 à 490A) et à celle de la tête (100A). Entre les stations 120 et 420 inclusivement, cette uniformité nous paraît se maintenir indépendamment de la phase de la marée. En effet, d'après les niveaux variés de marée auxquels nous avons fait des relevés, il semble que l'influence de la marée se fasse sentir non pas tellement sur l'épaisseur de la thermo-halocline que sur sa profondeur. Nous avons un indice supplémentaire de la véracité de cette affirmation par les données de la station 130 (tableau II) où nous avons fait des observations aux deux phases extrêmes de la marée (M_{11} et B_{11}) à deux jours d'intervalle. Bien que nous n'ayons pas ici de bathythermogramme pour appuyer nos dires, il semble, à partir de données discontinues un peu plus rapprochées que d'habitude, que la marée baissante a pour effet d'ajouter une couche d'eau douce et chaude par-dessus la thermo-halocline mais sans en changer tellement l'épaisseur. De fait, dans les deux cas, l'épaisseur est demeurée de 10 ou 11 mètres. En réalité, il faudrait un cycle complet d'observations pour toutes les phases de la marée à un même endroit pour pouvoir être tout à fait sûr de ces affirmations. Pour l'instant, l'hypothèse est faite que la marée influencerait la hauteur de la thermo-halocline sous la surface, mais pas tellement son épaisseur.

Contrairement à ce que nous venons de dire pour l'ensemble du fjord en nous appuyant sur la station 130 en particulier, la thermo-halocline n'a pas la même épaisseur à la station 100A (tableau II), pour les deux phases extrêmes de la marée. Il est possible que l'amincissement de la thermo-halocline à marée montante soit dû ici à la remontée du fond qui s'accroît de plus en plus à mesure que les eaux refoulent vers l'amont à la tête du fjord. Par contre, à la station 130 (profondeur 111 m) de même qu'aux autres stations, le fond ne vient pas en contact avec la thermo-halocline et ainsi l'oscillation de la marée n'en changerait pas l'épaisseur, mais seulement le niveau, contrairement à ce qui se produit à la station 100A où l'épaisseur et le niveau de la thermo-halocline changent à la fois avec le va-et-vient de la marée.

À l'embouchure, nos relevés n'ayant pas été faits aux deux phases extrêmes de la marée pour toutes les stations, il ne nous est pas possible d'indiquer, comme pour la tête du fjord, l'influence aussi nette de la marée sur la thermo-halocline. Les courants complexes créés par la rencontre des eaux du Saguenay avec celles du Saint-Laurent et la configuration capricieuse du fond et des rives à cet endroit ajoutent encore à la difficulté d'interpréter l'influence de la marée sur la thermo-halocline. On peut résumer de la manière suivante le comportement de la thermo-halocline par rapport à la marée, au-dessus du seuil : à marée montante, les eaux du Saint-Laurent affluent dans le Saguenay et font disparaître la thermo-halocline sur le seuil en la repoussant vers l'amont (fig. 6; tableau III); à marée baissante, les caractéristiques de la surface du Saguenay, et

la thermo-halocline en particulier, se prolongent au delà du seuil et modifient les eaux de surface de l'estuaire du Saint-Laurent (voir aussi Nadeau, 1938, et Gaudry, 1938).

Sans avoir pu en vérifier les effets, on peut présumer que d'autres causes influencent la profondeur de la thermo-halocline. La saison, par exemple, a sûrement un effet; les pluies également. De plus, il serait intéressant de voir, durant l'hiver, l'allure que prend cette thermo-halocline : vraisemblablement, le fjord doit devenir pratiquement isotherme de la surface jusqu'au fond et l'halocline doit perdre de son intensité, sinon disparaître. Le moment où se fait la dissociation entre la thermocline et l'halocline, tard à l'automne, et le moment où elles se fusionnent de nouveau après la fonte des glaces au printemps, présenteraient également un très grand intérêt hydrographique et justifieraient une étude particulière.

LES EAUX DU SAGUENAY ET CELLES DU CHENAL LAURENTIEN

La profondeur du fjord du Saguenay, nous l'avons déjà indiqué, est beaucoup plus grande que celle de l'estuaire du Saint-Laurent à Tadoussac. Ce n'est que dans le Chenal Laurentien (profondeur : 180 m et plus) que l'on rencontre des profondeurs correspondantes à celles du Saguenay. Tremblay et

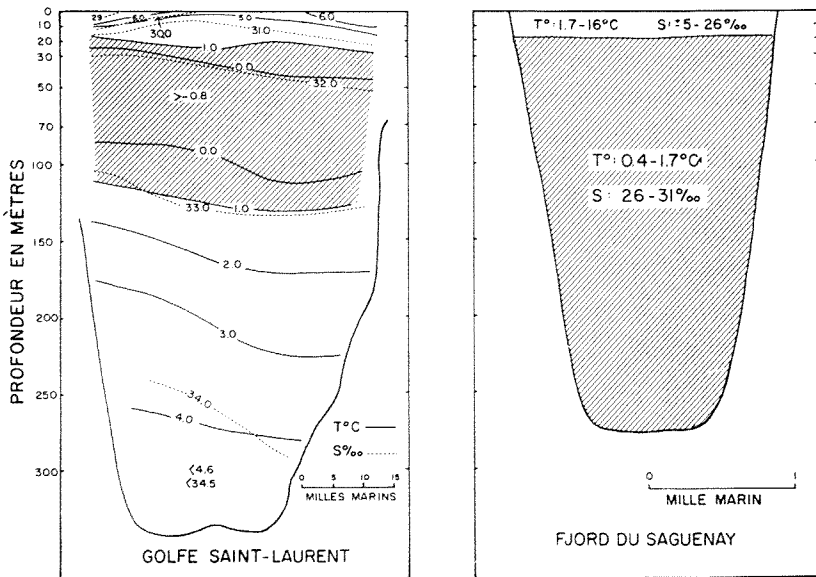


Fig. 12. — Comparaison de la température et de la salinité entre le Chenal Laurentien et le fjord du Saguenay pour des profondeurs semblables. Les données du Saguenay sont celles que nous avons recueillies dans grand bassin du 18 au 20 juin 1962; celles du Chenal Laurentien proviennent de Lauzier et Bailey (1957), Section IV, p. 220, printemps 1948. Les hachures indiquent les couches qui se ressemblent le plus quant à la température.

Lauzier (1940) font débiter le Chenal Laurentien aux environs des Grandes-Bergeronnes, à une vingtaine de kilomètres en aval de l'embouchure du Saguenay. Lauzier et Bailey (1957) indiquent le prolongement de ce chenal dans le golfe du Saint-Laurent et font l'étude de la stratification des eaux du golfe. Si l'on veut comparer les eaux du fjord du Saguenay et celles du Saint-Laurent en tenant compte de la profondeur, c'est dans le Chenal Laurentien qu'il faut aller chercher le point de comparaison. La figure 12 montre une section transversale du Chenal Laurentien (Lauzier et Bailey, 1957) à côté d'une section du fjord du Saguenay et facilite ainsi la comparaison.

Les eaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent dans le Chenal Laurentien sont stratifiées en trois étages (Tremblay et Lauzier, 1940) : 1) Une couche de surface ayant durant l'été des températures de 10° à 19°C et des salinités de 26 à 32‰ (Tremblay et Lauzier, 1940; Lauzier, Trites et Hachey, 1957) et limitée à sa base par une thermocline. 2) Une couche intermédiaire très froide et plus salée : 0°C ou moins, et 32 - 32.5‰ de salinité (Lauzier et Bailey, 1957). 3) Une troisième couche constituée par les eaux des grandes profondeurs du Chenal Laurentien, d'une température plus élevée (jusqu'à 5.6°C) que celle de la couche intermédiaire, et d'une salinité également plus élevée : jusqu'à 34.5‰ (Lauzier et Bailey, 1957).

La stratification des eaux du Saguenay ne se présente pas de la même manière. La masse de l'eau du fjord peut être répartie en deux nappes plutôt que trois : 1) La nappe superficielle a durant l'été des températures se maintenant entre 16° et 18°C en surface et des salinités aussi faibles que 5‰, ou même moins; cette couche est limitée à sa base par une thermo-halocline où la température descend brusquement à 1.5°C, ou moins, et où la salinité monte en flèche à 26‰. 2) La nappe profonde plutôt isotherme présente dans le grand bassin des oscillations de température de 0.4 à 1.7°C et possède un gradient de salinité de 26 à 31‰, bien régulier jusqu'au fond. Le diagramme T-S (fig. 13) illustre bien cette séparation nette des eaux du fjord en deux couches de propriétés complètement différentes: 1) une couche de surface de très faible densité, chaude et très peu salée qui occupe au plus les 10 premiers mètres, si l'on exclut la thermo-halocline; 2) une couche très épaisse, s'étendant de 10 mètres, ou un peu plus, jusqu'au fond et très dense par rapport à la précédente. Sa température, très froide, se rapproche de celle de la couche intermédiaire du Chenal Laurentien, si l'on exclut les températures négatives, et sa salinité correspond à celle de la couche de surface du bas-estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

En fait, il n'est pas possible de trouver, du printemps à l'automne, une correspondance parfaite en température et en salinité à la fois, entre aucune des trois couches du Chenal Laurentien et les deux couches du fjord du Saguenay. Nous sommes en présence de masses d'eau différentes. La figure 14 compare le

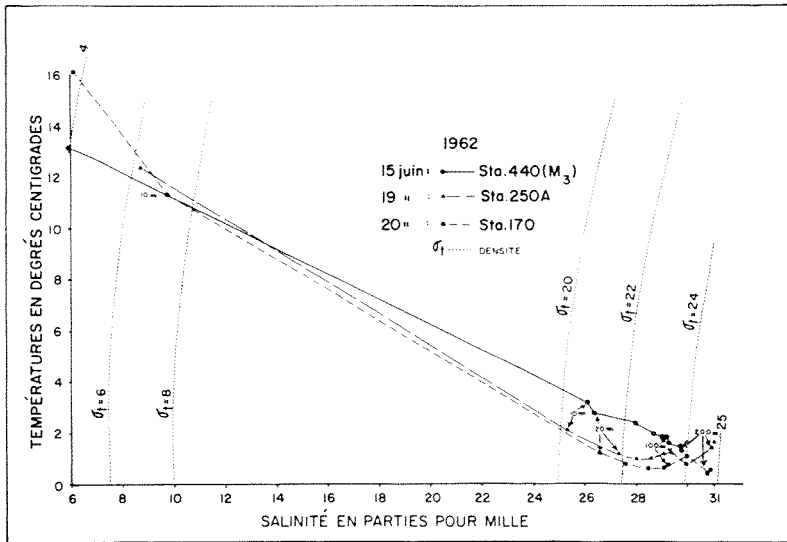


Fig. 13. — Diagramme T-S pour trois stations du fjord du Saguenay, montrant la présence de deux couches d'eau bien distinctes: a) une couche de surface de faible densité, pouvant atteindre parfois 10 mètres d'épaisseur (sta. 170); b) une couche épaisse et très dense se rendant jusqu'au fond du fjord. Les lignes σ_t indiquent la densité.

diagramme T-S des « eaux laurentiennes » (Tremblay et Lauzier, 1940) à celui d'une station assez représentative des eaux du fjord en été (Sta. 200A, 6 juillet 1962). Ces deux courbes sont totalement différentes. Un seul point de la courbe des eaux laurentiennes, le point 25 mètres, peut être rapproché des points 200 et 255 mètres des eaux du fjord. C'est bien peu, mais il y a peut-être là un indice nous permettant de pousser un peu plus loin la recherche de points communs entre les deux masses d'eau.

Si, pour représenter les eaux du Saint-Laurent, nous substituons à la courbe générale des eaux laurentiennes, un graphique de l'eau coulant juste à l'embouchure du Saguenay lors du plus haut niveau de marée que nous ayons (station 490A, à B₂), nous avons un nouveau T-S qui a l'allure du diagramme des eaux laurentiennes, mais en plus petit (fig. 14). Nous observons maintenant que le point 10 mètres de ce nouveau T-S touche celui de 200 mètres de la courbe des eaux du fjord et qu'il n'est pas loin des points 150 et 255 mètres. Ainsi, à la fin du printemps, les eaux du niveau 10 mètres, ou environ, à l'extérieur du seuil du Saguenay et à marée haute, ont des caractéristiques voisines de celles des couches profondes du Saguenay.

On peut maintenant facilement imaginer l'allure que prendra, durant l'hiver, le diagramme T-S des eaux de la station 490A. Tout comme dans le Chenal Laurentien en aval, les eaux de la couche de surface, à cette station, doivent

prendre progressivement les propriétés de la couche intermédiaire à cause d'un brassage vertical et doivent finir par ne constituer avec cette dernière qu'une seule couche de mélange (Lauzier, 1960) ayant une température légèrement au-dessous de 0°C et une salinité moyenne qui, à marée haute, doit s'établir à 30 - 31‰. Ainsi, les eaux de surface du bas-estuaire du Saint-Laurent, en hiver, et en particulier celles de l'embouchure du Saguenay à marée haute, ont vraisemblablement des caractéristiques identiques à celles que nous avons trouvées à la fin du printemps et durant l'été dans la nappe profonde du grand bassin du fjord. Nous reviendrons plus loin sur cette ressemblance.

En plus de la similitude que nous venons d'indiquer entre la nappe profonde du Saguenay et la couche de surface d'hiver du bas-estuaire du Saint-Laurent, on peut signaler quelques autres points de comparaison intéressants.

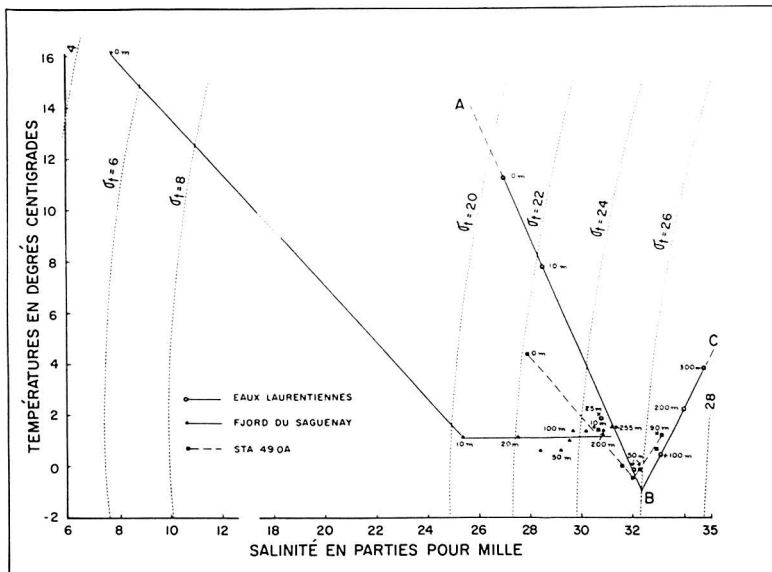


Fig. 14. — Diagramme T-S comparant les eaux du fjord du Saguenay (sta. 200A, 6 juillet 1962) et les eaux du bas-estuaire du Saint-Laurent représentées par les eaux laurentiennes (Tremblay et Lauzier, 1940) et par notre station 490A (15 juin 1962).

La nappe superficielle du Saguenay peut être assimilée jusqu'à un certain point à la couche de surface du bas-estuaire et du golfe. Ces deux couches se ressemblent en effet par leur très grande amplitude de température. En été, elles sont limitées toutes deux à leur base par une thermocline importante, celle du Saguenay étant toutefois un peu plus intense. Cependant, les différences entre ces deux couches sont très nettes. La principale provient de la salinité : dans le Saguenay, la couche de surface est presque douce et présente à sa base une halocline très abrupte avec une amplitude atteignant 20‰ dans une épaisseur d'environ 10 mètres. Rien de tel dans le golfe et l'estuaire où la salinité, déjà à 26‰ en surface, augmente lentement avec la profondeur. Dans le bas-estuaire, la sa-

linité de surface correspond à peu près à ce que nous avons dans le Saguenay à la base de la thermo-halocline ou même plus bas.

La nappe intermédiaire du Chenal Laurentien est glaciaire et présente même des températures négatives. Nous n'avons pas observé d'aussi basses températures dans le Saguenay; mais comme conditions générales de température, c'est à cette couche intermédiaire que la nappe profonde du Saguenay peut se comparer le mieux, particulièrement celle du grand bassin (fig. 12). En juin, on y observe une importante masse d'eau de 0.45°C à l'amont du fjord. À la fin de l'été (19-24 août 1961), il existe encore d'importantes langues d'eau froides se maintenant entre 0.6 et 0.8°C . Les résultats de Gaudry (1938) indiquent des couches d'eau de 0.5° et même de 0.3°C , en août 1936. Comme ces infiltrations d'eau glaciaire semblent se distribuer à peu près au hasard dans le grand bassin, et que le maximum de température observé a été de 1.7°C (24 août 1961), on peut attribuer à la nappe profonde du grand bassin un *caractère arctique*.

La couche profonde du Chenal Laurentien n'a pas d'équivalent dans le Saguenay. Elle est passablement plus chaude que la nappe profonde du fjord et sa salinité y est relativement plus forte.

LES ÉCHANGES ENTRE LE FJORD ET L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

L'échange d'eau entre le bassin d'un fjord et les masses d'eau voisines suit un régime particulier à cause de la présence, à l'embouchure, d'un seuil qui gêne la communication des eaux profondes avec l'extérieur. Nous verrons d'abord comment, dans le Saguenay, se font les échanges au-dessus du seuil en été, puis nous tenterons d'expliquer l'origine de la nappe profonde, ainsi que les inversions de température et l'oxygène qu'on y rencontre.

a) les échanges au-dessus du seuil en été

Les échanges de la surface du fjord du Saguenay avec l'extérieur sont dominés par un fort courant de décharge qui transporte continuellement les eaux de faible densité provenant du lac Saint-Jean et des nombreux affluents vers le Saint-Laurent par-dessus le seuil. La marée descendante amplifie ce mouvement de sortie qui devient excessivement fort au point, qu'à l'embouchure, les navigateurs le craignent. La friction des eaux douces coulant à la surface de l'eau salée amène, par une sorte de mécanisme d'entraînement, l'écoulement de la partie supérieure de la couche saline sous-jacente. Pickard (1961, 1963) explique ainsi la circulation estuarienne pour les fjords de la Colombie-Britannique et de l'île de Vancouver. Comme compensation de ce courant de sortie, il signale la pénétration, sous la couche de surface, d'eau salée provenant de l'extérieur du seuil. Nous croyons trouver exactement ce cas dans le Saguenay. Les isothermes de la figure 15 donnent une indication de ce double mouvement des eaux au-

dessus du seuil. Les isothermes en pointillé, représentant le plus bas des deux niveaux de marée que nous ayons, sont entraînées vers l'extérieur au-dessus du seuil. L'isotherme de 3°C, en particulier, part d'une profondeur d'environ 25 mètres à la station 440 et aboutit à la hauteur de 5 mètres à la station 490A;

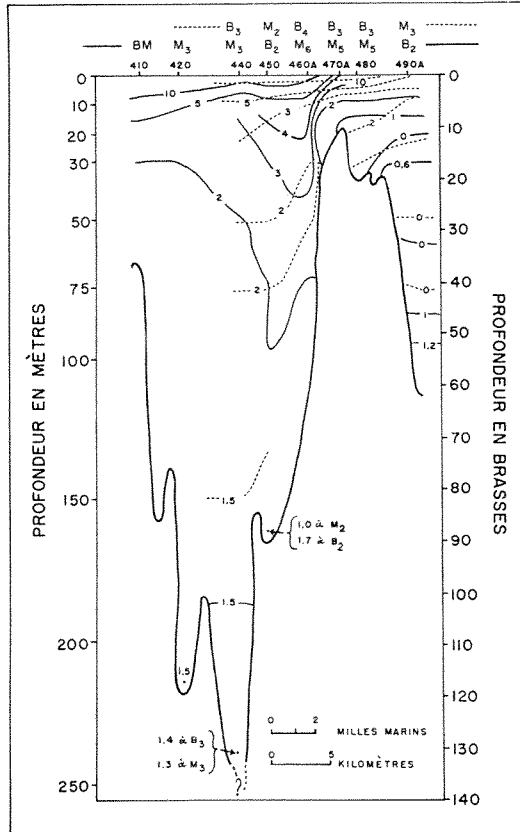


Fig. 15. - Distribution verticale des isothermes (°C) à l'embouchure du fjord du Saguenay, en fonction de la marée, 14-16 juin 1962. Les traits pleins correspondent à la phase de la marée la plus haute que nous ayons observée et sont la transcription de la figure 7. Les traits pointillés indiquent des observations aux mêmes stations, mais pour une phase de marée plus basse. La signification de B₃, M₂, etc. est donnée à la figure 6.

elle laisse bien voir l'effet d'entraînement vers l'extérieur de la partie supérieure de la nappe profonde par l'eau de la surface. Même la masse d'eau délimitée par l'isotherme de 2°C semble être attirée par ce fort courant de décharge : elle tend à « grimper » le long de la pente intérieure du seuil.

Par contre, les isothermes en traits pleins représentent le plus haut des deux niveaux de marée observés aux six stations de l'embouchure. Pour les trois stations situées exactement au-dessus du seuil (460A, 470A, 480), les observations ont été faites au plus fort de la marée montante (M₅, M₆). La dépression des isothermes de 2°, 3° et 4°C le long de la pente intérieure du

seuil laisse bien voir l'infiltration compensatrice des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent dans le fjord. Les inflexions des isohalines de 27 et 29‰ (fig. 6) montrent de la même manière cette plongée des eaux de la surface du Saint-Laurent dans le bassin du fjord. À cause de leur densité relativement grande, elles glissent sous les eaux moins denses de la surface du Saguenay et deviennent prisonnières dans le fjord, le seuil empêchant leur retour vers le Saint-Laurent. Ainsi, au plus fort de la marée montante, l'effet de décharge est suspendu temporairement à cause du refoulement des eaux de l'extérieur, et ceci, croyons-nous, se produit à chaque marée, durant l'été. Cet effet de refoulement est bien illustré (fig. 15) par les isothermes (trait plein) qui s'arrêtent brusquement au-dessus du seuil. En résumé, nous avons exactement dans le fjord un régime de circulation estuarienne : sortie de l'eau douce de la surface du Saguenay avec entraînement de la partie supérieure de la couche saline sous-jacente, et pénétration des eaux du Saint-Laurent, au ras du seuil, venant compenser la perte produite lors de la sortie précédente. La marée a pour effet de rendre intermittent ce mouvement de pénétration.

b) l'origine de la nappe profonde

La différence entre la densité des eaux de la surface et celle des eaux de profondeur est tellement grande (voir les σ_t , fig. 13) que la disposition des eaux en deux strates est tout à fait stable en été, et qu'il est impossible d'avoir dans le Saguenay un mélange vertical entre la couche de surface et la nappe profonde durant cette saison. Mises à part les infiltrations salées de l'embouchure dont nous venons de parler, nous pouvons dire que le fjord du Saguenay présente, en surface durant l'été, une rivière d'eau douce et chaude, émissaire du lac Saint-Jean et de nombreux affluents, qui masque complètement et sans s'y mêler les eaux salées et froides de l'immense nappe profonde.

Pour expliquer adéquatement l'origine des caractéristiques physiques de cette nappe profonde, il nous faudrait connaître la salinité de la surface du fjord en hiver. Malheureusement, nous n'avons pas ces données de salinité. Pour ce qui est de la température, nous savons que le Saguenay est recouvert de glace en hiver et qu'ainsi il devient pratiquement isotherme dans toute sa profondeur. Pour avoir un mélange vertical en hiver entre la couche de surface et la nappe sous-jacente comme c'est le cas, par exemple, dans le Chenal Laurentien (Lauzier, 1960) et dans le fjord Hébron (Nutt et Coachman, 1956), il faudrait la disparition de l'halocline et une salinité de surface d'au moins 26‰. Dans ce cas, la barrière de densité disparaîtrait entre les deux nappes et un mouvement de convection pourrait se créer, amenant un échange entre la surface et les eaux de profondeur. Les températures froides observées dans la nappe profonde, de même que la bonne oxygénation, trouveraient leur origine dans cet échange vertical hivernal. Une telle augmentation de la salinité de surface, bien que très grande (20‰ environ) n'est pas invraisemblable en hiver. Pickard (1961) a observé dans le Bute Inlet, C.-B., une augmentation de salinité aussi

importance en surface : moins de 10‰ en été et plus de 25‰ en hiver. Le fjord du Saguenay a une circulation estuarienne semblable à celle de Bute Inlet. Il se pourrait donc que son comportement en hiver fût le même. De plus, la couche de glace, absente dans Bute Inlet, devient dans le Saguenay un actif pour l'accroissement de la salinité de surface parce qu'elle réduit d'autant la masse d'eau douce libre. Ces divers facteurs une fois réunis, l'hypothèse d'un mélange vertical résultant d'une telle augmentation de salinité à la surface du Saguenay en hiver, devient plausible. Si ces données de salinité se vérifiaient, nous aurions là l'explication la plus simple des caractéristiques océanographiques de la nappe profonde du Saguenay.

Dans l'hypothèse contraire, la barrière de densité entre les deux nappes du Saguenay demeurerait infranchissable même en hiver et il nous faudrait chercher dans un autre mécanisme l'origine des eaux froides et de l'oxygène des profondeurs du fjord. Nous donnons ici l'explication de ce deuxième mécanisme qui pourrait d'ailleurs exister même si la première hypothèse était vérifiée. Dans ce cas, les deux mécanismes agiraient conjointement pour produire le renouvellement des eaux profondes du fjord.

Nous avons indiqué plus haut, en comparant les eaux du Saguenay et celles du Chenal Laurentien, l'identité probable des caractéristiques des eaux de surface de l'estuaire à l'embouchure du Saguenay, en hiver, et de celles des profondeurs du Saguenay dans le grand bassin, en été. Il y aurait là, à notre avis, non une simple coïncidence mais une relation réelle. Durant la saison froide, les eaux glacées de la surface de l'estuaire pénétreraient dans le Saguenay par-dessus le seuil avec la marée montante. Progressivement, ces eaux seraient refoulées vers l'amont du fjord par la poussée de chaque marée et atteindraient peu à peu le grand bassin où elles se stabiliseraient à un niveau déterminé par leur densité et la densité de l'eau déjà en place. Ces eaux de surface étant bien oxygénées et froides contribueraient au maintien d'un taux d'oxygène relativement élevé et d'une température très basse dans la nappe profonde.

D'autre part, ce qu'on connaît des mécanismes de renouvellement d'eau profonde dans les bassins analogues semble appuyer cette hypothèse. Pickard (1963), en effet, indique que ces eaux profondes proviennent des eaux côtières extérieures au seuil du bassin, et qu'elles y pénètrent au moment de leur densité maximale. Or, cette densité maximale, dans l'estuaire du Saint-Laurent, survient sans aucun doute en hiver, alors que les eaux de surface et de la nappe intermédiaire sont les plus froides.

La poche d'eau froide observée en juin 1962 à la tête du fjord (fig. 7) semble caractéristique des fjords à circulation estuarienne. Pickard (1961) note dans « l'abstract », sans les expliquer par la suite, que de tels minima sont fréquents en amont à des profondeurs de 20 à 100 m, dans des fjords analogues de la Colombie-Britannique. Nous en proposons, quant à nous, l'explication suivante dans le cas du Saguenay. Vers la fin du printemps, la surface de l'es-

tuaire du Saint-Laurent a déjà subi un certain réchauffement et ses eaux, en pénétrant dans le Saguenay, atteignent d'abord les bassins près de l'embouchure; elles y provoquent une légère élévation de température, alors que le grand bassin reste encore intouché. Les quelques données recueillies à cet endroit montrent qu'il semble y avoir réchauffement graduel au cours de l'été, dans le bassin près de l'embouchure. Risi (1934), rassemblant des observations estivales (4 juillet 1933) recueillies près de la station 440, indique en effet des températures sensiblement plus élevées que nos observations printanières (14-15 juin 1962) à cette même station (appendice I).

Par contre, le grand bassin ne semble pas subir de réchauffement, pas dans son entier en tout cas. Nos relevés les plus tardifs de l'été (19-24 août 1961) montrent encore d'importantes langues d'eau froide se maintenant entre 0.6 et 0.8°C. Les résultats de Gaudry (1938) indiquent des couches d'eau de 0.5 et même de 0.3°C, en août 1936. Les propriétés arctiques de la nappe profonde sont ainsi plus permanentes, semble-t-il, à l'amont du fjord qu'à l'aval. Les eaux glacées de la tête du fjord sont protégées du réchauffement, d'une part par l'écran toujours circulant de la nappe superficielle du fjord et d'autre part, par l'énorme masse d'eau de l'aval, qui dilue l'eau plus chaude de la surface du Saint-Laurent qui pénètre dans le fjord en été. Bref, il semble bien, que les eaux de profondeur à l'amont du fjord du Saguenay rappellent les eaux de surface de l'estuaire du Saint-Laurent de l'hiver précédent. C'est ce que Pickard (1963) appelle la « mémoire » des eaux profondes des bassins côtiers de Colombie-Britannique, mémoire qui dans ce cas rappellerait même les propriétés hydrographiques d'une année antérieure caractérisée par un maximum de densité des eaux côtières extérieures. Le maintien de cette eau froide dans le Saguenay durant l'été et son renouvellement à chaque hiver permettent de croire à une certaine permanence des caractéristiques arctiques du fjord.

c) *Explication des inversions de température et de l'oxygénation de la nappe profonde*

Nous avons signalé plus haut la présence d'inversions fréquentes de la température dans le grand bassin du fjord. Cela s'explique par le fait que, pour les basses températures en particulier, la densité de l'eau salée est dominée de façon presque absolue par la salinité. En effet, on voit dans les diagrammes T-S (fig. 13 et 14) que les courbes de densité (σ_t) sont presque parallèles à l'axe des températures, ce qui indique la faible influence de la température sur la densité comparée à celle de la salinité. Dans le grand bassin, l'écart total des températures observées dans la nappe profonde se situe entre 0.45 et 1.7°C. Dans cette zone de température, un écart aussi faible produit sur la densité un effet négligeable comparativement à celui de la salinité. Il s'ensuit que la stratification de l'eau sera fonction de l'augmentation de la salinité et ne tiendra pas compte des faibles inversions de température qui pourraient se produire lors de l'arrivée de nouvelles masses d'eau. En effet, l'eau pénétrant dans le Saguenay

par-dessus le seuil se loge à un niveau déterminé par sa propre densité relativement à celle de l'eau déjà en place. Ces infiltrations de l'extérieur peuvent introduire une masse d'eau légèrement plus chaude entre deux masses plus froides si le gradient de densité le permet. Telle est l'interprétation que donne Pickard (1963) d'inversions semblables observées dans les bassins côtiers de l'île de Vancouver.

Partout nous avons observé une augmentation suffisante de la salinité avec la profondeur pour entraîner une augmentation parallèle de la densité et compenser les faibles inversions de température. Ces inversions de température indiquent que, dans la nappe profonde, dans le grand bassin tout au moins, la circulation doit être plutôt lente; il y a vraisemblablement peu de brassage d'eau *in situ*. La bonne oxygénation du fond ne peut provenir dans ce cas d'un échange avec les couches supérieures du fjord mais plutôt de l'introduction d'une eau bien oxygénée venue de l'extérieur par-dessus le seuil. Le seuil ayant une profondeur de 20 mètres, l'eau qui pénètre dans le Saguenay provient forcément de la surface et de la partie supérieure de la nappe intermédiaire de l'estuaire du Saint-Laurent. Comme il s'agit d'eau bien oxygénée (Risi, 1934, 1936), on comprend que celle du fond du Saguenay le soit aussi. Si, d'autre part, l'hypothèse d'un mélange vertical hivernal était vérifiée nous aurions là un deuxième mécanisme de renouvellement de l'oxygène en profondeur.

Conclusion

La caractéristique océanographique principale du fjord du Saguenay est la présence d'une *thermo-halocline* de grande intensité déterminant une stratification des eaux en deux étages :

1) La *nappe superficielle* (épaisseur de 20 m environ) a, en surface durant l'été; des températures de 16-18°C et des salinités aussi faibles que 5‰. Cette couche est limitée à sa base par une zone de discontinuité thermique et haline, la thermo-halocline, où la température descend rapidement à environ 1°C, et où la salinité monte brusquement à 26‰ environ.

2) La *nappe profonde* (de la profondeur de 20 m environ, jusqu'au fond) est plutôt isotherme, avec des oscillations de température entre 0.4 et 1.7°C, et possède un gradient de salinité bien régulier allant de 26‰ à 20-25 m, jusqu'à 31‰ aux grandes profondeurs. Les données d'oxygène dissous indiquent une bonne aération dans les grands fonds avec des valeurs de 5ml/L environ.

La circulation de l'eau dans le Saguenay est du type estuarien. En effet, des apports considérables d'eau douce provenant du lac Saint-Jean et des affluents produisent en surface un courant de décharge entraînant dans sa sortie une partie de la couche saline sous-jacente. D'autre part, il semble qu'un cou-

rant compensateur, favorisé par la marée montante, pénètre dans le fjord par-dessus le seuil sous la couche de surface et amène sans les profondeurs du Saguenay les eaux des couches superficielles du Saint-Laurent.

Ces eaux de la surface du Saint-Laurent, en particulier celles de l'hiver, donneraient à la nappe profonde du fjord ses propriétés: surtout son *caractère arctique* permanent et sa haute teneur en oxygène. Nous faisons aussi l'hypothèse de l'existence d'un mélange vertical en hiver entre les deux nappes du fjord. Des observations de salinité de surface, en hiver, permettraient de vérifier cette hypothèse.

Pour avoir une idée plus complète des propriétés de la thermo-halocline, il serait nécessaire d'avoir des données de température et de salinité prises très tard, à l'automne, et très tôt, au printemps.

Les remerciements que nous devons à de nombreuses personnes apparaîtront à la fin d'un second article qui portera sur la faune ichtyologique du Saguenay et ses relations avec les nappes d'eau du fjord. Cependant, nous remercions dès maintenant M. Pierre Brunel du Département des Sciences biologiques, Université de Montréal, d'avoir bien voulu reviser ce texte sur l'océanographie du Saguenay.

Références

- BLANCHARD, R., 1933. Études canadiennes, 1ère série: IV, Le Saguenay et le lac Saint-Jean. *Rev. Géogr. alp.* **21** (1): 5-174.
- BLANCHARD, R., 1935. L'Est du Canada français, province de Québec. Tome II. Beauchemin, Montréal, 336 p.
- BRUNEL, J., 1963. Observations préliminaires sur le phytoplancton du Haut-Saguenay. *Ann. ACFAS (1961-62)*, **29**: 47.
- CANADA, 1959. Bulletin des ressources hydrauliques. *Ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa*, No 119.
- CANADA, 1962. Annuaire des marées et des courants, fleuve Saint-Laurent et rivière Saguenay. *Serv. hydrog. Canada Min. Mines et Relevés techn. Ottawa*, 129 p.
- DRAINVILLE, G., 1962. Conditions hydrographiques et aperçu général de la faune du Saguenay. *Ann. ACFAS (1960-61)*, **28**: 54. Aussi: *Le Jeune Naturaliste, Joliette, Québec*, **12** (3): 48-55.
- DRAINVILLE, G., TIPHANE, M. et BRUNEL, P., Croisière océanographique dans le fjord du Saguenay, 14-22 juin 1962. *Rapp. ann. Sta. Biol. mar. Grande-Rivière 1962*: 133-144.
- DRAINVILLE, G., 1964. Une enclave biogéographique arctique dans le fjord du Saguenay. *Ann. ACFAS (1962-63)*, **30**: 63.
- DRESSER, J.-A. et DENIS, T. C., 1946. La géologie de Québec; vol. II, géologie descriptive. *Rapp. géol. Min. Mines, Québec*, **20**: 1-647.
- DUNBAR, M. J., 1951. Eastern arctic waters. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, **88**: 1-131.
- GAUDRY, R., 1938. Les températures de l'estuaire du Saint-Laurent, *Contr. Sta. biol. Saint-Laurent, Québec*, (13): 1-14.

- GRENIER, F., 1959. Emploi de comprimés pour le dosage de l'oxygène dissous. *Jour. de bord, Off. Biol. Min. Chasse et Pêche, Québec*, **2**(20): 111-113.
- HAMELIN, L. E., 1966. Noms de régions. *Cahiers Géogr. Québec*, **20**: 253-262.
- KNUDSEN, M., 1901. Hydrographical tables. Copenhagen et Londres, 63 p.
- LAFLAMME, J.C.K., 1886. Le Saguenay: essai de géographie physique. *Nat. Can. Québec*, **15**: (8): 182-191 et (9): 197-206.
- LASALLE, P., 1965. Radiocarbon date from the Lake St. John area, Quebec. *AAAS, Science*, **149** (3686): 860-862.
- LAUZIER, L. M., 1960. L'océanographie est-elle vraiment utile aux pêcheries. *Actualités marines, Québec*, **4** (1): 9-12.
- LAUZIER, L. M. et BAILEY, W. B., 1957. Features of the deeper waters of the Gulf of St. Lawrence. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, **111**: 213- 250.
- LAUZIER, L. M., TRITES, R. W. et HACHEY, H. B., 1957. Some features of the surface layer of the Gulf of St. Lawrence. *Bull. Fish Res. Bd. Canada*, **111**: 195-212.
- LAVERDIÈRE, C., 1961. Sur l'emploi de quelques termes géographiques. *Nat. Can. Québec*, **88**: (10): 253-256.
- LAVERDIÈRE, C. et MAILLOUX, A., 1956. État de nos connaissances d'une transgression marine post-glaciaire dans les régions du haut Saguenay et du lac Saint-Jean. *Rev. Can. Géogr.*, **10**: (4): 201-220.
- LEGENDRE, V., 1961. Saguenay-fjord, expédition de pêche en profondeur, 21-26 août 1961, par la Station piscicole des Laurentides, en collaboration avec le Camp des Jeunes Explorateurs et la Station piscicole de Tadoussac. *Min. Chasse et Pêche, Québec, Off. Biol., Contr., sér. A* (79): 1-28.
- LEGENDRE, V., 1962. Pêche dans les profondeurs du Saguenay-fjord. *Ann. ACFAS (1960-61)*, **28**: 54.
- NADEAU, A., 1938. Salinité des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent, *Contr. Sta. biol. Saint-Laurent, Québec*, (11): 1-19.
- NUTT, D. C. et COACHMAN, L. K., 1956. The oceanography of Hebron fjord. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **13** (5): 709-758.
- PICKARD, G. L., 1961. Oceanographic features of inlets in the British Columbia mainland coast. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **18** (6): 907-999.
- PICKARD, G. L., 1963. Oceanographic characteristics of inlets of Vancouver Island, British Columbia. *Ibid.*, **20** (5): 1109-1144.
- RISI, J., 1934. II. Rapport général sur les excursions du « Laval SME » durant les saisons 1932 et 1933, avec liste des stations. *Sta. biol. Saint-Laurent, Rapp.* (2): 27-48.
- RISI, J., 1936. III. Rapport général des stations pour les étés 1934-1935. *Ibid.*, (3): 69-91.
- THOMSEN, H., 1954. Instructions pratiques sur la détermination de la salinité de l'eau de mer par la méthode de titrage de Mohr-Knudsen. *Inst. Océan. Monaco, Bull.* **51** (1047): 1-20.
- TIPHANE, M., 1963. Le Saguenay, son contenant et son contenu. *Actualités marines, Québec*, **7** (2): 22-24.
- TIPHANE, M., 1963a. Hydrographie et sédimentation dans le Saguenay. *Ann. ACFAS (1961-62)*, **29**: 77.
- TREMBLAY, J.-L. et LAUZIER, L., 1940. L'origine de la nappe d'eau froide dans l'estuaire du Saint-Laurent. *Contr. Sta. biol. Saint-Laurent, Québec*, (14): 5-23.
- TRITES, R. W. et LORING, D. H., 1962. Saguenay river estuary. Annual report and investigators' summaries 1961-62. *Fish Res. Bd. Canada, Atlantic ocean. Group, Halifax, N.S.*: 42-44.

A P P E N D I C E I

DONNÉES HYDROGRAPHIQUES DU SAGUENAY¹

Année 1962

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Cond.	Sal. ‰ Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n
490A (M ₃)	0	14/6	08:15	7.5	19.13	18.98	14.96	6.8	91
	10		08:30	1.7	28.19	—	22.59	6.1	76
	20		"	1.3	29.96	—	24.02	6.2	77
	30		"	0.4	31.17	—	25.03	5.8	72
	50		08:45	0.0	31.80	—	25.55	6.5	80
	75		"	0.0	31.80	—	25.55	6.0	74
	90		"	-0.2	32.20	32.12	25.89	6.2	75
490A (B ₂)	0	15/6	14:00	4.4	27.94	28.15	22.16	6.4	85
	10		14:20	1.3	30.73	—	24.63	5.5	68
	20		"	0.0	31.62	—	25.41	6.2	75
	30		"	-0.6	32.05	—	25.78	6.2	74
	50		"	-0.2	32.23	—	25.91	5.7	69
	75		14:30	0.6	32.88	—	26.40	4.7	59
	90		"	1.2	33.15	33.19	26.58	4.4	56
480 (M ₅)	0	14/6	10:00	4.6	26.33	26.38	21.67	6.8	90
	10		10:10	1.3	29.83	—	23.91	—	—
	20		"	0.8	30.53	—	24.50	—	—
	34		"	0.3	30.93	31.04	24.84	5.8	71
480 (B ₃)	0	15/6	14:50	11.5	11.67	11.83	8.67	6.7	95
	10		15:00	2.4	28.51	—	22.79	—	—
	20		"	2.0	29.38	—	23.51	—	—
	35		"	0.4	31.46	31.82	25.27	6.0	75

Légende des abréviations :

- M₃, B₂ etc.: troisième heure de la marée montante, deuxième de la marée baissante, etc.
- BM, HM: étale de basse mer, étale de haute mer
- Prof. (m): profondeur en mètres
- Sal. ‰: salinité en parties pour mille
- σ_t : densité; par exemple, 22.16 veut dire une densité de 1.02216
- ml/L: nombre de millilitres d'oxygène dissous dans un litre d'eau
- % sat'n: quantité d'oxygène en pourcentage de saturation pour la température et la salinité de cet échantillon d'eau.

1. Les données portant les dates comprises entre les 14 et 21 juin 1962 ont été recueillies lors de la « Croisière du Saguenay » et ont été publiées en partie dans Tiphane (1963). Les autres relevés ont été faits par l'auteur au Camp des Jeunes Explorateurs, cap Jaseux.

APPENDICE I (suite)

Année 1962

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Sal. ‰ Cond.	‰ Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n
470A (M ₅)	0	14/6	10:45	4.1	27.05	27.29	21.48	—	—
	10		10:55	1.6	29.72	—	23.82	—	—
	17		"	0.8	30.66	30.93	24.60	5.0	62
470A (B ₃)	0	15/6	15:25	11.7	11.06	11.06	8.17	6.7	95
	10		15:35	2.7	27.50	—	21.96	—	—
	17		"	2.3	28.22	28.40	22.56	6.4	81
460A (M ₆)	0	14/6	11:05	11.5	9.80	9.87	7.20	6.7	93
	10		11:15	4.6	24.33	—	19.31	—	—
	20		"	4.0	25.34	—	20.16	—	—
	30		"	3.8	26.92	—	21.43	—	—
	50		11:25	2.5	27.88	—	22.29	—	—
73	"	2.0	28.78	28.82	23.03	5.4	68		
460A (B ₄)	0	15/6	16:00	12.7	8.42	8.48	6.99	6.6	93
	10		16:10	3.2	27.14	—	21.63	—	—
	20		"	2.3	28.40	—	22.70	—	—
	30		"	2.0	28.80	—	23.07	—	—
	50		16:20	2.0	29.23	—	23.39	—	—
73	"	1.8	29.42	29.69	23.54	5.9	75		
450 (B ₂)	0	14/6	13:05	13.2	6.71	6.85	4.57	7.0	99
	10		13:10	4.8	23.69	—	18.78	—	—
	20		"	3.6	26.22	—	20.88	—	—
	30		"	3.0	27.41	—	21.87	—	—
	50		"	2.3	28.66	—	22.91	—	—
	75		13:30	2.0	28.82	—	23.06	—	—
	100		"	2.0	29.08	—	23.23	—	—
160	"	1.7	29.42	29.79	23.58	6.8	85		
450 (M ₂)	0	15/6	08:05	12.4	7.48	7.59	5.25	6.8	94
	10		08:15	3.6	24.63	—	19.63	—	—
	20		"	2.6	27.27	—	21.78	—	—
	30		"	2.4	28.04	—	22.41	—	—
	50		"	2.1	28.46	—	22.76	—	—
	75		08:30	2.0	28.71	—	22.97	—	—
	100		"	1.85	28.80	—	23.04	—	—
160	"	1.0	30.23	29.74	24.23	5.9	73		

APPENDICE 1 (suite)

Année 1962

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Cond.	Sal. ‰ Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n
440 (B ₂)	0	14/6	14:10	14.3	5.23	5.30	3.29	7.0	99.7
	10		14:20	4.8	22.50	—	17.84	6.9	90
	20		"	3.2	22.97	—	18.33	6.7	84
	30		"	2.4	27.94	—	22.34	6.0	75
	50		"	2.0	28.69	—	22.96	6.6	83
	75		14:45	2.0	28.86	—	23.09	6.8	85
	100		"	1.6	29.38	—	23.54	6.7	84
	150		"	1.5	29.42	—	23.58	6.8	85
	200		"	1.4	29.60	—	23.72	6.8	85
	240	15:10	1.4	29.60	29.97	23.72	6.6	82	
440 (M ₃)	0	15/6	09:15	13.2	5.84	5.90	3.93	6.7	94
	10		09:25	3.2	26.08	—	20.79	6.1	77
	20		"	2.8	26.35	—	21.04	6.1	77
	30		"	2.4	27.97	—	22.36	6.5	82
	50		"	2.0	28.66	—	22.93	5.7	71
	75		09:45	1.8	29.00	—	23.20	6.4	80
	100		"	1.8	29.07	—	23.26	6.3	79
	150		"	1.6	29.23	—	23.42	5.6	70
	200		"	1.4	29.74	—	23.83	5.7	71
	240	10:00	1.3	29.76	30.08	23.86	5.5	68	
420 (M ₃)	0	16/6	10:15	14.0	7.43	7.59	5.04	6.6	95
	10		10:25	5.5	21.15	—	16.73	—	—
	20		"	2.2	28.30	—	22.64	—	—
	30		"	2.0	28.60	—	22.88	—	—
	50		"	1.8	29.13	—	23.31	—	—
	75		10:45	1.65	29.36	—	23.53	—	—
	100		"	1.65	29.43	—	23.58	—	—
	150		"	1.6	29.69	—	23.79	—	—
	190	"	1.55	29.96	30.19	24.01	5.7	72	
410 (BM)	0	16/6	08:30	14.3	5.50	5.57	3.50	6.6	94
	10		08:40	6.2	20.79	—	16.38	—	—
	20		"	2.7	26.60	—	21.25	—	—
	30		"	2.0	28.10	—	22.49	—	—
	50		"	2.0	28.37	—	22.70	—	—
	70		08:50	1.8	29.23	29.36	23.39	6.4	81
390 (M ₂)	0	18/6	10:05	12.9	7.16	6.87	4.99	6.5	91
	10		10:20	12.1	8.19	—	5.90	—	—
	20		"	5.2	23.30	—	18.44	—	—
	30		"	2.2	27.50	—	22.00	—	—
	50		"	1.8	28.66	—	22.93	—	—
	75		10:30	1.7	29.13	—	23.34	—	—
	100		"	1.6	29.52	—	23.66	—	—
	150		"	1.5	29.63	—	23.74	—	—
	175	"	1.5	29.85	29.92	23.92	6.2	77	

APPENDICE I (suite)

Année 1962

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Sal. Cond.	% Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n
370 (M ₅)	0	18/6	13:35	13.0	7.27	7.34	5.07	6.4	91
	10		13:45	11.1	10.37	—	7.72	—	—
	20		"	3.3	25.07	—	19.99	—	—
	30		"	2.2	27.86	—	22.28	—	—
	50		"	1.9	28.49	—	22.80	—	—
	75		14:00	1.8	28.69	—	22.96	—	—
	100		"	1.7	29.09	—	23.31	—	—
	135		"	1.6	29.72	29.70	23.82	5.5	68
350 (M ₆)	0	18/6	14:25	13.1	7.25	7.29	5.03	6.5	92
	10		14:35	12.2	8.24	—	5.92	—	—
	20		"	2.8	24.36	—	19.46	—	—
	30		"	1.8	27.68	—	22.15	—	—
	50		"	1.8	28.82	—	23.06	—	—
	75		14:55	1.65	29.16	—	23.37	—	—
	100		"	1.6	29.34	—	23.51	—	—
	150		"	1.5	29.96	—	24.01	—	—
330 (B ₄)	0	19/6	06:30	12.5	8.04	7.70	5.73	6.6	92
	10		06:40	3.6	22.72	—	18.11	6.6	82
	20		"	1.6	27.11	—	21.73	6.4	79
	30		"	1.3	27.97	—	22.43	6.3	76
	50		"	1.6	28.71	—	23.01	6.2	77
	75		07:00	1.55	29.16	—	23.37	6.4	79
	100		"	1.5	29.34	—	23.51	6.4	80
	150		"	1.3	30.01	—	24.05	5.7	71
290 (M ₁)	0	19/6	09:50	12.5	8.51	8.53	6.09	6.4	92
	10		10:00	2.15	25.70	—	20.56	6.4	79
	20		"	1.4	27.34	—	21.91	5.7	70
	30		"	1.2	28.15	—	22.57	6.2	76
	50		"	1.3	28.78	—	23.07	5.7	70
	75		10:15	1.5	29.13	—	23.34	6.0	74
	100		"	1.3	29.33	—	23.51	6.0	74
	150		"	0.95	29.99	—	24.64	5.6	69
250A (M ₄)	0	19/6	13:00	12.4	8.66	7.72	6.22	6.6	92
	10		13:10	2.1	25.30	—	20.24	6.5	80
	20		"	1.2	27.32	—	21.91	6.0	72
	30		"	1.0	28.04	—	22.48	6.2	75
	50		"	1.0	28.59	—	22.92	5.5	68
	75		13:20	1.2	29.13	—	23.35	5.5	67
	100		"	1.25	29.40	—	23.57	5.7	71
	150		"	0.8	29.94	—	24.05	5.2	64
200	"	1.4	30.99	—	24.83	4.6	57		
260	13:35	1.6	31.09	31.24	24.89	4.5	57		

APPENDICE I (suite)

Année 1962

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Cond.	Sal. ‰ Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n
200A (B ₁)	0	19/6	16:00	11.9	9.51	7.68	6.95	6.6	91
	10		16:05	5.0	20.37	—	16.15	—	—
	20		"	1.2	26.96	—	21.62	—	—
	30		"	0.9	27.92	—	22.42	—	—
	50		"	0.85	28.57	—	22.95	—	—
	75		16:15	0.8	28.93	—	23.24	—	—
	100		"	0.95	29.18	—	23.39	—	—
	150		"	0.75	29.96	—	24.07	—	—
	200		"	1.4	30.90	—	24.76	—	—
255	16:25	1.6	31.00	31.04	24.82	3.4	46		
200A (M ₄)	0	6/7	14:56	16.2	—	7.63	4.93	—	—
	10		15:00	1.1	—	25.43	20.40	—	—
	20		15:05	1.1	—	27.50	22.05	—	—
	30		15:10	0.6	—	28.49	22.87	—	—
	50		15:15	0.6	—	29.20	23.44	—	—
	75		15:24	1.0	—	29.54	23.70	—	—
	100		15:31	1.4	—	29.72	23.82	—	—
	150		15:45	1.4	—	30.21	24.21	—	—
	(M ₅)		200	16:00	1.4	—	30.91	24.78	—
255	16:40	1.5	—	31.24	25.02	—	—		
170 (M ₅)	0	20/6	14:40	16.1	6.06	6.17	3.64	6.2	93
	10		14:50	11.4	9.69	—	7.14	6.2	86
	20		"	1.2	26.56	—	21.30	6.2	75
	30		"	0.8	27.56	—	22.14	6.0	72
	50		"	0.6	28.48	—	22.88	6.0	72
	75		15:00	0.65	29.09	—	23.37	5.7	69
	100		"	0.75	29.16	—	23.42	6.1	74
	150		"	1.0	30.01	—	24.07	5.3	66
	200		"	0.5	30.81	—	24.73	4.8	59
	240		15:20	0.6	30.86	31.13	24.77	4.2	52
	125		"	0.45	—	—	—	—	—
150 (B ₆)	0	20/6	10:05	15.5	4.24	4.38	2.34	6.0	87
	10		10:20	8.5	13.24	—	10.25	6.2	81
	20		"	1.2	26.69	—	21.40	5.5	66
	30		"	0.7	27.50	—	22.09	6.2	72
	50		"	0.6	28.30	—	22.73	4.7	57
	75		10:45	0.6	28.96	—	23.26	5.1	62
	100		"	0.5	29.23	—	23.48	5.2	63
150	"	0.9	29.78	30.01	23.92	5.0	62		

APPENDICE I (suite)

Année 1962

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Cond.	Sal. ‰ Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n
120 (B ₄)	0	20/6	07:35	15.2	2.47	2.56	1.03	6.0	89
	10		07:45	13.2	5.81	—	3.96	6.0	84
	20		"	2.35	24.83	—	19.86	6.0	74
	30		"	0.8	27.41	—	22.02	5.7	68
	50		"	0.65	28.01	—	22.50	5.5	67
	75		07:55	0.45	28.64	—	23.01	4.4	53
	90		"	0.50	28.89	29.00	23.21	4.6	55
120 (M ₅)	0	5/7	16:13	16.4	—	4.13	2.10		
	10		16:22	1.6	—	26.74	21.43		
	20		16:27	0.6	—	28.51	22.89		
	30		16:41	0.5	—	28.93	23.22		
	50		16:48	0.5	—	29.42	23.61		
	75		17:00	0.6	—	29.56	23.73		
	90		17:11	0.6	—	29.69	23.83		
100A (B ₅)	0	21/6	09:30	15.6	—	—	—		
	10		10:00	10.25	—	11.91	9.02		
	18		"	1.15	—	27.03	21.68		
100A (M ₆)	0	21/6	17:25	16.5	—	3.55	1.65		
	10		17:35	1.0	—	27.00	21.66		
	18		"	0.8	—	27.48	22.06		
100A ¹ (M ₁)	0	2/7	11:08	15.1	—	3.39	1.62		
	10		"	4.4	—	22.66	18.01		
	12		11:25	2.8	—	24.58	19.63		
100A ¹ (B ₁)	0	2/7	16:00	12.3	—	10.28	7.49		
	10		"	2.4	—	26.09	20.86		
	20		16:08	1.0	—	27.57	22.14		
	29		16:16	1.0	—	27.57	22.14		
101A (BM)	0	3/7	11:35	17.3	—	< 1.	—		
	8		"	3.6	—	23.53	18.75		
101A (B ₁)	0	3/7	17:07	14.8	—	7.07	4.64		
	10		"	1.0	—	27.77	22.28		
080A (M ₁)	0	3/7	12:10	17.2	—	< 1.	—		
	10		12:15	17.2	—	< 1.	—		
080A (B ₁)	0	3/7	16:46	16.4	—	4.29	2.18		
	9		"	2.5	—	25.26	20.20		

1. La différence de profondeur de ces deux relevés vient du fait que la pente du fond à cet endroit est très abrupte et qu'une dérive même minime nous amène à des profondeurs sensiblement différentes.

APPENDICE I (suite)

Année 1962

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Cond.	Sal. ‰	% Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n
080 (HM)	0	3/7	16:25	18.2	-	< 1.	22.70	-	18.04	
	11		"	4.5	-					
070 (M ₆)	0	3/7	16:04	18.3	-	< 1.	13.46	-	9.94	
	12		"	10.0	-					
060A (M ₆)	0	3/7	15:38	18.0	-	< 1.	< 1.	-		
	12		"	17.4	-					
050 (M ₆)	0	3/7	15:12	18.0	-	< 1.	< 1.	-		
	14		"	18.2	-					

BAIE DES HA ! HA !

131 (B ₅)	0	23/7	11:24	15.0	-	9.22	6.25	18.49				
	10		"	5.9	-							
	20		11:33	2.8	-						26.89	21.47
	30		11:40	2.0	-						27.56	22.06
	50		11:51	0.8	-						28.28	22.69
(B ₆)	75	11:57	0.6	-	28.95	23.22						
	100	12:09	0.6	-	29.42	23.60						
	145	12:20	1.0	-	30.03	24.08						
111 (BM)	0	23/7	12:56	17.6	-	7.54	4.50	18.00				
	10		"	5.8	-						22.79	21.53
	20		13:04	1.7	-						26.87	22.14
	30		13:13	1.1	-						27.61	22.88
	(M ₁)		50	13:20	0.7						-	28.51	23.09
	75	13:30	0.6	-	28.78	23.66						
	103	13:40	0.7	-	29.49							
102A (M ₂)	0	23/7	14:10	17.9	-	7.97	4.77	18.41				
	10		"	5.0	-						23.22	21.64
	20		14:16	1.4	-						27.00	22.16
	30		14:34	1.0	-						27.63	22.86
	54		14:25	0.6	-						28.49	

APPENDICE I (suite)

Année 1961

Station (marée)	Prof. (m)	Date	Heure	T°C	Cond.	Sal. ‰ Chim.	σ_t	Oxygène m/L	%sat'n		
130 (M ₆) (BM)	0	19/8	07:00	16.3	—	4.40	2.33	5.8	86		
	7			4.7	—	25.84	20.50	5.7	76		
	15			1.3	—	28.12	22.54	5.0	62		
	30			à	0.6	—	29.38	23.58	5.3	65	
	45				0.7	—	29.69	23.83	5.7	71	
	61				0.8	—	29.72	23.85	5.5	68	
	76			0.9	—	29.78	23.89	5.3	66		
	91			1.1	—	29.88	23.96	5.6	69		
	111			09:00	1.1	—	29.96	24.02	5.6	69	
130 ¹ (B ₆)	0	21/8	16:00	17.5	—	1.62	< 1.	6.6	99		
	7			10.8	—	16.51	12.51	6.0	85		
	15			à	2.1	—	27.81	22.25	6.4	80	
	30				17:00	0.6	—	29.16	23.40	6.0	73
200A (M ₂) à	0	24/8	08:30	16.5	—	3.59	1.70	6.3	93		
	7			13.6	—	8.39	5.85	5.8	83		
	15			0.6	—	28.80	23.12	6.1	74		
	30			0.7	—	29.16	23.40	5.8	71		
	61			1.1	—	29.72	23.83	6.2	77		
	à			91	à	1.6	—	29.90	23.94	5.1	63
				122		1.7	—	30.08	24.09	6.0	74
				152		1.6	—	30.16	24.15	6.0	74
				183		1.3	—	30.26	24.25	5.3	66
				213		1.3	—	30.35	24.33	5.5	69
				245		1.3	—	30.41	24.37	5.4	67
				(M ₆) 256		12:30	1.3	—	30.50	24.43	5.1	63

1. Relevé fait exactement au même endroit que le relevé précédent, sauf que dans ce cas-ci nous n'avons analysé que les échantillons de la couche superficielle pour voir l'influence de la marée sur la salinité et la température des eaux de surface.

LES CREVETTES DES EAUX CÔTIÈRES DU QUÉBEC

Taxonomie et distribution ⁽¹⁾, ⁽²⁾

RICHARD COUTURE et PIERRE TRUDEL

Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec 10^e, Qué., Canada.

Résumé

Cinq familles de Décapodes nageurs sont ici traitées: Peneidae, Pasiphaeidae, Crangonidae, Pandalidae, Hippolytidae. Chaque partie comprend une description sommaire des caractères généraux de la famille et des genres ainsi qu'une clef d'identification des genres et des espèces. Chaque espèce est décrite, sa distribution dans les eaux québécoises, indiquée. Les caractéristiques des milieux où furent capturées les différentes espèces de crevettes sont données en appendice. On trouve dans le texte des dessins représentant les espèces de crevettes décrites dans la clef.

Abstract

The present work deals with five families of free-swimming Decapodes (1- Peneidae, 2- Pasiphaeidae, 3- Crangonidae, 4- Pandalidae, 5- Hippolytidae). The following information is given for each family, a short description of the family and of the genera treated in it. Dichotomic keys for species and genera as well as description of each species with notes on its distribution are also presented. The reader will find many drawings of the shrimps. Records on the habitat in an appendix.

Introduction

La faune carcinologique des eaux côtières du Québec est très riche. Les Décapodes nageurs tiennent une place particulièrement importante dans cette faune. Non seulement les crevettes servent-elles de nourriture aux poissons et aux mammifères marins, mais déjà une espèce, *Pandalus borealis*, est exploitée commercialement.

1. Contribution n° 49 du Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec 10^e, Qué., Canada.

2. Travaux sur les pêcheries du Québec, N° 25, Direction des pêcheries, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

Il est important, croyons-nous, de faire l'inventaire quantitatif et qualitatif des crevettes peuplant nos eaux. Au cours de l'été de 1964, nous avons effectué des chalutages sur le Banc des Américains, sur la côte de Gaspé-Nord (principalement à Rivière-au-Renard), sur la rive sud de l'Estuaire du St-Laurent (de l'île du Bic à Matane) et sur la rive nord, (de la baie aux Outardes jusqu'aux Escoumins). Nous avons effectué en outre plusieurs chalutages dans la zone côtière de Grande-Rivière. Ces inventaires ont permis de recueillir la plupart des espèces décrites dans ce travail taxonomique. Nous avons également utilisé les collections de Décapodes du Musée de la Station de Biologie Marine de Grande-Rivière qui comprennent les spécimens provenant des collections de la Station Biologique du St-Laurent (Trois-Pistoles) et les nombreux spécimens capturés par M. Pierre Brunel dans la baie des Chaleurs, dans la baie de Gaspé et autour de l'île d'Anticosti.

Rares sont les travaux qui traitent, dans leur ensemble, des Décapodes nauteurs de nos régions; nous pouvons citer ceux de Smith (1879), de Rathbun (1929) et de Squires (1957). Ces dernières publications peuvent servir à l'identification de plusieurs espèces présentes dans nos eaux. Celles de Smith et Rathbun sont épuisées et difficiles à obtenir et la nomenclature de ces travaux n'est plus à jour. Seule l'étude récente de Squires (1965) est à jour, mais elle ne couvre qu'une partie de notre territoire. Les principaux ouvrages où l'on retrouve la distribution d'une ou de plusieurs espèces de crevettes de notre zone d'étude sont les suivants: Smith (1879), Whiteaves (1901), Leim (1921), Rathbun (1929), Frost et Thompson (1932), Fiset (1934), Demers (1936), Préfontaine et Brunel (1962), Squires (1957, 1961, 1965).

CLEF DES FAMILLES (Decapoda natantia)

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Chélates présents sur la troisième paire de péréiopodes..... | <i>PENEIDAE</i> |
| Chélates absents sur la troisième paire de péréiopodes..... | 2 |
| 2. Exopodes présents sur tous les péréiopodes et sur le troisième maxillipède; corps comprimé latéralement | <i>PASIPHAEIDAE</i> |
| Exopodes absents sur les péréiopodes | 3 |
| 3. Carpes de la seconde paire de péréiopodes non segmentés;
rostre réduit corps comprimé ventro-dorsalement | <i>CRANGONIDAE</i> |
| Carpes de la seconde paire de péréiopodes segmentés | 4 |
| 4. Chaque carpe de la seconde paire de péréiopodes a un nombre
différent de segments et est de longueur différente; rostre très
bien développé | <i>PANDALIDAE</i> |
| Les carpes de la seconde paire de péréiopodes ont le même
nombre de segments et sont de même longueur | <i>HIPPOLYTIDAE</i> |

PENEIDAE

Chez les *PENEIDAE*, les trois premières paires de péréiopodes possèdent des chélates bien développés. Les deux autres paires de péréiopodes sont toujours complètement formées.

Plesiopenaeus

De fortes carènes parcourent la carapace en tous sens. Tous les maxillipèdes possèdent des exopodes. Les exopodes de la seconde paire de maxillipèdes sont très développés.

Plesiopenaeus edwardsianus (Johnson)

figure 1

Penaeus edwardsianus Johnson, 1867, Proc. Zool. Soc. London, p. 897.

Aristeus edwardsianus Miers, 1878, Zool. Soc. London, p. 308.

Aristeus coralinus Bate, 1888, Challenger Report, 24:32.

Aristacopsis edwardsiana Wood-Maxon, 1891, Ann. Nat. His., 8(6): 293.

Plesiopenaeus edwardsianus Faxon, 1895, Mem. Mus. Comp. Zool., 18:199.

Plesiopenaeus edwardsianus Bouvier, 1908, Résultats des Campagnes Scientifiques du Prince de Monaco, 33:64-69.

Description. — La carapace possède de nombreuses carènes. La carène médiane s'atténue très rapidement en arrière des dents du rostre. Les dents rostrales au nombre de trois sont à peu près équidistantes. Les premiers maxillipèdes ont des exopodes brièvement acuminés. Les exopodes de la seconde paire de

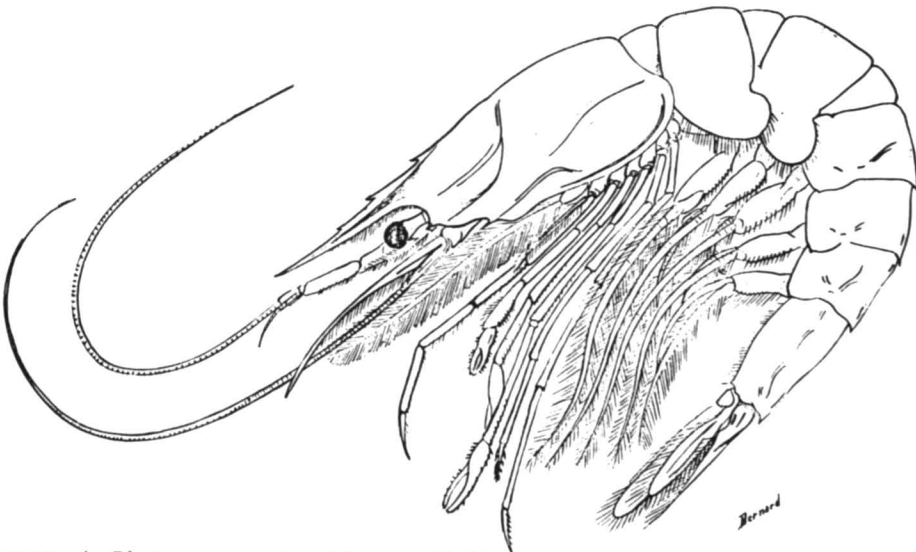


FIGURE 1. *Plesiopenaeus edwardsianus*, L.T. 25 cm.

maxillipèdes se terminent au niveau de l'extrémité des pédoncules antennulaires et possèdent un double rang de soies longues. Les troisièmes maxillipèdes aboutissent sensiblement au même niveau. Les exopodes de ces derniers mesurent environ le tiers de la longueur du maxillipède. La première et la seconde paire de péréiopodes sont plus courtes que le troisième maxillipède. Les trois dernières paires de pattes thoraciques sont grêles et allongées. L'abdomen possède une carène médiane rudimentaire sur le deuxième segment et une carène bien développée, terminée en arrière par une forte pointe sur les quatre segments suivants. Les exopodes des pléopodes sont plus longs que les endopodes et possèdent un double rang de soies. La lamelle de l'antenne présente chez les mâles un long prolongement antérieur.

Distribution. – Dans le rapport annuel 1965 de la Station de Biologie Marine de Grande-Rivière, Pierre Brunel signale la capture d'un spécimen à l'est de l'Île d'Anticosti, le 21 octobre 1965, par 155 brasses de fond, au moyen d'un chalut à panneaux. Un autre spécimen a été capturé au large du cap Desrosiers (Gaspé), par 150 brasses de fond, durant l'été de 1966.

P A S I P H A E I D A E

Cette famille se caractérise par l'absence du rostre qui est remplacé par une épine ou pointe post-frontale et par la présence d'exopodes sur tous les péréiopodes. Le premier et le troisième maxillipède ont également un exopode bien développé. L'exopode est rudimentaire sur le second maxillipède. Le premier péréiopode et le second se terminent par une pince allongée.

Pasiphaea

Sund (1912) a fait une révision complète de ce genre. Les principaux caractères en sont les suivants: corps fortement comprimé latéralement et bord frontal de la carapace imparfaitement défini.

Pasiphaea multidentata Esmark

figure 2

Pasiphaea multidentata Esmark, 1865, Christiania Videnskabs-Selskabs Forhanliger, p. 259.

Pasiphaea Norvegica M. Sars, 1868, Christiania Videnskabs-Selskabs Forhanliger, p. 260.

Pasiphaea tarda G. O. Sars, 1877, Archiv. for Mathematik og Naturvidenskab, 2:342.

Pasiphaea multidentata Sund, 1912, Bergens Mus. Aarbok, 6:1-18 (revision).

Description. — L'abdomen et la carapace sont comprimés latéralement. Une carène médio-dorsale va de l'épine frontale au telson. Ce dernier est creusé d'un sillon médian et se termine en fourche. Les uropodes sont légèrement plus longs que la partie centrale du telson. Le rostre remplace une épine post-frontale ne dépassant pas le pédoncule de l'oeil. Cette épine est généralement ascendante; toutefois, elle est précédée d'une crête courte et surélevée chez certains spécimens. Le premier péréiopode et le second ont de sept à quinze épines. Les dactyles des quatrième et cinquième péréiopodes possèdent une forme ovale,

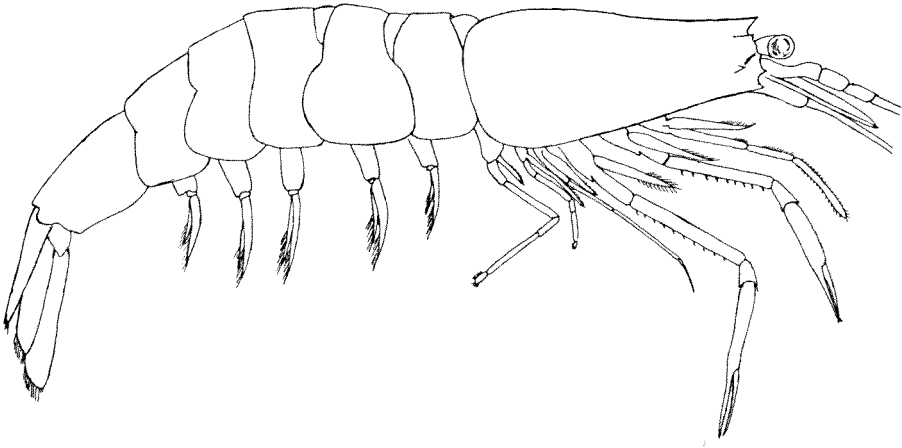


FIGURE 2. *Pasiphaea multidentata*, L.T. 10 cm.

adaptée pour la nage. Le troisième maxillipède n'excède pas ou peu le bout de la lamelle antennulaire. Cette dernière est environ quatre fois plus longue que large.

Distribution. — Schmitt décrivait en 1933, sous le nom de *princeps*, quelques spécimens capturés dans l'estuaire du fleuve St-Laurent (Préfontaine et Brunel, 1962). L'examen de ces spécimens nous a convaincus qu'il s'agit en réalité de *P. multidentata*. En effet, les caractères invoqués par Schmitt, en particulier les variations de la forme de l'épine post-frontale, appartiennent à l'espèce que nous venons de décrire. Jusqu'à preuve du contraire, il faut donc considérer *P. multidentata* comme la seule espèce du genre *Pasiphaea*, vivant dans les eaux québécoises.

P. multidentata est une espèce pélagique. On la retrouve dans le golfe St-Laurent et dans l'estuaire du fleuve St-Laurent.

PANDALIDAE

Tous les *pandalidae* ont un rostre bien développé, comprimé latéralement et muni de dents ou d'épines. La première paire de péréiopodes n'a pas de chélate proprement dit. Les carpes de la seconde paire de péréiopodes ont un nombre différent d'anneaux et sont, par conséquent, asymétriques.

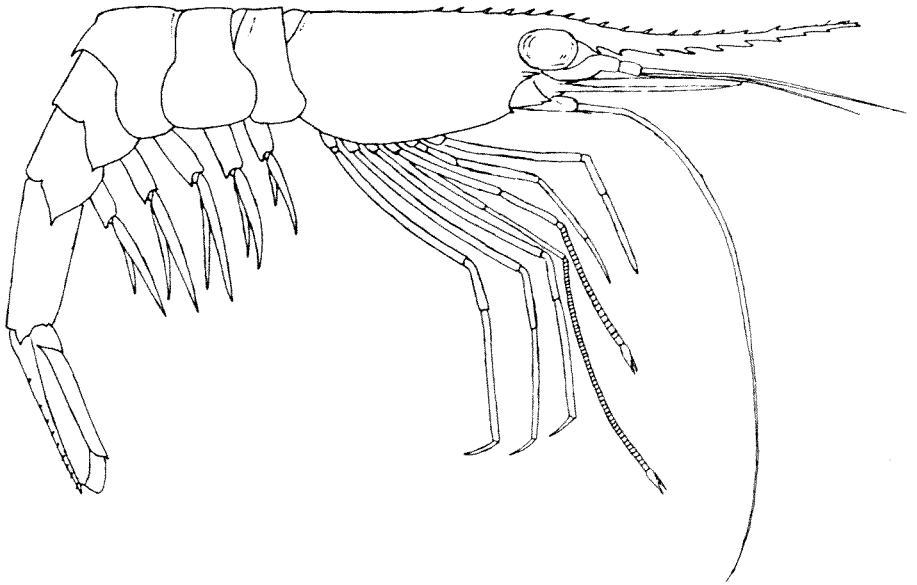


FIGURE 3. *Pandalus borealis*, L.T. 12 cm.

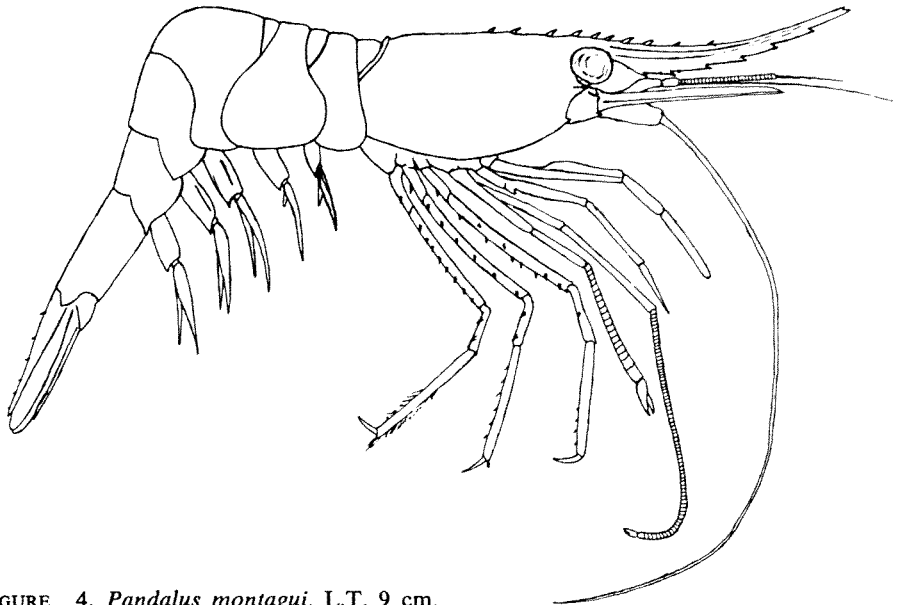


FIGURE 4. *Pandalus montagui*, L.T. 9 cm.

CLEF DES GENRES

- Troisième maxillipède sans exode *Pandalus*
 – Troisième maxillipède avec exopode *Dichelopandalus*

Pandalus

Ce genre se reconnaît par le troisième maxillipède qui n'a pas d'exopode. Le premier et le second maxillipède ont un exopode. Le rostre est muni d'épines sur le dessus et de dents rigides en dessous.

CLEF DES ESPÈCES

- 1 – Troisième segment abdominal avec une crête médiane; épines présentes sur toute la longueur du rostre; carpe droit de la seconde paire de péréiopodes avec environ 25 anneaux..... *borealis*
 – Troisième segment abdominal sans crête médiane; épines absentes sur la partie antérieure du rostre 2
 2 – Carpe droit de la seconde paire de péréiopodes avec environ 20 anneaux *montagui*
 – Carpe droit de la seconde paire de péréiopodes avec environ cinq anneaux *propinquus*

Pandalus borealis Kröyer

figure 3

Pandalus borealis Kröyer, 1838, Naturh. Tidsskrift, 2:254.

Description. – Le rostre est environ une fois et demie plus long que la carapace; il est recouvert entièrement d'épines. Le nombre d'épines sur le rostre varie entre dix et dix-huit; la carapace en possède de trois à quatre. Sous le rostre, il y a de six à neuf dents. L'extrémité du rostre est bifide. Le troisième segment abdominal possède une crête médiane qui se termine par une pointe se prolongeant légèrement au-dessus du quatrième segment. Le chélate de la première paire de péréiopodes est très réduit. Le carpe droit de la seconde paire de péréiopodes possède environ 25 segments et le carpe gauche environ 60 segments.

Distribution. – Dans le golfe St-Laurent, nous retrouvons *P. borealis* sur presque tous les fonds de boue molle se trouvant à plus de 80 brasses de profondeur.

Pandalus montagui Leach

figure 4

Pandalus montagui Leach, 1813, Edinburg Encyclopedia, 7:432.

Pandalus annulicornis Leach, 1815, Malacostracea Podophthalmata Britanniae, Pl. 40.

Pandalus longivatus Stimpson, 1853, Marine Invertebrata of Grand Manan, p. 58.

Pandalus montagui Smith, 1879, Trans. Conn. Acad. Arts Sci., 5:87-88.

Description. — La moitié antérieure du rostre est recourbée vers le haut et est dépourvue d'épine sur le dessus. Les dents du dessous sont très bien développées. Le nombre d'épines sur le rostre varie entre neuf et douze; de deux à trois épines se trouvent sur la carapace. Le nombre de dents varie entre six et huit sous le rostre. L'extrémité du rostre est bifide. La lamelle de l'antenne est plus courte que la carapace. Le troisième segment abdominal n'a pas de carène. Le carpe droit de la seconde paire de péréiopodes se compose d'environ 20 segments et le carpe gauche de la même paire, d'environ 75 segments. La coloration rouge apparaît en bandes diagonales sur la carapace et l'abdomen.

Distribution. — *P. montagui* se rencontre partout dans le golfe et l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, de la zone des marées jusqu'à une profondeur de 120 brasses.

Pandalus propinquus G. O. Sars

figure 5

Pandalus propinquus G. O. Sars, 1869, Christiana Videnskabs-Selskabs Forhandlinger, 4:148.

Description. — La moitié antérieure du rostre est fortement recourbée vers le haut et dépourvue d'épine. On compte sur le rostre de neuf à onze épines mobiles; il existe trois épines sur la carapace et de sept à huit dents sous le rostre. Le carpe gauche de la seconde paire de péréiopodes a environ 29 anneaux et le carpe droit, cinq anneaux. Les spécimens de cet espèce possèdent une coloration rouge vif uniforme.

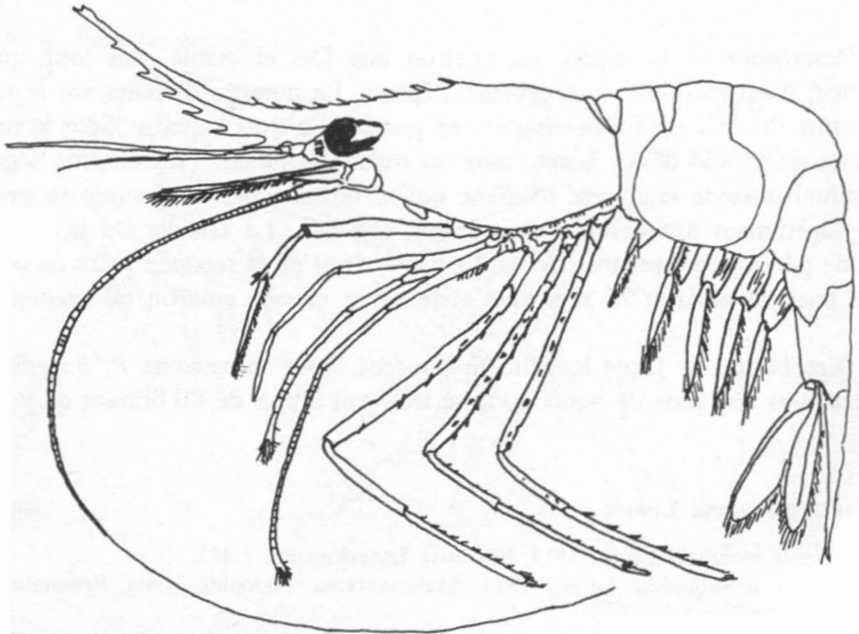


FIGURE 5. *Pandalus propinquus* (d'après Smith).

Distribution. – Dans le golfe St-Laurent, on trouve cette espèce surtout dans le Chenal d'Esquiman et dans le Chenal Laurentien, jusqu'à la hauteur de l'Île d'Anticosti.

Dichelopandalus

Ce genre se distingue du genre *Pandalus* par la présence d'un exopode sur le troisième maxillipède.

Dichelopandalus leptocerus (Smith)

figure 6

Pandalus leptocerus Smith, 1881, Proc. U.S. Nat. Mus. 3:437.

Dichelopandalus leptocerus M. J. Rathbun, 1929, Canadian Atlantic Fauna, 19(10m):8-9.

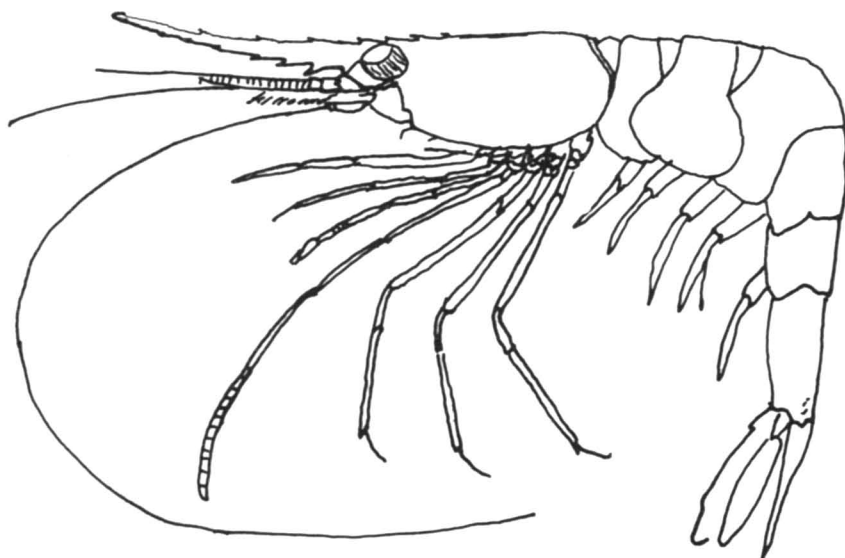


FIGURE 6. *Dichelopandalus leptocerus* (d'après Smith).

Description. – Le rostre est environ une fois et un tiers à deux fois plus long que la longueur de la carapace. La partie antérieure du rostre est relevée. Le nombre d'épines mobiles sur le rostre varie de 11 à 13; deux épines sont présentes sur la carapace. On compte de six à huit épines rigides sous le rostre. Le carpe droit de la seconde paire de périopodes possède environ cinq segments et le carpe gauche de 52 à 64 segments.

Distribution. – Frost et Thompson (1932) rapportent la présence de cette espèce dans le Chenal Laurentien, au nord des Îles-de-la-Madeleine, sur la côte ouest de Terre-Neuve et dans le détroit de Belle-Isle.

HIPPOLYTIDAE

La première paire de péréiopodes est généralement plus grosse et plus courte que la seconde paire de péréiopodes. Elles possèdent toutes deux des chelates bien développés. La forme du rostre varie selon les espèces. Les carpes de la seconde paire de péréiopodes sont segmentés symétriquement. Les premiers et les seconds maxillipèdes possèdent un exopode.

CLEF DES GENRES

- | | |
|---|----------------------|
| 1 – Carpes de la seconde paire de péréiopodes avec deux segments | <i>Caridion</i> |
| – Carpes de la seconde paire de péréiopodes avec sept segments | 2 |
| 2 – Troisième maxillipède sans exopode; présence d'une épine supra-orbitale | <i>Lebbeus</i> |
| – Troisième maxillipède avec un exopode | 3 |
| 3 – Carapace avec deux épines supra-orbitales | <i>Spirontocaris</i> |
| – Carapace sans épine supra-orbitale | <i>Eualus</i> |

Spirontocaris

On distingue le genre *Spirontocaris* par la présence de deux épines supra-orbitales placées de chaque côté de la carapace, ainsi que par les exopodes présents sur les troisièmes maxillipèdes. Le rostre est également bien développé et armé de dents nombreuses et fines. La carapace est muni d'une carène dorsale.

CLEF DES ESPÈCES

- | | |
|---|-------------------|
| 1 – Épines dorsales n'atteignant pas le tiers postérieur de la carapace; épines du rostre presque toutes de même taille | <i>phippi</i> |
| – Épines dorsales atteignant le tiers postérieur de la carapace.... | 2 |
| 2 – Rostre se terminant par une seule pointe qui dépasse la lamelle de l'antenne | <i>liljeborgi</i> |
| – Rostre se terminant par deux pointes, la pointe inférieure légèrement plus longue que la pointe supérieure; le rostre ne dépasse pas l'extrémité de la lamelle de l'antenne | <i>spinus</i> |

Spirontocaris liljeborgi (Danielssen)

figure 7

Hippolyte liljeborgii Danielssen, 1858, *Nyt. Mag. for Naturvid.*, 6(5).

Hippolyte securifrons Norman, 1862, *Rept. Brit. Assoc. Adv. Sci.*, 31:151.

Spirontocaris liljeborgii M.J. Rathbun, 1910, *Harriman Alaska Expedition*, 10:68-69.

Description. — La carapace possède une carène dorsale médiane qui atteint le tiers postérieur de la carapace. Cette carène est surmontée de dents plus ou moins grandes. Le troisième segment abdominal n'a pas de carène médiane comme chez *S. spinus*. Le rostre est long et large; il se termine par une seule pointe qui est légèrement ascendante. Le rostre dépasse généralement l'extrémité de la lamelle de l'antenne chez les gros spécimens. Le nombre de dents sur le rostre varie entre 10 et 30, dont trois à cinq sur la carapace. Sous le rostre le nombre d'épines ou dents varie entre trois et quatre.

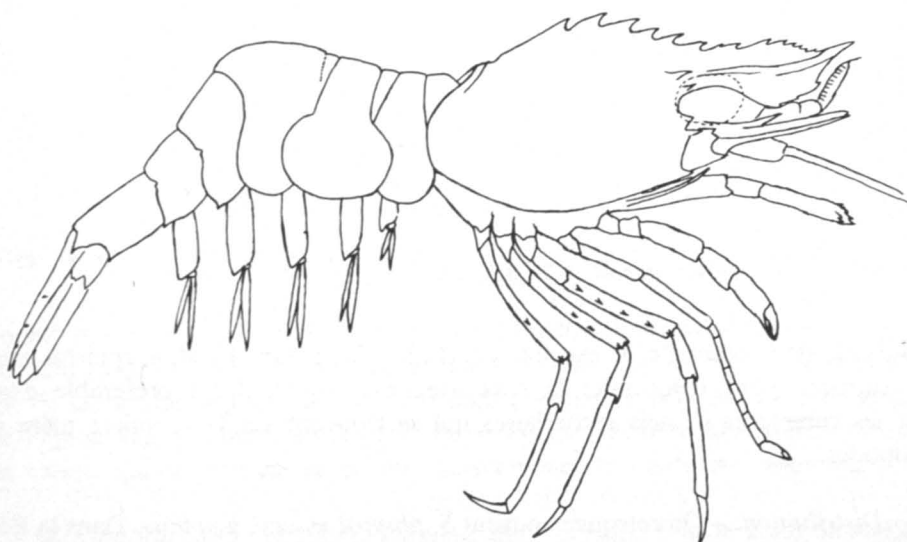


FIGURE 7. *Spirontocaris liljeborgi*, L.T. 5.5 cm.

Distribution. — On rencontre fréquemment *S. liljeborgi* aux mêmes endroits que *Pandalus borealis*. On la retrouve également dans les zones côtières de la Gaspésie, mais en petit nombre.

Spirontocaris phippii (Krøyer)

figure 8

Hippolyte phippii Krøyer, 1841, Naturh. Tidsskrift, 3:575. (Mâle)

Hippolyte turgida Krøyer, 1841, Naturh. Tidsskrift, 3:575. (Femelle)

Hippolyte vibrans Stimpson, 1871, Ann. Lyc. Nat. Hist. N.Y., 10:125.

Spirontocaris phippii M. J. Rathbun, 1910, Harriman Alaska Expedition, 10:70-71.

Description. — La carène épineuse dorsale ne dépasse pas le tiers postérieur de la carapace. Le rostre est recouvert d'épines ou dents qui sont toutes de même taille; le nombre varie selon le sexe. Le nombre d'épines sur le rostre et la carapace des femelles varie entre neuf et treize et entre trois et six sous le rostre. Le nombre d'épines sur le rostre des mâles varie de sept à douze et de un à sept sous le rostre. Le rostre des femelles est plus développé et dépasse le

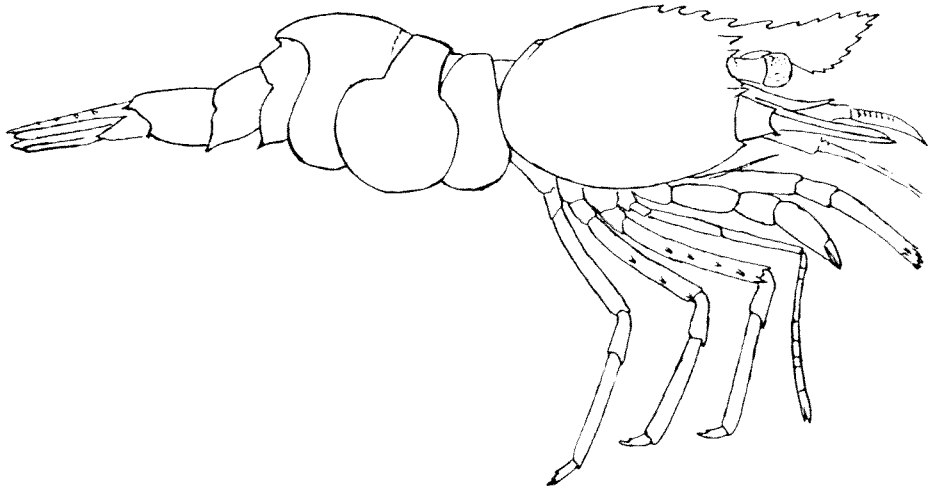


FIGURE 8. *Spirontocaris phippsi*, L.T. 3.5 cm.

pédoncule de l'antennule. Il est plus court chez les mâles. Ce dimorphisme n'est pas suffisant pour déterminer le sexe avec exactitude; il est préférable d'utiliser les caractères sexuels secondaires qui se trouvent sur la première paire de pléopodes.

Distribution. — On retrouve souvent *S. phippsi* associé à *spinus*. Dans la Baie des Chaleurs, *S. phippsi* préfère les fonds durs et sableux. On la capture rarement à plus de 45 brasses à Grande-Rivière. On la rencontre sur la côte de Gaspé et à l'Île d'Anticosti. Cette espèce est présente dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent.

Spirontocaris spinus (Sowerby)

figure 9

Cancer spinus Sowerby, 1805, British Miscellany, p. 47.

Alpheus spinus Leach, 1813, Edinburg Encyclopedia, 7:431.

Hippolyte Sowerbæi Leach, 1817, Malacostracea Podophthalmata Britannia, pl. 34.

Hippolite sowerbei J. C. Ross, 1835, Appendix to Narrative of a Second Voyage in Search of a North-West Passage, 2:83.

Hippolite spinus White, 1847, List Crust. Brit. Mus., p. 76.

Hippolyte spina Stimpson, 1860, Proc. Acad. Nat. Sci. Phila., 12(34):103.

Spirontocaris spinus Bate, 1888, Challenger Report, 24:596.

Description. — La carène dorsale de la carapace est recouverte d'épines, habituellement au nombre de six, et dépasse le tiers postérieur de la carapace. Le rostre se termine par deux pointes. La pointe inférieure est légèrement plus longue que la pointe supérieure. Le dessus du rostre est recouvert d'épines dont

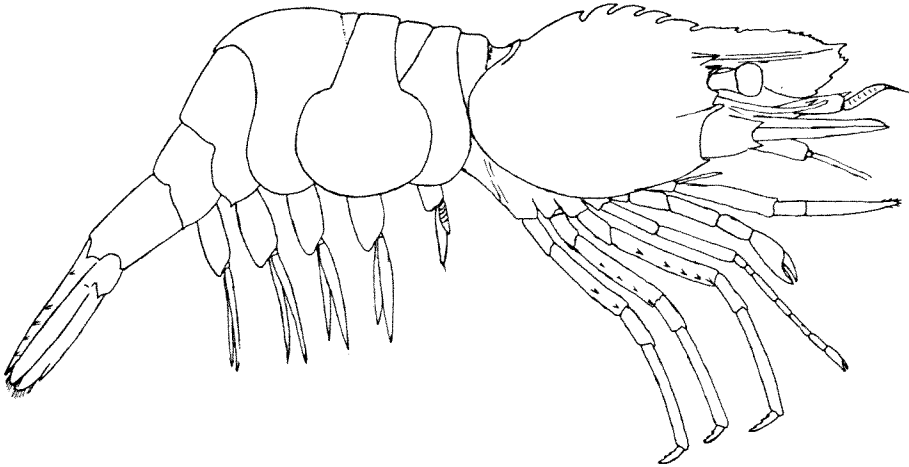


FIGURE 9. *Spirontocaris spinus*, L.T. 2.5 cm.

le nombre varie entre 10 et 30. En dessous du rostre, le nombre d'épines dépasse rarement cinq. Le rostre est plus court que la carapace et ne dépasse pas l'extrémité de la lamelle de l'antenne. L'épine supra-orbitale supérieure est plus grande que l'épine supra-orbitale inférieure. Le troisième segment abdominal possède une carène qui se termine en pointe, surplombant le quatrième segment.

Distribution. — On retrouve *S. spinus* dans presque tout le golfe Saint-Laurent, en particulier sur la côte de Gaspé Nord, dans la baie de Gaspé et dans la baie des Chaleurs. Elle remonte également assez loin dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Elle fréquente la Côte-Nord et l'île d'Anticosti.

Lebbeus

Le genre *Lebbeus* se caractérise par une seule épine supra-orbitale de chaque côté de la carapace. Le troisième maxillipède n'a pas d'exopode.

CLEF DES ESPÈCES

- | | |
|---|----------------------|
| 1 – Marge latérale de tous les pleurites se termine en pointe | <i>groenlandicus</i> |
| – Marge latérale des trois premiers pleurites est ronde | 2 |
| 2 – Rostre aussi long que le pédoncule antennulaire | <i>polaris</i> |
| – Rostre plus court que le pédoncule antennulaire | 3 |
| 3 – Rostre dépassant à peine le pédoncule de l'œil et se terminant par une épine subterminale | <i>zebra</i> |
| – Rostre ne dépassant pas le pédoncule de l'œil, sans épine subterminale | <i>microceros</i> |

Lebbeus groenlandicus (J. C. Fabricius)

figure 10

Astacus Groenlandicus J. C. Fabricius, 1775, Syst. Entom., p. 416.

Cancer aculeatus O. Fabricius, 1780, Fauna Groenlandica, p. 239.

Alpheus aculeatus Sabine, 1824, Supplément to Appendix of Parry's (first) Voyage, p. 237.

Hippolyte aculeata J. C. Ross, 1835, Appendix to Narrative of a Second Voyage in Search of a North-West Passage, 2:83.

Hippolyte armata Owen, 1839, Zoology of Capt. Beechey's Voyage, Crustaceana, p. 88, (femelle).

Hippolyte cornuta Owen, 1839, op. cit., p. 89 (mâle).

Hippolyte groenlandica Miers, 1877, Ann. Mag. Nat. Hist., 20(4):62.

Spirontocaris groenlandica Walker, 1898, Tarns. Liverpool Biol. Soc., 12:276.

Lebbeus groenlandicus Holthuis, 1947, Siboga-Expeditie Monographie, 39 a8:1-100.

Description. – La carapace est surmontée d'une carène dorsale qui atteint le bord postérieur de la carapace. Cette carène est généralement ornée de quatre épines ou dents. L'épine supra-orbitale est très bien développée et placée immédiatement au-dessus de la base du pédoncule de l'œil. Le rostre est élané et orné de deux à trois dents, sur le dessus et en dessous. Le bout du rostre semble bifide à cause de la dernière dent inférieure qui se trouve près de l'extrémité. Une caractéristique majeure de *L. groenlandicus* est la terminaison en pointe de la marge latérale de tous les pleurites. Le premier pleurite se termine par deux pointes. Le pédoncule de l'antennule possède plusieurs épines rigides. Les périopodes sont munis d'épines.

Distribution. – Selon Frost et Thompson (1932), on trouverait *L. groenlandicus* en grand nombre dans le détroit de Belle-Isle. Préfontaine et Brunel (1962) rapportent la présence de cette espèce à de nombreux endroits dans

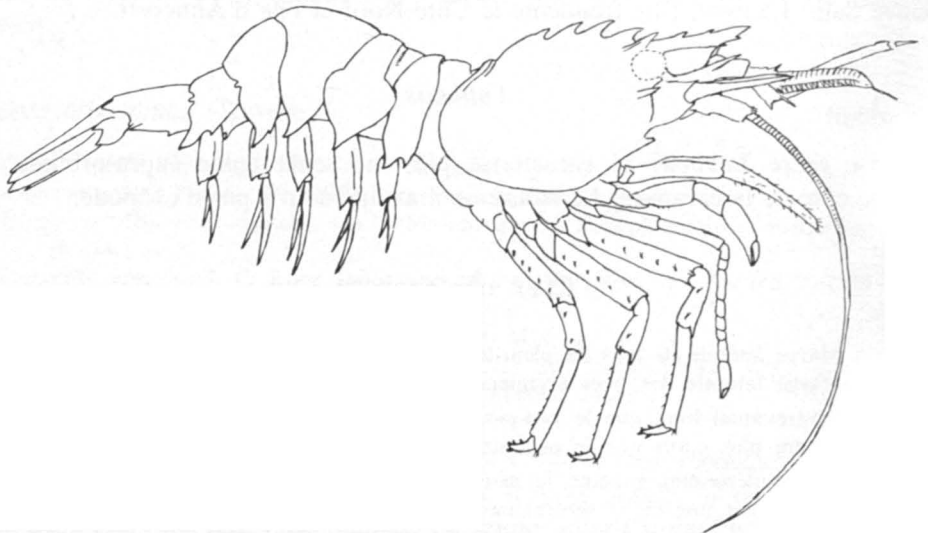


FIGURE 10. *Lebbeus groenlandicus*, L.T. 3.3 cm.

l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Au cours de 1964, nous avons capturé cette espèce dans l'estuaire du fleuve, sur la côte de Gaspé et dans la baie des Chaleurs. À ce dernier endroit, il semble que *L. groenlandicus* préfère habiter la zone s'étendant de 1 à 15 brasses.

Lebbeus microceros (Kröyer)

Hippolyte microceros Kröyer, 1842, *Cristiana Danske Vidensk. Selsk. naturv. og math. Afhand.*, 9:318.

Spirontocaris microceros M. J. Rathbun, 1929, *Canadian Atlantic Fauna*, 10(10m):12-13.

Lebbeus microceros Holthuis, 1947, *Siboga-Expeditie Monographie*, 39 a8:1-100.

Description. – Le rostre est court et horizontal; il ne dépasse pas l'oeil. L'épine supra-orbitale est très développée. Le rostre possède environ cinq épines dont deux sur la carapace. Sous le rostre, il n'y a aucune dent ou épine. Les antennules du mâle sont très longues; elles atteignent la moitié de la longueur totale du corps. Les antennules des femelles égalent environ le tiers de la longueur totale du corps. Les spécimens capturés mesurent entre 10 et 20 millimètres.

Il existe une grande ressemblance entre *L. zebra* et *L. microceros*. Certains auteurs les considèrent comme faisant partie de la même espèce. La rareté de ces deux espèces rend difficile la récolte d'une quantité suffisante de spécimens qui permettrait d'établir plus clairement les différences ou les similitudes.

Distribution. – Quelques spécimens ont été capturés dans la baie des Chaleurs au large de Grande-Rivière.

Lebbeus polaris (Sabine)

figure 11

Alpheus polaris Sabine, 1824, *Supplement to Appendix of Parry's (first) Voyage*, p. 238.

Hippolite borealis J. C. Ross, 1835, *Appendix to Narrative of Second Voyage in Search of a North-West Passage*, p. 84. (mâle).

Hippolite polaris J. C. Ross, 1835, *op. cit.*, p. 84. (femelle).

Hippolyte St. Pauli Brandt, 1851, *Middendorfs Reise Sibir.*, 2(1):118.

Hippolyte cultellata Norman, 1866, *Rept. Brit. Assoc. Adv. Sci.*, p. 200.

Hippolyte Amazo Pfeffer, 1886, *Jahrb. Hamburg Wiss. Anst.*, 3:46.

Hetairus gaimardii Bate, 1888, *Challenger Report*, 24:611. (vg. note).

Hetairus tenuis Bate, 1888, *op. cit.*, p. 613.

Hetairus debilis Bate, 1888, *op. cit.*, p. 615.

Spirontocaris polaris M. J. Rathbun, 1910, *Harriman Alaska Expedition*, 10:73-74.

Lebbeus polaris Holthuis, 1947, *Siboga-Expeditie Monographie*, 39 a8:9.

Note : Il ne faut pas confondre *Hetairus gaimardii* Bate et *Hippolyte gaimardii* Milne-Edwards.

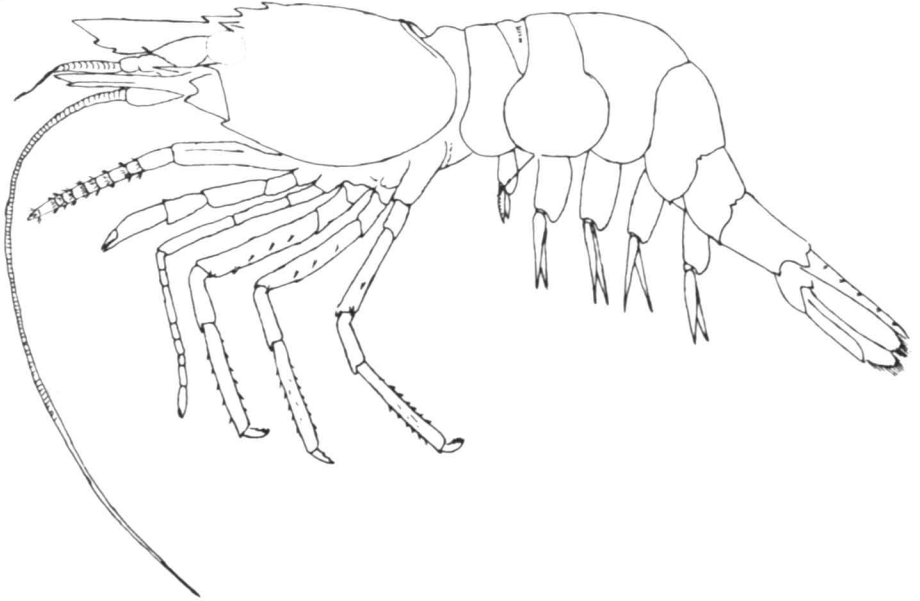


FIGURE 11. *Lebbeus polaris*, L.T. 4 cm.

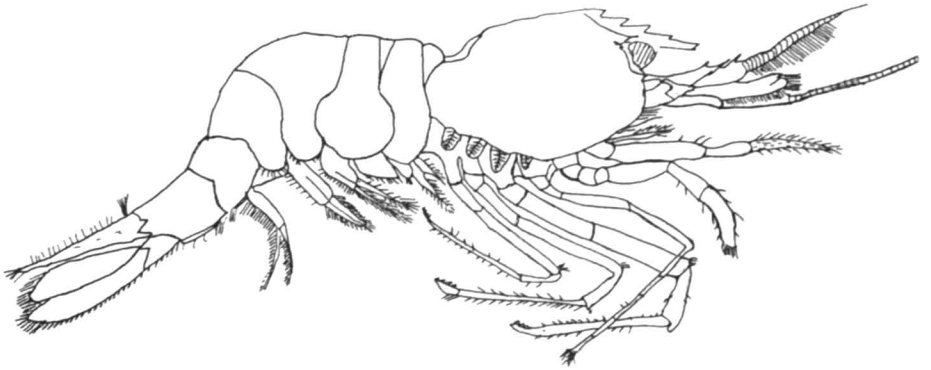


FIGURE 12. *Lebbeus zebra*, (d'après Leim), L.T. 3 à 5 cm.

Description. — La carène dorsale médiane n'atteint pas l'extrémité postérieure de la carapace. La marge latérale des trois premiers pleurites est ronde. Les trois derniers pleurites ont une marge latérale se terminant en pointe. Le rostre est souvent dépourvu d'épines. Dans ce dernier cas, il est horizontal. Lorsque le rostre est garni d'épines, on peut en compter de une à huit sur le dessus et de deux à cinq en dessous. Lorsque les épines sont présentes, l'extrémité du rostre est légèrement ascendante. Le rostre est légèrement plus long que le pédoncule de l'antennule. Sur les spécimens vivants, on remarque parfois la présence de taches jaunâtres sur la carapace et sur l'abdomen.

Distribution. — *L. polaris* est une espèce assez répandue dans la baie des Chaleurs, dans le golfe Saint-Laurent et dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent.

Lebbeus zebbra (Leim)

figure 12

Spirontocaris zebbra Leim, 1921, Trans. Roy. Can. Inst., 13(29):133-147.*Lebbeus zebbra* Holthuis, 1947, Siboga-Expeditie Monographie, 39 a8:1-100.

Description. – La carapace est haute et ne possède pas de carène dans sa moitié postérieure. Le rostre est court et pointe vers le bas. Il est contenu environ trois fois dans la carapace. Le rostre dépasse légèrement le bout de l'œil et est dépourvu d'épine en dessous, sauf une à l'extrémité, ce qui lui donne un aspect bifide. Il y a sur le rostre de quatre à cinq épines, dont deux à trois sur la carapace. Les antennules du mâle sont beaucoup plus longues que celles des femelles. La longueur des spécimens varie de 30 à 50 millimètres.

Distribution. – D'après Leim (1921), on rencontre cette espèce au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Ecosse. On la trouve dans la baie des Chaleurs, ainsi que dans la région de Terre-Neuve.

Eualus

Le genre *Eualus* se distingue par l'absence d'épine supra-orbitale sur la carapace et par la présence d'un exopode sur le troisième maxillipède.

CLEF DES ESPÈCES

1 – Rostre de même longueur que la carapace	2
– Rostre plus court que la carapace	4
2 – Moitié antérieure du rostre sans épine	<i>fabricii</i>
– Moitié antérieure du rostre avec épines	3
3 – Troisième segment abdominal comprimé latéralement, formant une crête médiane	<i>belcheri</i>
– Troisième segment abdominal sans crête médiane	<i>gaimardi</i>
4 – Rostre fusiforme, plus court que le pédoncule de l'œil	<i>pusiolus</i>
– Rostre lamelliforme, atteignant à peine l'extrémité du pédoncule antennulaire	<i>macilentus</i>

Eualus fabricii (Kröyer)

figure 13

Hippolyte fabricii Kröyer, 1841, Naturh. Tidsskrift, 3:571.*Spirontocaris fabricii* M. J. Rathbun, 1910, Harriman Alaska Expedition,
10:85-86.*Eualus fabricii* Holthuis, 1947, Siboga-Expeditie Monographie, 39 a8:1-100.

Description. – Le rostre est environ de même longueur que la carapace. Il est dépourvu d'épine sur sa partie antérieure. À la base du rostre et sur la carapace, on compte de quatre à sept épines. Il peut y avoir sous le rostre de une

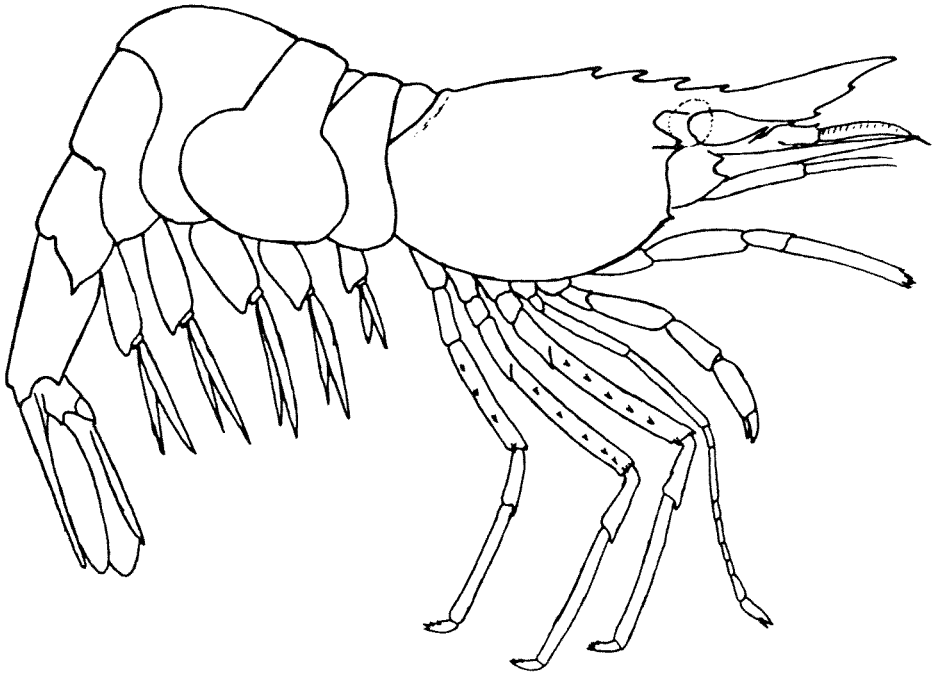


FIGURE 13. *Eualus fabricii*, L.T. 3.6 cm.

à cinq épines, situées surtout dans la partie antérieure. Le troisième segment abdominal n'a pas de carène. Les antennules du mâle sont plus longues que les lamelles des antennes, mais de même longueur chez les femelles.

Distribution. — Cette espèce est très fréquente dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et dans le golfe. On la trouve surtout du rivage jusqu'à une profondeur de cent brasses.

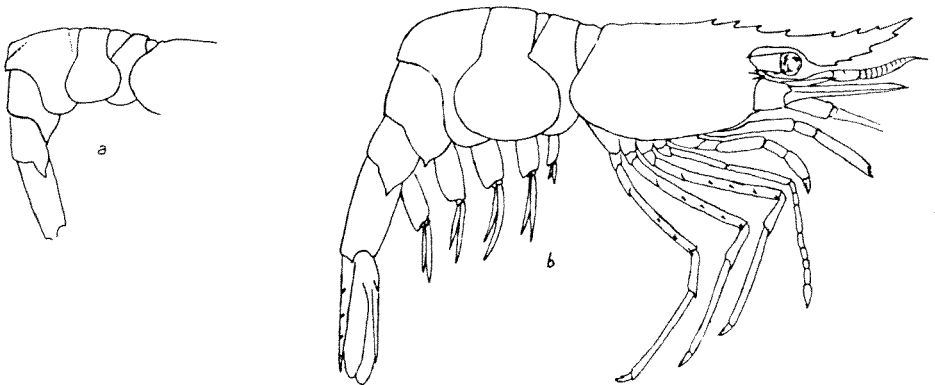


FIGURE 14. a) *Eualus belcheri*, L.T. 3.5 cm.
b) *Eualus gaimardi*, L.T. 3.7 cm.

Eualus belcheri (Bell)

figure 14 a)

Hippolyte belcheri Bell, 1855, Appendix to Belcher's Last Voyage in Search of Sir John Franklin, 2:402.

Hippolyte layi Lockington, 1878, Bull. Essex Inst., 10:161. (vg. note).

Hippolyte gaimardii Murdoch, 1885, Report of the Expedition to Point Barrow, p. 140.

Hippolyte gibba Birula, 1899, Ann. Mus. Zool. Acad. Impér. Sci. Saint-Petersbourg, 7(2): 428.

Spirontocaris gibba R. Rathbun, 1989, The Fur Seals and Fur-Seals Islands of the North Pacific Ocean, 3:556.

Spirontocaris gaimardii belcheri M. J. Rathbun, 1910, Harriman Alaska Expedition, 10:86-87.

Eualus gaimardi belcheri Holthuis, 1947, Siboga-Expeditie Monographie, 39 a8:1-100.

Note : Il ne faut pas confondre *Hippolyte layi* Lockington et *Eualus layi* (Owen).

Description. – Cette espèce se distingue de *E. gaimardi* par la forme du troisième segment abdominal qui est fortement comprimé pour former une forte crête médiane.

Distribution. – *E. belcheri* est signalé par Préfontaine et Brunel (1962) dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, au large de Trois-Pistoles. Au cours des étés de 1965 et de 1966, nous en avons capturé plusieurs spécimens au large de Grande-Rivière, dans la baie des Chaleurs. Cette espèce est généralement assez rare.

Eualus gaimardi (Milne-Edwards)

figure 14 b)

Hippolyte Gaimardii Milne-Edwards, 1837, Histoire naturelle des Crustacés, 2:378.

Hippolyte pandaliformis Bell, 1850, History of British Stalk-eyed Crustacea, p. 294.

Hippolyte Belcheri Bell, 1855, Appendix to Belcher's Last Voyage in Search in Sir John Franklin, 2:402.

Spirontocaris gaimardii M. J. Rathbun, 1929, Canadian Atlantic Fauna, 10-(10m):16.

Eualus gaimardi gaimardi Holthuis, 1947, Siboga Expeditie Monographie, 39 a8: 1-100.

Description. – Cette espèce ressemble beaucoup à *E. fabricii*. On la distingue par les quelques points suivants. Le rostre est horizontal et complètement garni d'épines. On compte sur le dessus du rostre de cinq à huit épines dont deux ou trois sur la carapace. Sous le rostre, le nombre d'épines varie de deux à cinq. Les antennules des femelles mesurent environ le quart de la longueur totale. Elles sont plus longues chez les mâles.

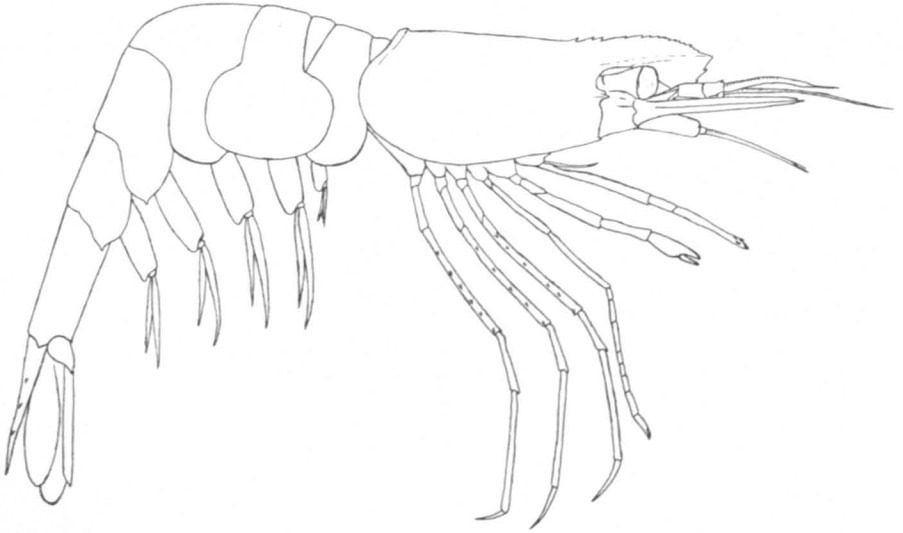


FIGURE 15. *Eualus macilentus*, L.T. 3.5 cm.

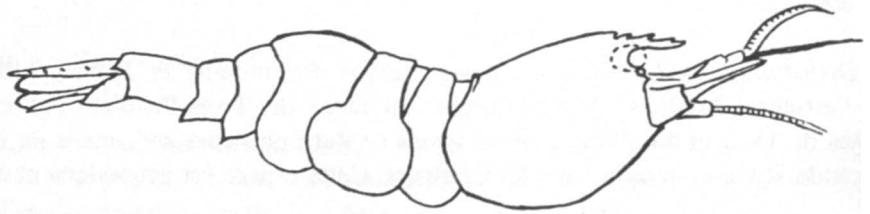


FIGURE 16. *Eualus pusiolus*, L.T. 1 cm.

Distribution. – On retrouve cette espèce dans l'estuaire du fleuve et dans le golfe Saint-Laurent. Elle semble être toutefois moins abondante que *E. fabricii*. Nous capturons souvent ces deux espèces côte à côte en compagnie de *Pandalus montagui*.

Eualus macilentus (Kröyer)

figure 15

Hippolyte macilenta Kröyer, 1841, Naturh. Tidsskrift, 3:574.

Spirontocaris macilenta R. Rathbun, 1899, The Fur Seals and Fur-Seal Island of the North Pacific Ocean, 3:557.

Eualus macilentus Holthuis, 1947, Siboga-Expeditie Monographie, 39 a8: 1-100.

Description – Les individus appartenant à cette espèce ont un corps très élancé. Les appendices sont longs et minces. Le rostre est lamelliforme. Il dé-

passé à peine l'extrémité du pédoncule antennulaire. Il est armé de petites épines : de sept à quinze sur le dessus du rostre, dont deux à trois plus grosses sur la carapace, de une à quatre sous le rostre. Les antennules des femelles dépassent légèrement la lamelle de l'antenne. Les antennules sont beaucoup plus longues chez les mâles.

Distribution. — L'espèce *E. macilentus* est très abondante dans le golfe et l'estuaire du fleuve Saint-Laurent.

Eualus pusiolus (Krøyer)

figure 16

Hippolyte pusiola Krøyer, 1841, Naturh. Tidsskrift, 3:576.

Spirontocaris pusiola M. J. Rathbun, 1910, Harriman Alaska Expedition, 10:99-100.

Eualus pusiolus Holthuis, 1947, Siboga-Expeditie Monographie, 39 a8: 1-100.

Description. — Le rostre fusiforme est plus court que le pédoncule de l'oeil. Il existe une petite carène dorsale sur la partie antérieure de la carapace. Cette carène est généralement garnie de une ou deux épines. Il y a de une à trois épines sur le rostre et parfois une épine sous le rostre. L'espèce *E. pusiolus* est de petite taille. Les spécimens capturés mesurent entre 10 et 30 millimètres.

Distribution. — Nous avons capturé quelques spécimens de cette espèce au large de Grande-Rivière, dans la baie des Chaleurs.

Caridion

On remarque chez ce genre que les carpes de la seconde paire de péréiopodes n'ont que deux segments chacun.

Caridion gordini (Bate)

figure 17

Hippolyte gordini Bate, 1858, Nat. Hist. Rev., 5:51.

Doryphorus gordini Norman, 1861, Ann. and Mag. Nat. Hist., 3(8):277.

Caridion gordini Goës, 1863, Crustacea decapoda podophthalmata marinea Sui-ciaë, 10:170.

Description. — Le rostre est long et recourbé vers le bas. On retrouve sur le rostre de six à dix épines dont deux sur la carapace. Il n'y a qu'une épine sous le rostre. Sur la marge antérieure du cephalothorax, il y a une forte dent sous l'orbite. Les antennules dépassent considérablement les lamelles de l'antenne. La première paire et la seconde paire de péréiopodes sont de même longueur. Les trois autres paires sont plus longues et plus fines. Les dactyles de ces derniers appendices sont bien développés.

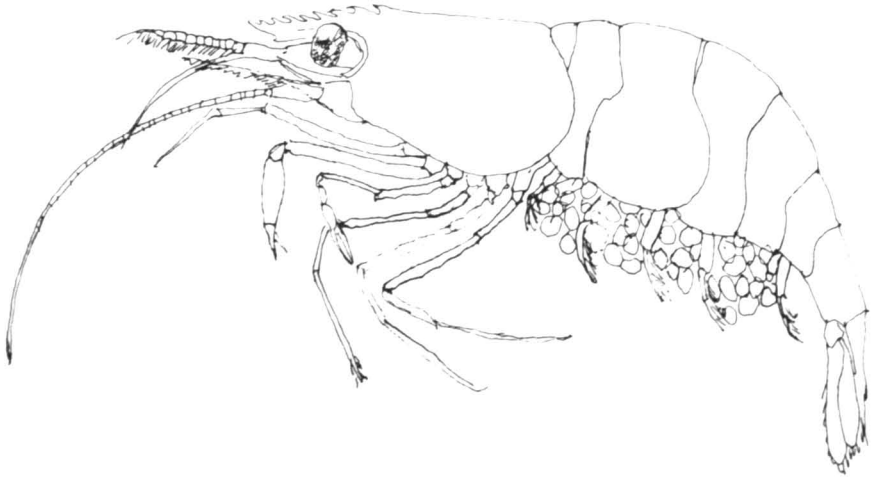


FIGURE 17. *Caridion gordini*, (d'après Kemp). L.T. 2 à 3 cm.

Distribution. — C'est une espèce assez rare. Pierre Brunel a identifié quelques spécimens provenant de la région de Gaspé.

CRANGONIDAE

Le corps est fortement comprimé ventro-dorsalement. Le rostre est très court et ne porte habituellement pas d'épine. La première paire de péréiopodes a des chélates très bien développés. La seconde paire de péréiopodes n'a pas de carpes segmentés. Les maxillipèdes possèdent tous un exopode.

CLEF DES GENRES

- | | |
|---|----------------------|
| 1 – Dactyles des quatrièmes et cinquièmes paires de péréiopodes élargis, modifiés pour la nage | 2 |
| – Dactyles des quatrièmes et cinquièmes paires de péréiopodes digitiformes | 3 |
| 2 – Rostre court; carapace unie, sans carène | <i>Crangon</i> |
| – Rostre, absent, remplacé par une courte épine; le pédoncule de l'oeil est partiellement caché par la carapace | <i>Argis</i> |
| 3 – La seconde paire de péréiopodes complète avec chelate | 4 |
| – La seconde paire de péréiopodes simple, sans chelate | <i>Sabinea</i> |
| 4 – Seconds péréiopodes longs et minces; carapace arquée et rugueuse; largeur de la carapace contenue environ cinq fois dans la longueur totale | <i>Sclerocrangon</i> |
| – Seconds péréiopodes courts, ne dépassant pas en longueur le mérus du troisième péréiopode | <i>Pontophilus</i> |

Crangon

Le rostre est court et la carapace n'a pas de carène. La seconde paire de péréiopodes est bien développée.

Crangon septemspinosus Say

figure 18

Crangon septemspinosus Say, 1818, Jour. Acad. Nat. Sci. Phila., 1:246.

Crangon vulgaris Smith, 1879, Trans. Conn. Acad. Arts Sci., 5:55-56.

Crangon septemspinosus M. J. Rathbun, 1910, Harriman Alaska Expedition 10:116-117.

Description. – La carapace possède une surface lisse, sans carène. À part les épines latérales, il existe une épine située dorsalement dans la partie antérieure de la carapace. Le rostre est court et ne dépasse pas l'oeil. L'abdomen n'a pas de carène dorsale. Les antennules excèdent légèrement l'extrémité des lamelles des antennes. Le chélat est environ quatre fois plus long que large.

Distribution. – *C. septemspinosus* est une espèce nord-américaine. On la retrouve en quantités importantes dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, surtout dans la zone intercotidale. On la retrouve dans le golfe Saint-Laurent surtout aux embouchures des rivières importantes.

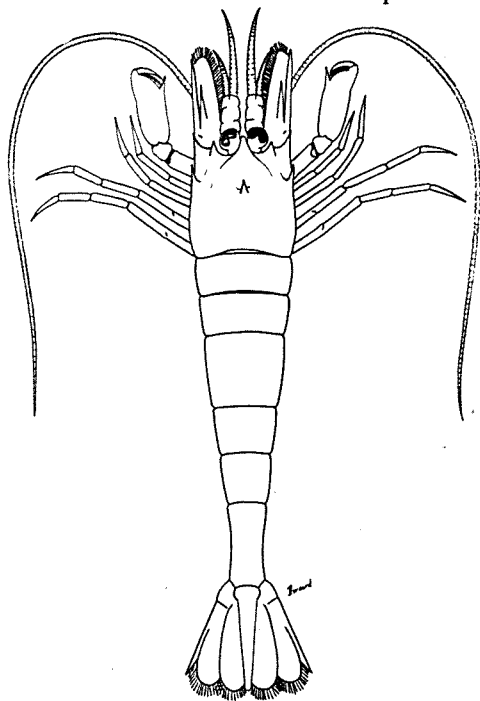


FIGURE 18.

Crangon septemspinosus, L.T. 8 cm.

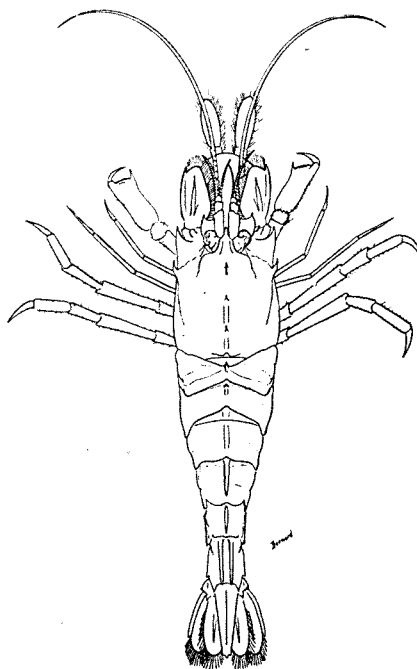


FIGURE 19.

Sclerocrangon boreas, L.T. 11 cm.

Sclerocrangon

La carapace et l'abdomen sont rugueux, épais et larges. Les seconds périopodes sont longs et minces; leurs chelats sont quelque peu simplifiés.

Sclerocrangon boreas (Phipps)

figure 19

Cancer boreas Phipps, 1774, Voyage to the North Pole, p. 190.

Crangon boreas Sabine, 1824, Supplement to Appendix of Capt. Parry's (first) Voyage, p. 235.

Sclerocrangon boreas G. O. Sars, 1885, Den Norske Nordhavs-Expedition, Zoologi, Crustacea, 14(15):15.

Description. – La carapace est arquée, rugueuse, couverte d'aspérités. Elle est garnie de trois carènes; une médiane et deux latérales. La carène médiane est armée de trois dents. Le rostre est triangulaire et descendant. On retrouve également une carène médiane sur les cinq premiers segments abdominaux. Sur le sixième segment, il y a une double carène médiane séparée par un sillon. La lamelle de l'antenne est environ deux fois plus longue que large. Les chelats de la seconde paire de périopodes sont très peu développés. La deuxième et la troisième paire de périopodes sont minces.

Distribution. – On retrouve *S. boreas* dans l'estuaire du fleuve et le golfe Saint-Laurent, jusque dans la baie des Chaleurs. Cette espèce fréquente surtout les fonds accidentés, allant de la zone sublittorale jusqu'à environ soixante-quinze brasses de profondeur.

Argis

Le genre *Argis* se distingue par l'absence de rostre, remplacé par une courte épine. La carapace cache le pédoncule de l'oeil. Les dactyles des quatrième et cinquième paires de périopodes sont élargis.

Argis dentata (M. J. Rathbun)

figure 20

Nectocrangon dentata M. J. Rathbun, 1902, Proc. U.S. Nat. Mus., 24:892.

Argis dentata M. J. Rathbun, 1929, Canadian Atlantic Fauna, 10(10m):21-22.

Description. – Le rostre est absent et remplacé par une courte épine. De chaque côté de cette dernière, il y a une dent. Les yeux sont très rapprochés. L'ensemble épine rostrale et base des pédoncules des yeux forme un petit monticule. Il existe sur la carapace deux épines médianes et une épine latérale de chaque côté. Une carène va du premier au cinquième segment abdominal. Sur le sixième segment apparaissent deux carènes qui se terminent en pointe, au-dessus du telson. Le telson possède une frange de soies très fournie.

Distribution. – L'espèce *A. dentata* est assez abondante dans nos eaux. On la retrouve partout dans les eaux côtières du Québec. Elle préfère toutefois les profondeurs variant entre dix et cent brasses.

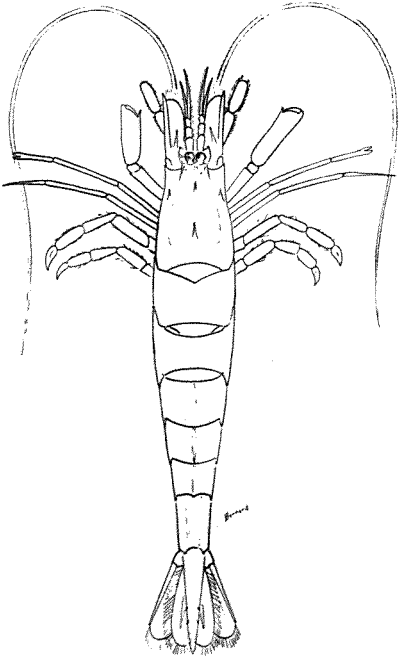


FIGURE 20. *Argis dentata*, L.T. 7 cm.

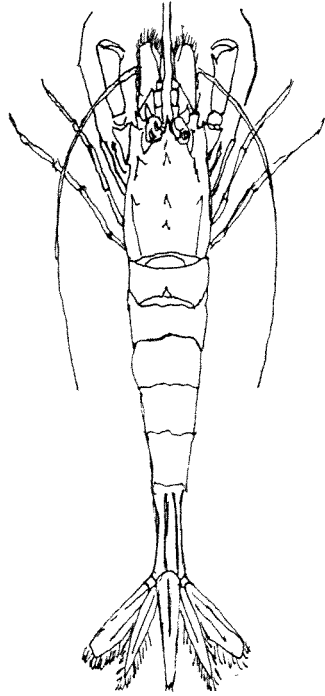


FIGURE 21. *Pontophilus norvegicus*, (d'après Smith), L.T. 4 à 8 cm.

Pontophilus

Le secondaire paire de péréiopodes est très courte; le carpe et le chelat n'égalent pas ensemble la longueur du mérus de la troisième paire de péréiopodes.

Pontophilus norvegicus (M. Sars)

figure 21

Crangon norvegicus M. Sars, 1861, Nyt. Magasin for naturvid., 11(B):8.

Pontophilus norvegicus M. Sars, 1861, Christiana Videnskabs-Selskabs Forhandlinger, p. 183.

Description. – La carapace est munie de cinq carènes; une médiane armée de trois épines, deux latérales armées de deux épines chacune et les carènes inférieures armées d'une seule épine. Le rostre reste très mince; il atteint à peine le bord de l'oeil. Les trois premiers segments abdominaux n'ont pas de carène. Les quatrième et cinquième segments ont une carène peu apparente. Le sixième segment possède une carène dorsale double. Le telson se termine en pointe.

Distribution. – Espèce assez rare, *P. norvegicus* habite les parties profondes de l'estuaire du fleuve et le golfe Saint-Laurent. On la retrouve surtout en compagnie de *Pandalus borealis*.

Sabinea

Le genre *Sabinea* se distingue par la seconde paire de péréiopodes très courts, simples et sans chélat.

CLEF DES ESPÈCES

- Rostre se terminant par une pointe ronde *septemcarinata*
- Rostre se terminant par une pointe aiguë *sarsi*

Sabinea septemcarinata (Sabine)

figure 22a

Crangon septemcarinatus Sabine, 1824, Supplement to the Appendix of Parry's (first) Voyage, p. 236.

Sabinea septemcarinata J. C. Ross, 1835, Appendix to the Narrative of a Second Voyage in Search of a North-West Passage, p. 82.

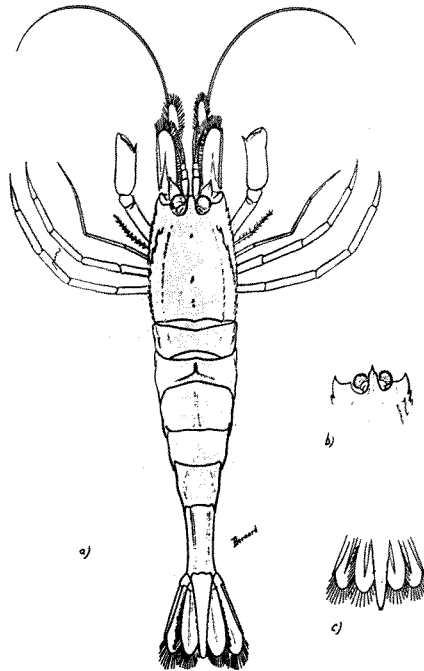


FIGURE 22. a) *Sabinea septemcarinata*, L.T. 6 cm.
b) et c) *Sabinea sarsi*, L.T. 6 cm.

Description. — Le rostre n'excède pas la longueur de l'oeil. L'extrémité du rostre est ronde. On trouve sur la carapace une carène médiane et trois carènes latérales de chaque côté. Toutes ces carènes sont armées de dents plus ou moins courtes. Sur le premier segment abdominal, on retrouve une double carène médiane et deux carènes latérales de chaque côté. Les trois segments abdominaux suivants possèdent chacun une carène médiane, tandis que le cinquième possède une double carène médiane et une carène latérale de chaque côté.

Distribution. — Cette espèce se rencontre dans la région du Bic, au début de l'estuaire du fleuve (Préfontaine et Brunel, 1962). On la retrouve également sur la côte de Gaspé et dans la baie des Chaleurs. Dans cette dernière région on la trouve en compagnie d'*Argis dentata* et de *Pandalus montagui*.

Sabinea sarsi Smith

figure 22 b et c

Sabinea sarsi Smith, 1879, Trans. Conn. Acad. Arts Sci. 5:59-60.

Description. — Cette espèce se distingue de *S. septemcarinata* en ayant l'extrémité du rostre pointue. Le rostre est légèrement plus long que l'oeil. Le telson est plus long que les uropodes.

Distribution. — *S. sarsi* se rencontre dans l'estuaire du fleuve et dans le golfe Saint-Laurent.

Remerciements

La collaboration entre la Direction des pêcheries du ministère de l'Industrie et du Commerce, le département de Biologie de l'Université Laval et le Bureau d'Aménagement de l'Est du Québec nous a permis d'entreprendre et de poursuivre nos travaux.

Nous désirons remercier M. A. Marcotte, directeur de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, qui a mis à notre disposition l'équipement nécessaire à cette recherche.

Nous sommes également reconnaissants à M. Pierre Brunel pour ses judicieux conseils.

Nous voulons aussi souligner l'aide de nos collègues, lors de la rédaction de ce texte, particulièrement M. André Francoeur et M. Bernard Roy.

TABLEAU I

Caractéristiques des milieux où furent récoltées les différentes espèces de crevettes.

Espèces	Température		Salinités		Profondeur		Type de fond.
	min. °C	max.	min. ‰	max.	min. brasses	max.	
<i>P. multidentata</i> ¹							(pélagique)
<i>P. borealis</i>	0.0	4.0	30.0	35.0	30	150	boue
<i>P. montagui</i>	0.1	10.5	28.0	34.1	1	120	divers
<i>D. leptocerus</i> ²							
<i>S. spinus</i>	0.4	8.6	28.6	33.7	15	80	divers
<i>S. liljeborgi</i>	0.8	5.3	30.0	34.0	15	120	sable, roche, vase
<i>S. phippi</i>	0.9	8.7	28.4	31.2	15	30	glaise sable
<i>L. gboenlandicus</i>	0.4	10.5	27.8	30.6	1	15	rocheux
<i>L. polaris</i>	0.8	10.5	27.8	33.9	5	120	rocheux vase
<i>L. microceros</i> ³							
<i>L. zebra</i> ⁴							
<i>E. fabricii</i>	0.0	9.8	26.1	33.0	5	60	divers
<i>E. gaimardi</i>	0.8	9.9	27.8	33.1	5	80	divers
<i>E. belcheri</i>	0.5	4.0	—	—	30	45	sable vaseux
<i>E. pusiolus</i>	0.4	9.8	30.4	30.6	10	10	sable et roche
<i>E. macilentus</i>	0.8	3.2	30.2	33.1	20	120	divers
<i>C. septemspinus</i>	2.5	9.3	27.8	30.0	0	15	sable et roche
<i>S. boreas</i>	0.0	9.3	26.1	31.0	5	40	sable, roche
<i>P. norvegicus</i>	0.9	1.8	33.1	33.4	90	90	boue
<i>S. septemcarinata</i>	0.5	7.3	28.6	33.1	10	105	sable, roche, vase.
<i>S. sarsi</i> ³							

- 1 Nous ne possédons pas exactement les données hydrographiques et la profondeur des captures de *P. multidentata*.
- 2 Voir texte; Frost et Thompson (1932) ne donnent pas les températures ni les salinités lors de la capture de *D. leptocerus*.
- 3 Les spécimens étudiés provenaient du Musée de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière.
- 4 Un seul spécimen fut capturé au moyen d'une trappe placée à 10 brasses de profondeur. Nous ne possédons pas la température et la salinité lors de la capture.

Références

- BOUVIER, E. L., 1908. Crustacés décapodes (Penaeides) provenant des campagnes de l'Hirondelle et de la Princesse-Alice (1886-1907). *Res. Camp. sci. Prince de Monaco*, **33**: 1-122.
- BRUNEL, P., 1963. Inventaire taxonomique des invertébrés benthiques marins du golfe Saint-Laurent. Rapp. ann. 1963. *Sta. Biol. mar. Grande-Rivière*, (1964), pp. 39-44.
- BRUNEL, P., 1965. Inventaire taxonomique des invertébrés benthiques marins du golfe Saint-Laurent. Rapp. ann. 1965, *Sta Biol. mar. Grande-Rivière*, (1966), pp. 83-85.
- DEMERS, P., 1936. Notes préliminaires sur les crevettes de l'estuaire du Saint-Laurent. *Ann. ACFAS*, **2**:73.
- FISET, P. E., 1934. Les crevettes de l'estuaire du Saint-Laurent. *Naturaliste can.*, **61**(4): 111-119.
- FROST, Nancy et Harold THOMPSON, 1932. Biological investigations. 9. Shrimps and prawns. *Nfld. Fish. Res. Comm. Ann. Rept.*, **1**(4):64-67.
- GREVE, L., 1963. The genera *Spirontocaris* Lebbeus, *Eualus* and *Thoralus* in Norwegian Waters (Crustacea Decapoda). *Sarsia*, **(2)**: 29-42.
- HOLTHUIS, L. B., 1947. Decapoda of the Siboga Expedition. IX. The Hippolytidae and Rhynchocetidae. *Siboga-Expeditie Monographie*, **39**: a8: 1-100.
- LEIM, A., 1921. A new specie of *Spirontocaris* with notes on other species from Atlantic Coast. *Trans. Roy. Can. Inst.*, **13**: 133-145.
- MILNE-EDWARDS, A. et E.L. BOUVIER, 1909. Les Peneides et Stenopides. *Mem. Mus. comp. Zool.*, **27**(3): 181-274.
- PRÉFONTAINE, G. et P. BRUNEL, 1962. Liste d'invertébrés marins recueillis dans l'estuaire du Saint-Laurent de 1929 à 1934. *Naturaliste can.*, **89**(8-9): 237-263.
- RATHBUN, M. J., 1910. Decapod Crustacea of the northwest coast of North America. *Harri-man Alaska Expedition*, **10**: 1-190.
- RATHBUN, M. J., 1919. The decapod crustaceans of the Canadian Arctic Expedition, 1913-1918. *Rept. Canadian Arctic Expedition*, **7**(A): 1-14.
- RATHBUN, M. J., 1929. Canadian Atlantic Fauna. Arthropoda 10. *Decapoda* 10 m., 38 pp.
- SCHELLENBERG, A., 1928. Krebstiere oder Crustacea. II : Decapoda, Zehnfüsser (14. Ordnung). dans : *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise*. Herausgegeben von Professor Dr. Friedrich Dahl.
- SMITH, S. I., 1879. The stalk-eyed crustaceans of the Atlantic coast of North America north of Cape Cod. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.*, **5**: 27-136.
- SQUIRES, H. J., 1957. Decapod Crustacea of the Calanus expedition in Ungava Bay, 1947 to 1950. *Can. J. Zool.*, **35**: 463-494.
- SQUIRES, H. J., 1961. Shrimp survey in the Newfoundland fishing area, 1957 and 1958. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, No. **129**, 29 pp.
- SQUIRES, H. J., 1964. Neotype of *Argis lar* compared with *Argis dentata* (Crustacea : Decapoda). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **21**(3): 461-467.
- SQUIRES, H. J., 1965. Decapod crustaceans of Newfoundland, Labrador and the Canadian Eastern Arctic. *Manuscript Report Series (Biological) Fish. Res. Bd. Can.*, no. **810**, 212 pp.
- SUND, O., 1912. The glass shrimps (*Pasiphaea*) in Norther waters. *Bergens Mus. Arbok*, **6**: 1-18.
- WHITEAVES, J., 1910. Catalogue of the Marine Invertebrata of Eastern Canada. *Geol. Surv. Canada*, **1901**: 1-272.

ÂGE ET CROISSANCE DE *MACOMA BALTHICA* L. À CACOUNA-EST DANS L'ESTUAIRE DU ST-LAURENT

R. LAVOIE, J.-L. TREMBLAY et G. FILTEAU

Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec 10, Canada.

Résumé

Nous avons étudié l'âge et la croissance d'une population intercotidale estuarienne de *Macoma balthica* L. localisée à Cacouna-est, Québec. Les individus de cette population croissent lentement et atteignent l'âge de douze ans. Une étude suivie de la croissance annuelle a démontré que celle-ci est maximale en août et au début de septembre. Nous faisons une brève comparaison de nos résultats avec ceux qu'ont obtenus des chercheurs européens qui ont travaillé sur la même espèce.

Abstract

Age and growth of a tidal population of *Macoma balthica* L. have been studied. The population is located at Cacouna-est, (Quebec) in the St-Lawrence estuary. Individuals in this population have a slow growth and their life-span is twelve years. The annual growth is maximum during August and the beginning of September. This paper contains a brief comparison of our results with the results arrived at by some recent european workers on *Macoma balthica*.

Introduction

On trouve dans la littérature plusieurs travaux sur l'âge et la croissance de différentes espèces de mollusques bivalves. L'on remarque toutefois que la plupart de ces travaux ont été effectués sur des espèces exploitées commercialement. C'est ainsi qu'on relève dans la littérature de nombreuses publications sur l'âge et la croissance des Myes, des Pétoncles, des Moules et des Huîtres. Segerstrale (1960) donne une revue assez complète de ces travaux.

Contribution no 50 du Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec 10, P.Q.

Le présent travail a porté sur une espèce qui ne possède aucune valeur commerciale, du moins en tant qu'aliment. Il s'agit de *Macoma balthica* L., un Eulamellibranche de la Famille des Tellinidés.

C'est probablement à cause de sa faible importance économique, que *Macoma balthica* a été peu étudié. On trouve dans la littérature que de rares renseignements sur l'âge et la croissance de ce bivalve. Les plus anciens travaux sur ce sujet sont ceux de Stephen (1931). Ce dernier a étudié une population intercotidale de *M. balthica* dans la région de Cumbrae en Écosse. Les individus de cette population atteignaient 5 mm de longueur après un an et 8 à 9 mm à la fin de la seconde année de leur vie. L'auteur a observé une mortalité de 100% chez les individus de 3 ans. Cette mortalité survient après la période de reproduction, laquelle se situe à la fin de la troisième année. Plus récemment, Vogel (1959) et Segerstråle (1960) ont étudié l'âge et la croissance de *Macoma balthica* dans la mer Baltique. Dans les deux cas, les travaux ont porté sur des populations constamment immergées et vivant à différentes profondeurs. Enfin, Lammens (1966 et 1967) a étudié l'âge et la croissance chez une population de *Macoma balthica* sise à proximité du port de Den Helder, près de l'entrée ouest de la Dutch Wadden Sea. Cette population comporte six classes d'âge et les individus atteignent une hauteur de 16.8 mm en 5 ans.

Nous n'avons pas trouvé d'étude portant sur une population intercotidale estuarienne de *Macoma balthica*. C'est pourquoi, il nous a semblé justifiable d'entreprendre le présent travail.

Matériel et méthodes

La population que nous avons étudiée habite un sable vaseux intercotidal près du quai de Cacouna-est dans le comté de Rivière-du-Loup (Québec). A cet endroit, nous avons recueilli douze échantillons de *Macoma*, à raison d'un échantillon toutes les trois semaines depuis le 26 mars 1967 jusqu'au 10 novembre 1967. Une petite pelle à jardinage servait à creuser le sol. Nous avons séparé les animaux du sol par lavage sur un tamis à maille de 0.841 mm (no 20, U.S. Standard Sieve Series). Les animaux ont été conservés dans du formol salin (4%) pour étude ultérieure en laboratoire.

Les auteurs ont utilisé diverses méthodes pour la détermination de l'âge chez les bivalves. Toutes ces méthodes peuvent se grouper en trois catégories décrites par Haskin (1954) soit:

- 1 – Les méthodes de marquage et de recapture;
- 2 – Les méthodes utilisant les fréquences de taille;
- 3 – Les méthodes basées sur la lecture et l'interprétation des lignes formées sur les coquilles par les arrêts annuels de croissance.

Les méthodes de marquage ont été assez peu utilisées. Dans l'application de ces méthodes, plusieurs auteurs ont observé la formation sur les coquilles d'anneaux surnuméraires ou d'anneaux de perturbation après des changements relativement peu importants des conditions du milieu ou encore après les manipulations inhérentes au travail de marquage et de mesurage. Orton (1926) dans ses travaux sur *Cardium edule* a observé ce phénomène; un anneau de croissance s'est formé consécutivement à un séjour d'environ une heure hors de l'eau, séjour nécessité par le mesurage. Il a obtenu le même résultat chez *Cardium edule* et *Mytilus edulis* après le marquage du rebord extérieur de la coquille au moyen d'une lime. Coe and Fox (1942) ont observé la formation d'un "anneau de perturbation" après la section du byssus, le nettoyage et le mesurage chez *Mytilus californianus*.

Il nous est apparu que de tels "anneaux de perturbation", s'ils se produisaient sur *Macoma*, pourraient facilement entraîner des erreurs de lecture à cause: a) de la petite taille des animaux; b) de la faible croissance annuelle de ce mollusque. C'est pourquoi nous avons rejeté ces méthodes.

Dans le présent travail, les méthodes utilisant les fréquences de longueur se sont avérées inefficaces pour construire une courbe de croissance convenable. En effet, la croissance très lente de l'espèce à Cacouna-est a pour conséquence le chevauchement des pics de fréquences de longueurs entre les classes d'âge. Lammens (1967) a aussi constaté ce phénomène même si la population qu'il a étudiée ne comportait que 6 classes d'âge. Pour ce qui est de notre propre travail, la présence de certains pics de fréquences de longueurs nous a cependant permis de vérifier la précision de la méthode que nous avons adoptée.

Les méthodes basées sur la lecture et l'interprétation des lignes de croissance sont celles que la plupart des auteurs ont adoptées pour la détermination de l'âge et de la croissance chez les bivalves.

Les auteurs des travaux les plus récents sur *Macoma balthica* les ont employées avec succès après en avoir vérifié la précision (Vogel, 1959; Segerstrale, 1960; Lammens, 1967). À cause de la faible taille des *Macoma* constituant nos échantillons, nous avons adopté une de ces méthodes.

Comme paramètre pour exprimer la taille et la croissance, nous avons choisi la longueur de la coquille. Cette longueur est la distance maximale entre des tangentes aux rebords antérieur et postérieur de la coquille, soit la longueur maximale du plan médian antéro-postérieur.

La méthode adoptée et les caractères morphologiques utilisés pour son application sont très bien décrits par Segerstrale (1960) et c'est pourquoi nous ne répéterons pas ici cette description.

Résultats et discussion

Chez les petits individus dont le sommet n'a pas été érodé, l'on peut facilement discerner la coquille larvaire sous le microscope. Celle-ci possède une coloration jaunâtre et présente un fini lustré. Elle mesure entre 0.23 et 0.36 mm de longueur. La longueur moyenne de la coquille larvaire calculée d'après le mesurage de 71 individus est de 0.2846 mm. Ces résultats concordent assez bien avec ceux de Segerstrale (1960). Celui-ci donne en effet 0.25 – 0.30 mm comme longueur de la coquille larvaire chez *Macoma balthica*.

Chez les individus âgés de un à quatre ans, il est assez facile de déterminer l'âge et la croissance. Les anneaux d'hiver sont peu érodés et délimitent bien les zones de croissance annuelle.

Chez les individus plus âgés, la région du sommet est généralement fortement érodée, ce qui fait que plusieurs des premiers anneaux d'hiver sont disparus. Il devient alors nécessaire d'établir un rapport entre les lectures obtenues chez les vieux individus et les lectures d'individus plus jeunes récoltés au même endroit dans la même population. Cette méthode est d'ailleurs suggérée et utilisée par Segerstrale (1960).

Nous avons tracé une courbe de croissance basée sur 978 mesures individuelles. Ces mesures proviennent d'individus recueillis au même endroit dans une même population, laquelle est localisée au niveau moyen de la zone intercotidale. Les détails du mesurage figurent au tableau I.

Les résultats obtenus montrent que dans cette région, *Macoma balthica* croît rapidement au cours de la première saison. Par la suite, la croissance en longueur demeure à peu près comparable d'année en année jusqu'à l'âge de sept ans où elle ralentit. La majorité des individus meurent avant d'avoir atteint l'âge de douze ans. L'examen de la courbe de croissance (figure 1) montre que ces animaux croissent durant toute leur vie et que, même sur la fin de leur vie, leur taux de croissance demeure assez élevé si on le compare à celui des jeunes individus de un à quatre ans.

Ces résultats présentent quelques différences avec ceux de Lammens (1966 et 1967). La principale différence réside dans la composition des 2 populations. Celle de Den Helder (Lammens, 1966 et 1967) comporte 6 classes d'âge alors que celle de Cacouna-est en comporte 12. En outre, les individus de la population étudiée par Lammens ont un taux de croissance plus élevé et ils parviennent à des tailles plus considérables.

TABLEAU I

Longueurs minimales, moyennes et maximales, et nombres d'individus mesurés pour l'établissement de la courbe de croissance de *Macoma balthica*. *Cacouna-est*, 1967.

	Longueur minimale mm	Longueur moyenne mm	Longueur maximale mm	Individus mesurés N
Coquille larvaire	0.23	0.2846	0.36	71
1er anneau d'hiver	1.4	2.34	3.1	177
2ème " "	2.9	3.57	4.4	99
3ème " "	4.2	4.92	6.2	111
4ème " "	5.1	6.38	7.7	117
5ème " "	6.5	7.78	9.4	109
6ème " "	7.8	9.02	10.2	108
7ème " "	9.2	10.09	10.4	78
8ème " "	10.2	10.73	11.2	44
9ème " "	11.0	11.25	11.6	33
10ème " "	11.6	11.77	12.0	15
11ème " "	12.1	12.23	12.3	11
12ème " "	12.5	12.72	12.9	5

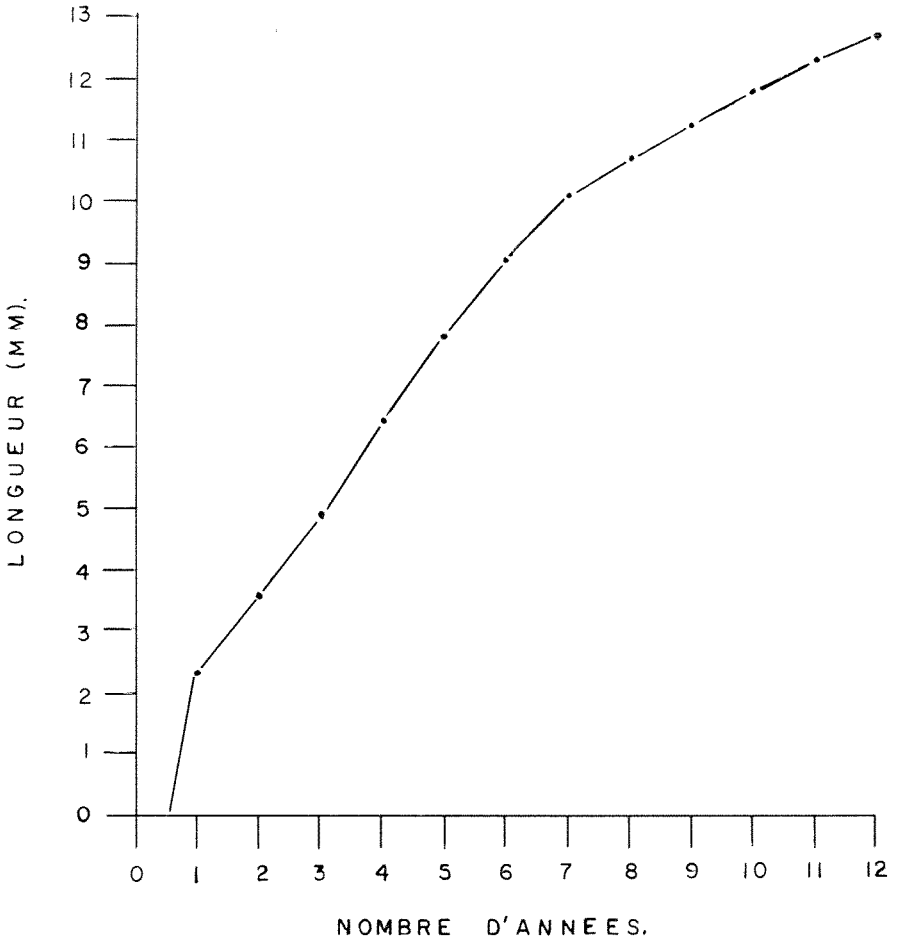


FIGURE 1—Courbe de croissance de *Macoma balthica*. Cacouna-est, 1967.

CROISSANCE ANNUELLE

Au cours de l'année 1967, nous avons fait l'étude fractionnée de la croissance annuelle dans le but de déterminer la période la plus productive au cours d'une saison de croissance.

À cette fin, nous avons mesuré la croissance d'individus provenant d'échantillons prélevés au même endroit à des intervalles de trois semaines. Ce travail s'est poursuivi depuis le 26 mars 1967, alors que la croissance annuelle n'était pas encore amorcée, jusqu'au 11 novembre 1967, date à laquelle la croissance de l'année en cours était terminée. Ce travail a été effectué sur des individus âgés de deux et trois ans. Nous avons choisi ces deux groupes d'âge à cause de leur taux de croissance élevé, ce qui nous a permis de suivre plus facilement l'évolution de la croissance annuelle.

La croissance annuelle chez ces deux groupes d'âge considérés ensemble se traduit par une augmentation moyenne de longueur de 1.47 mm pour la période de croissance de l'année 1967. (figure 2).

Cette croissance annuelle commence au cours de la première moitié du mois d'avril et se poursuit de façon continue jusqu'à la fin du mois d'octobre. Pendant cette période, le taux de croissance est variable. Il augmente graduellement depuis le début d'avril pour atteindre un maximum à la fin du mois d'août et au début de septembre. Entre la mi-septembre et la fin d'octobre, le taux de croissance diminue rapidement et la croissance cesse complètement au début de novembre (figure 3).

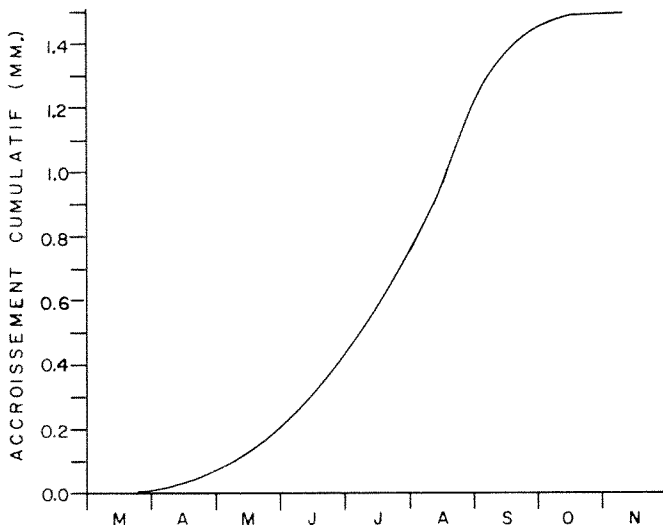


FIGURE 2—Croissance annuelle de *Macoma balthica*. Cacouna-est, 1967.

Ces résultats sur la période de croissance diffèrent beaucoup de ceux que Lammens (1966 et 1967) a obtenu pour la population de *Macoma balthica* de Den Helder. Lammens rapporte que la majeure partie de la croissance se fait au printemps et que l'anneau formé par l'interruption annuelle de la croissance est déjà visible à la fin du mois d'août. Ainsi, au moment où *Macoma balthica* a cessé toute croissance à Den Helder, des populations de la même espèce ont un taux maximal de croissance à Cacouna-est dans l'estuaire du Saint-Laurent.

On pourrait attribuer ces différences à des dissimilitudes dans les conditions du milieu, notamment dans la température des eaux. Il appert en effet que la température de l'eau de mer est plus basse au printemps dans l'estuaire du Saint-Laurent qu'à l'endroit où Lammens a pris ses échantillons. Pour ne donner qu'un exemple, la température des eaux était de 4°C à Cacouna-est le

10 mai 1967 alors qu'elle atteignait 14°C à Den Helder le 8 mai 1963. Quant à la croissance qui se prolonge jusqu'en octobre dans nos eaux, une seconde poussée tardive de production primaire pourrait l'expliquer.

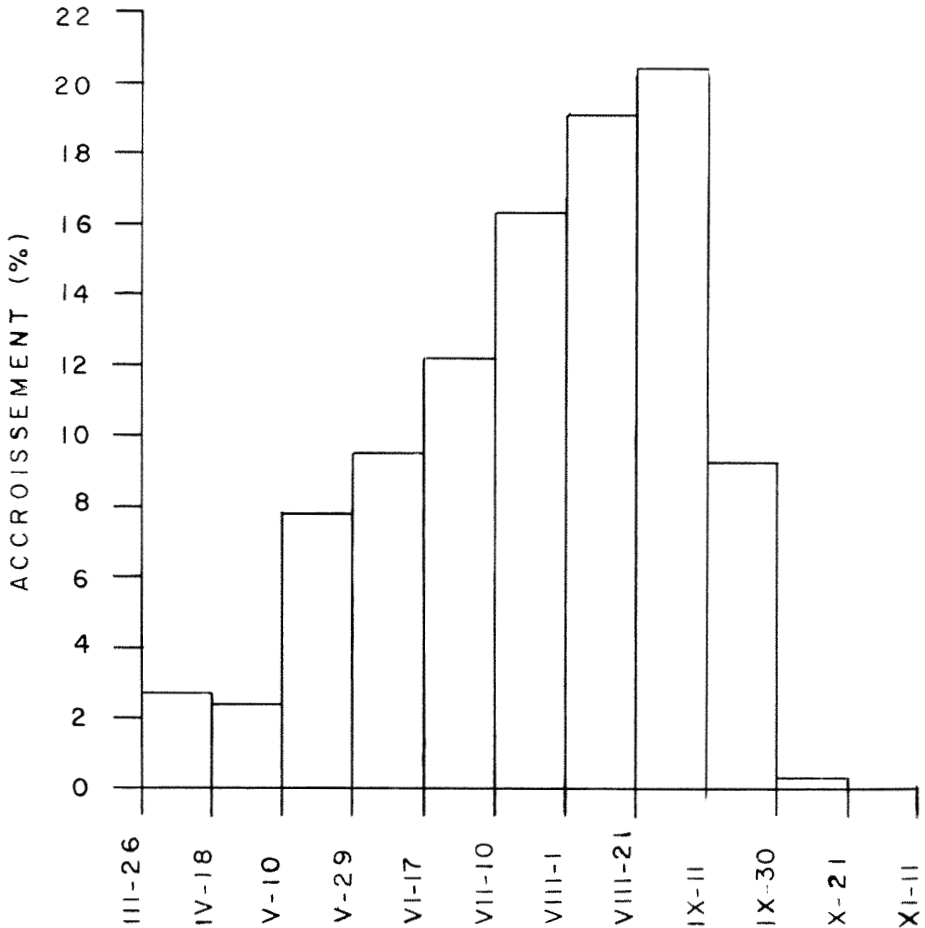


FIGURE 3—Croissance annuelle de *Macoma balthica* répartie en pourcentage. Cacouna-est, 1967.

Conclusion

Macoma balthica est une espèce ubiquiste dont l'aire de distribution est très vaste. Les différences que nous constatons dans sa biologie d'un endroit à un autre sont surprenantes de prime abord, mais témoignent de la remarquable facilité d'adaptation de cette espèce.

Les résultats que nous présentons sur la longévité et la croissance diffèrent des résultats obtenus en Europe par des chercheurs travaillant sur la même espèce.

Les différences de température entre les deux endroits suggèrent que *Macoma balthica* pourrait bien être une espèce dont la biologie appuierait l'hypothèse de Rubner à l'effet que la longévité est inversement proportionnelle à l'intensité de la vie. Une étude de l'écologie de l'espèce à différents endroits nous éclairerait sur ce point.

Remerciements

Nous désirons exprimer notre vive reconnaissance au Conseil national des Recherches du Canada qui a accordé les subventions nécessaires à la réalisation de ce travail. Monsieur Alexandre Marcotte, directeur de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, nous a accordé sa bienveillante collaboration. Nous disons aussi toute notre gratitude à mademoiselle Andrée Lachance et à monsieur Edwin Bourget pour leur précieuse collaboration dans l'exécution de cette étude.

Références

- ALLEE, W. C. et al., 1949. Principles of animal ecology. W. B. Saunders, Philadelphia.
- COE, W. R. and FOX, D. L., 1942. Biology of the California Sea-Mussel (*Mytilus californianus*). I. - Influence of temperature, food supply, sex and age on the rate of growth. *J. exper. Zool.*, **90** (1): 1-30.
- HANCOCK, D. A. and SIMPSON, A. C., 1962. Parameters of marine invertebrate populations. Tiré de "The exploitation of natural animal populations" Le Cren and Holdgate, ed., John Wiley & Sons, New York.
- HASKIN, H. D., 1954. Age determination in Molluscs. *Trans. N.Y. Acad. Sci, Ser. II*, **16** (6): 300-304.
- LAMMENS, J. J., 1966. Observations on the ecology of *Macoma balthica*. *Malacologia*, **5** (1): 81.
- LAMMENS, J. J., 1967. Growth and reproduction in a tidal flat population of *Macoma balthica* (L.). *Netherl. J. Sea Res.* **3** (3): 315-382.
- ORTON, J. H., 1926. On the rate of growth of *Cardium edule*. Part I. Experimental observations. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **14**: 239-279.
- SEGERSTRALE, S. G., 1960. Investigations on Baltic populations of the bivalve *Macoma balthica* (L.). Part II. - Introduction. Studies on recruitment and its relation to depth in Finnish coastal waters during the period 1922-1959. Age and growth. *Soc. Scient. Fenn., Comment. Biol.*, **23**: 2, 72 pp.
- STEPHEN, A. C., 1931. Notes on the biology of certain Lamellibranchs on the Scottish coast. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **17**: 277-300.
- VOGEL, K., 1959. Wachstumsunterbrechungen bei Lamellibranchiaten und Brachiopoden. *N. Jb. Geol. Palaont., Abh.* **109** (1): 109-129.

DÉPLACEMENTS DU DORÉ JAUNE *STIZOSTEDION VITREUM*
(MITCHILL) DU FLEUVE SAINT-LAURENT D'APRÈS
LES DONNÉES DU MARQUAGE ¹

ÉTIENNE MAGNIN² et GÉRARD BEAULIEU

Centre de Biologie, Québec.

Résumé

Entre 1956 et 1958, une équipe du Centre de biologie a fait l'éti-quetage de 479 *Stizostedion vitreum* (Mitchill) du Saint-Laurent. Au cours des années qui suivirent on en a recapturé 124, soit 25 pour cent. Les recaptures se répartissent ainsi : 89 sur les lieux du marquage, onze à 10 milles, quinze entre 10 et 60 milles, six entre 50 et 100 milles et enfin trois entre 100 et 120 milles. Cela indique que la majorité des dorés occupent un territoire restreint durant une grande partie de leur vie, mais que certains peuvent effectuer des déplacements importants. Nous discutons nos observations à la lumière des données publiées sur le sujet.

Abstract

A total of 479 *Stizostedion vitreum* were tagged in Saint-Lawrence river from 1954 to 1958. Of these, 124 were recaptured (25%) : 89 were captured near from the tagging point; 11 were captured at 10 miles, 15 from 10 to 60 miles, 6 from 50 to 100 miles and 3 from 100 to 120 miles of point of release. With very few exceptions, little tendency was shown for the movement of long distance. Our observations are discussed with the literature data.

Introduction

Le Doré jaune *Stizostedion vitreum* (Mitchill) se classe parmi les poissons les plus importants du fleuve Saint-Laurent, non seulement au point de vue de la quantité de poissons capturés, mais aussi et surtout au point de vue de leur valeur économique. En effet, le Doré se classe au huitième rang au point de vue

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec, n° 23, Direction des Pêcheries, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

2. Département de biologie, Université de Montréal.

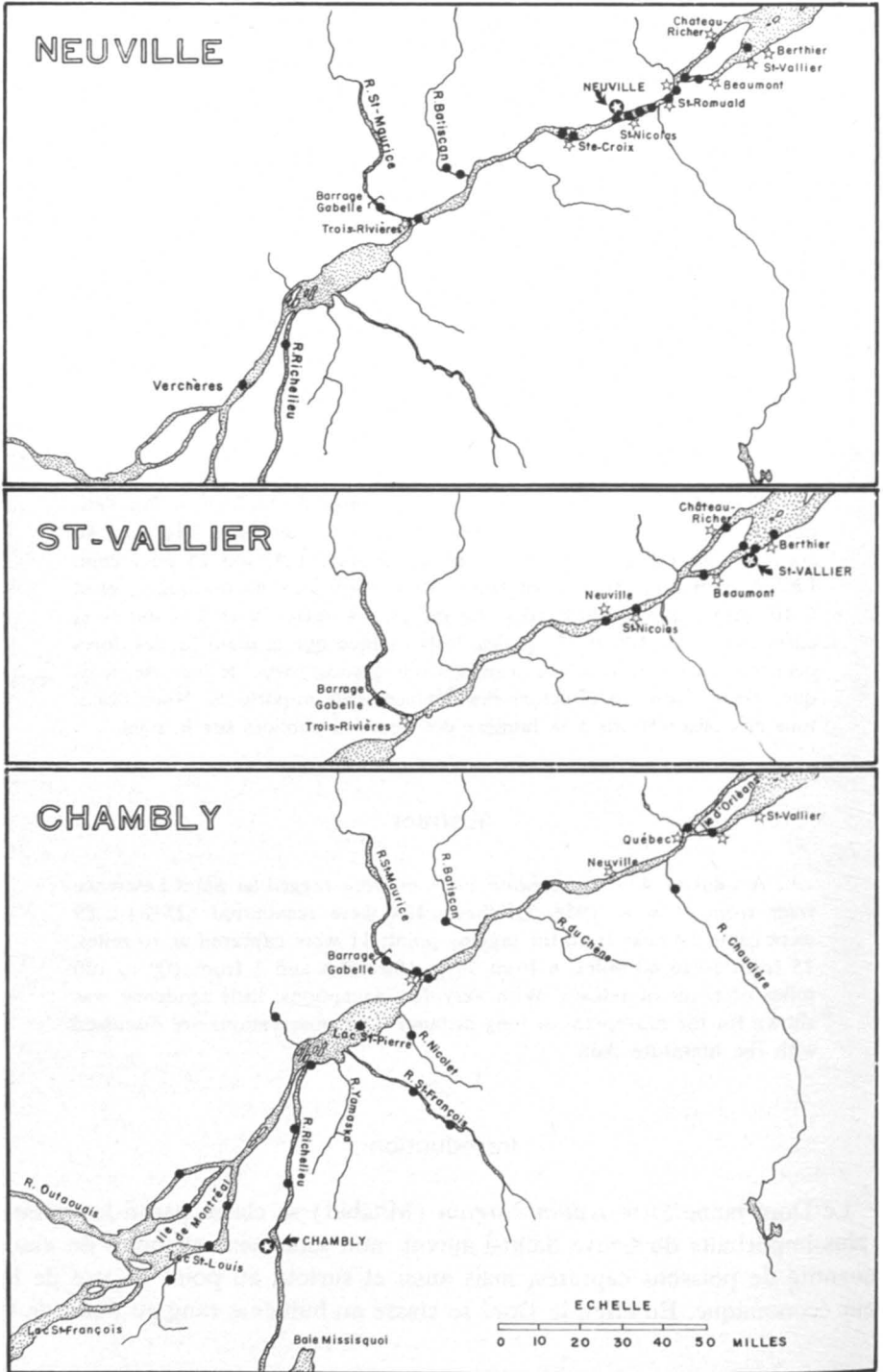


FIGURE 1. Endroits du bassin du Saint-Laurent où l'on a recapturé des dorés marqués à Neuville, à Saint-Vallier et à Chambly. La dernière carte a été dessinée d'après les données de Desrochers (1953).

du volume des captures et au quatrième rang au point de vue de la valeur commerciale. Il faut ajouter que c'est un poisson très recherché des sportifs, ce qui accroît encore considérablement son importance économique. La biologie des populations de Dorés du fleuve Saint-Laurent est cependant encore très peu connue. Ces observations sur le marquage permettront de résoudre quelques problèmes et d'orienter les recherches ultérieures.

Marquages et recaptures

Une équipe du Centre de biologie de Québec, dirigée par V. D. Vladykov, a fait, avec l'aide technique de Germain Labrecque, l'étiquetage de 479 dorés entre 1956 et 1958, 407 à Neuville et 72 à Saint-Vallier. Ils se répartissaient ainsi suivant les tailles: 43 pour cent entre 20 et 25 cm; 50 pour cent entre 25 et 30 cm; 5 pour cent entre 30 et 35 cm; 2 pour cent entre 35 et 49 cm.

Des pêcheries fixes (engin décrit par Magnin, 1962) ont servi aux captures comme aux recaptures; ces dernières se chiffrent par 124, dont 111 provenant du marquage de Neuville, et 13 du marquage de Saint-Vallier. Les dorés recapturés représentent donc 25 pour cent des poissons marqués: cette proportion est très forte en comparaison de celle qu'on a pu observer chez d'autres espèces du fleuve Saint-Laurent (Magnin et Beaulieu, 1960, 1965).

La plupart des recaptures, soit 89, proviennent des lieux mêmes du marquage ou des environs immédiats. Trente-cinq dorés seulement ont été repris ailleurs. Parmi ces derniers, onze n'avaient pas dépassé 10 milles, quinze avaient parcouru entre 10 et 40 milles, (16 et 64 km) six, entre 50 et 100 milles, (80 et 160 km) et enfin trois, entre 100 et 120 milles (160 et 192 km).

On a enregistré la plupart des recaptures peu après la date de marquage: plus de 50 pour cent (64) au cours des cinq mois suivants. Dans les autres cas, la période qui s'est écoulée entre l'étiquetage et la recapture a été plus ou moins longue: entre six et douze mois (25), un et deux ans (27), deux et trois ans (5), trois et quatre ans (2), cinq ans et 137 jours (1).

Il faut noter enfin que certains dorés marqués ont été repris plusieurs fois, le Centre de biologie de Québec ayant demandé aux pêcheurs de relever les numéros inscrits sur les étiquettes et de remettre à l'eau les dorés en bon état.

Analyse des données du marquage

Nous passerons rapidement sur les marquages faits à Saint-Vallier, étant donné le petit nombre de recaptures. Sur treize dorés recapturés, cinq le sont

sur les lieux mêmes du marquage, les huit autres autour de l'île d'Orléans et, en amont, jusque dans la rivière Saint-Maurice (tableau 1 et fig. 1).

La plupart des dorés marqués à Neuville ont été repris sur les lieux mêmes du marquage, peu de temps après: ces recaptures ne suscitent pas un intérêt particulier. Les recaptures locales obtenues plusieurs années après l'étiquetage, comme on le voit dans le tableau II, sont plus intéressantes.

TABLEAU I

Endroits, autres que Saint-Vallier, où l'on a capturé des dorés marqués à cet endroit (données reportées sur la figure 2)

Étiquetage	Recapture		Séjour à l'eau	
	Date 1956	Endroit	Date	an jours
20 octobre	Beaumont	15 nov. 1956		22
20 août	Saint-Jean Île d'Orléans	12 sept. 1956		23
20 août	Beaumont	12 oct. 1956		53
3 octobre	Neuville	18 juin 1957		258
3 octobre	Berthier	25 juin 1957		265
3 octobre	Saint-Nicolas	25 juin 1957		265
10 octobre	Château-Richer	19 juin 1958	1	252
3 octobre	Barrage La Gabelle	9 juil. 1958	1	279

Il ressort de là que: 1) des poissons ont été capturés sur les lieux du marquage après un, deux, trois ou même quatre ans; 2) ces recaptures ont été faites durant tous les mois de pêche de mai à novembre. Ces observations nous amènent à la conclusion qu'il y a une grande stabilité dans les populations de Dorés: les individus sont sédentaires, habitant une aire définie durant de nombreuses années.

Les cas de recaptures répétées (tableau III) apportent une preuve de plus à cette affirmation. Nous remarquons en effet que les captures successives se

TABLEAU II

Recaptures locales de Dorés jaunes à la station de marquage de Neuville — 1957-1960

Date d'étiquetage	Recapture	
	Date	Nombre
Mai 1956	Novembre 1959	1
	Juillet 1960	1
Septembre 1956	Mai 1957	5
	Juin 1957	9
	Juillet 1957	2
	Août 1957	1
	Septembre 1957	1
	Octobre 1957	1
	Mai 1958	1
	Septembre 1958	1
Mai 1957	Mai 1958	3
	Juin 1958	6
	Juillet 1958	1
	Novembre 1959	1

firent toutes, sauf une, sur les lieux mêmes du marquage et cela à différentes périodes de l'année. Ainsi on a repris à Neuville en mai, juin, juillet et octobre, trois dorés marqués au même endroit à la fin de septembre de l'année précédente. Trois dorés marqués le 14 mai 1957 ont été repris à Neuville en mai, juin, juillet, septembre et novembre 1957, 1958 et 1959. Une seule exception: un doré marqué le 27 septembre 1956 a été repris en aval, à Saint-Romuald, le 25 septembre 1957.

Ce dernier cas, d'une part, et l'examen de la répartition générale des recaptures des individus marqués à Neuville et recapturés en dehors de cette localité, d'autre part (tableau IV), semblent démontrer, par contre, la grande mobilité de cette espèce. Les Dorés peuvent en effet parcourir des distances très grandes, jusqu'à plus de 100 milles, (160 km) vers l'amont, ou vers l'aval du fleuve. Dans les cas observés les déplacements les plus longs se sont faits vers l'amont, uniquement parce qu'ils sont limités en aval par les eaux saumâtres; nous

TABLEAU III

Renseignements sur les recaptures répétées de dorés marqués à Neuville.

Étiquetage		Recapture		Séjour	
Date	LT (mm)	Endroit	Date	ans	jours
25 sept. 56	254	Neuville	13 mai 57		230
		Neuville	18 oct. 57	1	23
25 sept. 56	271	Neuville	5 mai 57		222
		Neuville	14 mai 57		231
27 sept. 56	286	Neuville	17 juin 57		263
		Neuville	15 août 57		291
27 sept. 56	235	Neuville	17 juin 57		263
		St-Romuald	25 sept. 57		363
14 mai 57	269	Neuville	3 oct. 57		142
		Neuville	11 mai 58		362
		Neuville	9 juin 58	1	26
14 mai 57	250	Neuville	16 juil. 57		63
		Neuville	18 juil. 58	1	65
14 mai 57	251	Neuville	29 sept. 57		138
		Neuville	15 nov. 59	2	185

verrons plus loin que Desrochers (1953) a observé des migrations de plus de 150 milles (240 km) vers l'aval, dans le même fleuve Saint-Laurent.

Les recaptures faites loin des stations de marquage nous donnent une autre information importante sur les déplacements des Dorés: on a repris ces dorés dans les différentes localités en amont ou en aval du point d'étiquetage tous les mois de l'année (tableau IV). Leur distribution dans le bassin hydrographique ne semble obéir à aucune loi précise. D'après nos données, il semble que les dorés du fleuve Saint-Laurent n'effectuent pas de migrations saisonnières ou du moins des migrations saisonnières importantes.

TABLEAU IV

Endroits, autres que Neuville, où l'on a capturé des dorés étiquetés à cet endroit
(données reportées sur la figure 1)

Date d'étiquetage	Recapture		Séjour à l'eau	
	Endroit	Date	Ans	
24 octobre 1956	Beaumont	15 novembre 1956		22
10 mai 1957	Saint-Nicolas	18 juin 1957		33
14 mai 1957	Saint-Nicolas	17 juillet 1957		64
14 mai 1957	Beaumont	14 août 1957		92
1 juin 1957	Saint-Romuald	12 septembre 1957		103
27 mai 1957	Saint-Nicolas	19 septembre 1957		115
27 mai 1957	Château-Richer	23 octobre 1957		149
25 septembre 1956	Beaumont	14 juillet 1957		292
24 octobre 1956	Beaumont	25 septembre 1957		336
1 juin 1957	Barrage La Gabelle	24 mai 1958		357
27 septembre 1956	Saint-Romuald	25 septembre 1957		363
24 mai 1957	Trois-Rivières	23 mai 1958	1	
14 mai 1957	Sainte-Croix	20 mai 1958	1	4
14 mai 1957	Barrage La Gabelle	22 mai 1958	1	8
21 mai 1957	Saint-Nicolas	19 juin 1958	1	29
10 mai 1957	Sainte-Croix	15 juin 1957	1	30
14 mai 1957	Riv. Richelieu	25 octobre 1958	1	163
24 octobre 1956	Barrage La Gabelle	22 mai 1958	1	210
1 juin 1957	Barrage La Gabelle	25 mai 1959	1	358
9 octobre 1956	Sainte-Croix	20 octobre 1958	2	11
13 octobre 1956	Riv. Richelieu	25 octobre 1958	2	12
1 juin 1957	Beaumont	5 novembre 1959	2	157
9 octobre 1956	Riv. Batiscan	23 juin 1960	3	257
1 juin 1957	Riv. Batiscan	18 mai 1961	3	352
24 mai 1957	Verchères	8 octobre 1962	5	137

Discussion et conclusion

Au terme de cette étude nous arrivons à un ensemble d'observations en apparence contradictoires.

1. Les Dorés peuvent accomplir des migrations sans caractère saisonnier, mais sur de grandes distances.
2. La majorité semblent occuper un territoire restreint durant la plus grande partie de leur vie.

La deuxième observation impliquerait l'existence de populations distinctes et bien définies, tout le long du fleuve, alors que la première laisserait supposer plutôt une certaine homogénéité de l'ensemble des populations du bassin hydrographique. La conciliation des deux affirmations est difficile à partir de nos seules données, vu la relative pauvreté de notre échantillonnage. Les données publiées par d'autres auteurs sur ce sujet vont cependant nous aider à éclaircir ce problème.

En effet, on a procédé à de nombreux marquages de dorés. Notons, en particulier, l'étiquetage de 3,700 dorés capturés dans la baie de Missisquoi, remis à l'eau dans la rivière Richelieu, à Chambly (Desrochers, 1953): la figure 1 indique tous les endroits du bassin du Saint-Laurent où l'on a enregistré des recaptures. Les déplacements de ces dorés présentent les mêmes caractéristiques que ceux que nous avons nous-mêmes observés: ils se font autant vers l'amont que vers l'aval, ils peuvent être très importants et, enfin, ils ne présentent aucun caractère saisonnier.

Il faut noter cependant que nos données, comme celles de Desrochers, n'incluent pas la période de fraye. Il est fort possible que les Dorés accomplissent une migration de fraye. Quittent-ils le fleuve pour pénétrer alors dans les affluents? Les Dorés du Saint-Laurent reviennent-ils régulièrement sur les mêmes frayères, comme cela a été observé par Stoudt (1939), Eschmeyer et Crowe (1955), Rawson (1957), Crowe (1962), Olson et Scidmore (1962), Forney, 1963)? La plupart de ces auteurs, d'autre part, ont noté que les Dorés reviennent rapidement à leur lac ou au point de la rivière d'où ils sont partis pour la migration de fraye. Il semble bien qu'il en soit ainsi des Dorés du fleuve Saint-Laurent: après la migration de fraye, la plupart reviennent à leur point de départ puisqu'on les retrouve plusieurs années de suite aux mêmes endroits.

Le problème des populations de Dorés est plus difficile à éclaircir, car les données publiées sur le sujet sont souvent contradictoires.

L'immense bassin du Saint-Laurent semblerait favoriser l'existence de populations bien localisées sur toute la longueur du fleuve et de ses affluents.

La plupart des individus passent une grande partie de leur vie dans un territoire ("home range", Gerking, 1959), mais quelques-uns cependant peuvent le quitter. La seule caractéristique des Dorés, par rapport aux nombreux poissons qui ont un territoire, c'est que les poissons "perdus" ("stray", Gerking, 1959) sont plus nombreux et se déplacent sur de plus grandes distances, ce qui entraîne nécessairement une certaine homogénéisation des populations. Peut-on parler encore, à ce moment-là, de véritables populations de Dorés? Une étude plus approfondie des caractéristiques de ces différentes populations permettrait de répondre à cette question.

Références

- CROWE, W. R., 1962. Homing behaviour in Walleyes. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **91** (4): 350-354.
- DESROCHERS, R., 1953. Déplacements de dorés (*Stizostedion vitreum*) libérés à Chambly Bassin au printemps 1962. *Rev. canad. Biol.*, **11** (5): 502-505.
- ESCHMEYER, P. H. and W. R. CROWE, 1955. The movement and recovery of tagged Walleyes in Michigan, 1929-1953. *Inst. Fish. Res. Ann. Arbor, Michigan*, **8**, 32 p.
- FORNEY, I. L., 1963. Distribution and movement of marked Walleyes in Oneida Lake, New York. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **92** (1): 47-52.
- GERKING, S. D., 1959. The restricted movement of fish populations. *Biol. Rev. Cambridge*, **34** (2): 221-242.
- MAGNIN, E., 1962. Recherches sur la systématique et la biologie des Acipensérédés *Acipenser sturio* L., *Acipenser oxyrinchus* MITCHILL, *Acipenser fulvescens* RAF. *Ann. Sta. cent. Hydrobiol. appl. Paris*, **9**: 8-242.
- MAGNIN, E. et G. BEAULIEU, 1960. Déplacements des esturgeons (*Acipenser fulvescens* et *A. oxyrinchus*) du fleuve Saint-Laurent d'après les données du marquage. *Naturaliste can.*, **87** (11): 237-242.
- MAGNIN, E. et G. BEAULIEU, 1965. Quelques données sur la biologie de l'éperlan *Osmerus eperlanus mordax* du fleuve Saint-Laurent. *Naturaliste can.*, **92** (3-5): 81-105.
- MAGNIN, E. et G. BEAULIEU, 1965. Biologie de la Barbuée *Ictalurus punctatus* du fleuve Saint-Laurent d'après les données du marquage. *Naturaliste can.*, **92** (12): 277-291.
- OLSON, D. E. and W. J. SCIDMORE, 1962. Homing behavior of spawning Walleyes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **91** (4): 355-361.
- PRIEGEL, G. R., 1967. Movements of adult tagged Walleyes stocked in big lake Butte des Morts and Spoehr's Marsh, Wolf River. *Dept. nat. Ressources (Wisconsin), Res. Rep.*, **28**, 4 p. dactylographiées.
- RAWSON, D. S., 1957. The life history and ecology of the yellow Walleye, *Stizostedion vitreum*, in Lac La Ronge, Saskatchewan. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **86**: 15-37.
- STOUDT, J. H., 1939. A study of the migration of the wall-eyed pike (*Stizostedion vitreum*) in waters of the Chippewa National Forest, Minnesota. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **68** (1938): 163-169.

ÉTUDE COMPARÉE DE L'ÂGE SCALAIRE ET DE L'ÂGE OTOLITHIQUE
DE LA TOULADI (*SALVELINUS NAMAYCUSH*),
LAC MISTASSINI, QUÉBEC. ^{1 2}

ALFRED DUBOIS³ et ROBERT LAGUEUX

Département de Biologie, Université Laval.

Résumé

Des études faites sur 603 touladis (*Salvelinus namaycush*) provenant du lac Mistassini, Québec, montrent que l'âge scalaire et l'âge otolithique des mêmes spécimens ne concordent pas dans la plupart des cas, et que, plus l'âge scalaire est élevé, plus le pourcentage des individus où il y a différence augmente. Les courbes de croissance (croissance individuelle moyenne) obtenues à partir de ces deux méthodes sont distinctes l'une de l'autre, aussi bien dans leurs limites que dans les taux de croissance qu'elles manifestent. L'hypothèse la plus plausible pour expliquer cette divergence est un arrêt possible, ou tout au moins une diminution importante de la croissance du poisson et de l'écaille au moment de la maturation sexuelle. De son côté, l'otolithe continuerait à enregistrer les annuli.

Abstract

Studies made on 603 lake-trout (*Salvelinus namaycush*) from lake Mistassini, Québec, show that there is a strong discrepancy between ages obtained from the scales and from the otoliths of the same fish. The differences increase with older fish. Growth curves thus obtained (mean individual growth) have different limits and show different patterns of growth. The authors explain this discrepancy by the fact that fish and scale growth may cease or slow down, at sexual maturity, while the otolithe continues to register annuli.

Introduction

Au cours d'un inventaire ichtyologique entrepris au lac Mistassini, Québec, par le Service de la Faune du Québec (LeJeune, 1962, 1964), nous nous

-
1. Extrait d'une thèse de maîtrise présentée à l'Université Laval (Dubois, 1967).
 2. Contribution n° 47 du Département de Biologie, Université Laval, Québec.
 3. Adresse actuelle: Collège de la Pocatière, La Pocatière, Québec.

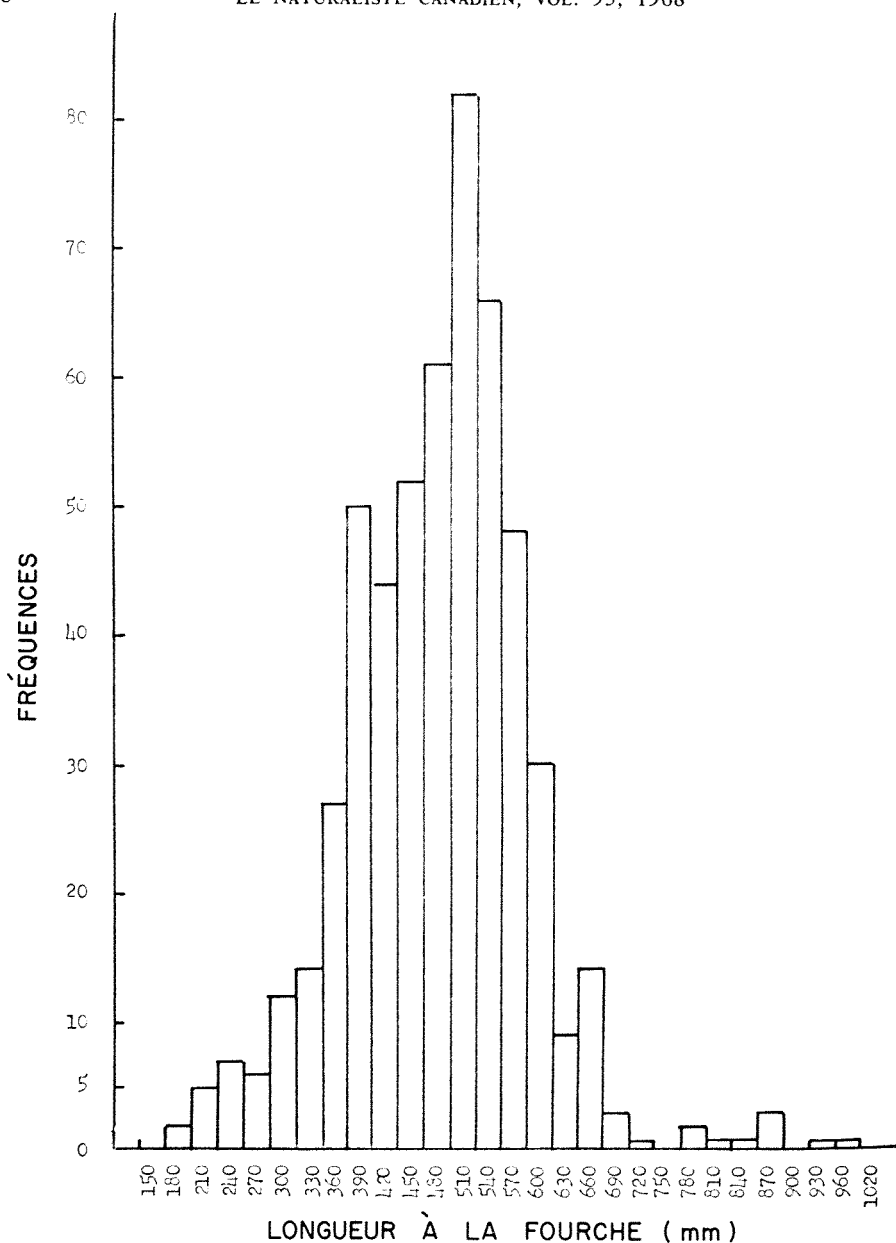


FIGURE 1. *Salvelinus namaycush*, Lac Mistassini, 1964-66. Histogramme de fréquences de longueurs (L.F. mm) du matériel utilisé.

sommes rendu compte, en étudiant les populations de touladis (*Salvelinus namaycush*) que, pour cette espèce, l'âge déterminé à partir des écailles (âge scalaire) ne concordait pas avec l'âge déterminé à partir des otolithes (âge otolithique). La détermination de l'âge étant une technique essentielle dans l'analyse des structures des populations, il nous fallait d'abord résoudre ce problème.

Matériel et méthodes

Le matériel recueilli sur une période de 3 ans comprend un total de 603 touladis (Figure 1). Tous ces poissons ont été mesurés (longueur à la fourche); des écailles et les otolithes ont été prélevés; le sexe a été déterminé et la maturité des gonades évaluée.

Écailles. Toutes les écailles ont été prélevées selon le mode habituel, sur le côté du poisson, dans une région située entre la nageoire dorsale et la ligne latérale. La lecture a été faite ensuite à partir d'impressions sur acétate de cellulose (technique de Smith, 1954). Chacune des écailles a été lue deux fois; une troisième lecture a suivi lorsque les résultats des deux premières différaient. Soixante écailles (9.9%) ont été mises de côté et il est à noter que la longueur des poissons correspondant à ces écailles aberrantes se situe entre 400 et 600 mm (34 poissons) et entre 600 et 1000 mm (21 poissons). On verra, au moment de l'analyse détaillée de tout le matériel, que ces poissons rejetés ne représentent pas un groupe particulier, mais se répartissent uniformément dans la population, et qu'ils peuvent être éliminés sans danger de fausser les résultats.

Otolithes. Le prélèvement des otolithes a été fait par effraction ventrale du cercelet, selon la technique de Lejeune (1967); ils ont été conservés au sec. Pour la lecture, les meilleurs résultats ont été obtenus avec la technique de Nordeng (1961), où les otolithes sont rendus plus clairs par un bain de 5 à 10 minutes dans l'alcool à 96%, puis examinés dans la créosote sous une lumière intense et concentrée. Nos lectures pour les années 1964 et 1965 ont été confirmées par des spécialistes de la Station de Biologie arctique de Montréal. Un total de 109 otolithes sur 603 (18.1%) considérés comme illisibles ont été rejetés. Ces otolithes pour la plupart présentaient une configuration spéciale: axe antéro-postérieur plus court; forme moins bien définie; anneaux de croissance périphériques très nombreux, plus étroits, plus clairs (Tableau I).

TABLEAU I

Salvelinus namaycush, lac Mistassini, 1964, 1965, 1966.

Pourcentage des otolithes rejetés parce qu'illisibles ou douteux.

Année	Nombre total	Otolithes illisibles	Otolithes douteux	Total rejetés
1964	134	19 (14.1%)	1 (0.7%)	20 (14.8%)
1965	268	27 (10.1%)	18 (6.7%)	45 (16.8%)
1966	201	25 (12.4%)	18 (8.9%)	43 (21.3%)

Résultats

DÉTERMINATION DE L'ÂGE

On s'attend normalement à ce que les différentes structures osseuses d'un même poisson enregistrent le même âge puisque théoriquement la croissance de ces structures est déterminée par un facteur commun, la croissance du poisson lui-même. Bulkley (1960) a comparé les rayons branchiostèges de la touladi aux écailles et a obtenu les mêmes résultats. La comparaison entre écailles et otolithes de l'aiglefin par Kohler et Clarke (1958) a conduit aux mêmes résultats. Nordeng (1961) cependant, trouve fréquemment une différence, qui peut aller jusqu'à quelques années, entre écailles et otolithes de l'omble chevalier, *Salvelinus salvelinus*.

Chez la touladi du lac Mistassini, les lectures d'âge sur écailles et otolithes ont donné des résultats souvent très différents (Tableau II). En fait, seulement 79 lectures sur 455, soit 17.4% sont identiques; la différence entre les autres lectures pouvait varier de une à dix-huit années, les otolithes portant toujours le nombre supérieur de zones de croissance. Une différence d'une année ou deux, en plus ou en moins, peut s'expliquer par une difficulté d'inter-

TABLEAU II

Salvelinus namaycush, lac Mistassini, 1964-1966.

Différence entre l'âge lu sur les otolithes et l'âge lu sur les écailles de mêmes poissons (455 spp.).

Différence	Nombre	%	Différence	Nombre	%
0	79	17.4	10	13	2.9
1	74	16.3	11	9	2.0
2	46	10.1	12	10	2.2
3	50	11.0	13	6	1.3
4	45	9.9	14	10	2.2
5	31	6.8	15	3	0.7
6	20	4.4	16	4	0.9
7	22	4.8	17	2	0.4
8	14	3.1	18	1	0.2
9	16	3.5	-	-	-

prétation des zones de croissance, mais lorsqu'il s'agit d'une différence aussi marquée que 18 années, cette explication ne vaut plus. Il est évident que l'une des structures nous donne un âge qui ne correspond pas à la réalité.

CROISSANCE SCALAIRE VERSUS CROISSANCE OTOLITHIQUE

À la suite de ces lectures, nous en arrivons, pour un même lot de poissons, avec deux séries d'âges, âges scalaires et âges otolithiques, qui ne nous présentent pas du tout la même image de la même population. Une première divergence apparaît dans les limites d'extension de la distribution selon l'âge:

- a) La série d'âges scalaires s'étend de 3 à 12 ans (Tableau III, et Figure 2).
- b) La série d'âges otolithiques va de 3 à 24 ans (Tableau IV, et Figure 2).

TABLEAU III

Salvelinus namaycush, lac Mistassini, 1964-66.

Distribution de fréquences, croissance, déviation standard et déviation standard de la moyenne, selon les âges scalaires.

Age	Fréquence	Longueur moyenne à la fourche (mm)	Déviation standard ($\pm\sigma$)	Déviation standard de la moyenne ($\pm\sigma_m$)	Valeurs extrêmes
3	1	205	-	-	-
4	14	233	35.01	9.36	180-315
5	45	342	51.01	7.60	230-450
6	90	401	41.67	4.39	270-500
7	119	468	40.77	3.74	370-550
8	168	523	42.78	3.30	395-650
9	69	560	56.45	6.80	440-790
10	25	623	76.86	15.37	475-830
11	7	719	132.03	49.90	540-950
12	6	795	109.77	44.81	620-920

Nous notons aussi une divergence dans le taux de croissance en longueur:

- a) Dans la série d'âges scalaires, le taux de croissance est relativement uniforme et élevé (Tableau III, et Figure 2);
- b) Dans la série d'âges otolithiques, le taux de croissance est plus faible et devient pratiquement nul vers l'âge de 12 ans (Tableau IV, et Figure 2).

TABLEAU IV

Salvelinus namaycush, lac Mistassini, 1964-66.

Distribution de fréquences, croissance, déviation standard, déviation standard de la moyenne, selon les âges otolithiques.

Age	Fréquence	Longueur moyenne à la fourche (mm)	Déviation standard ($\pm\sigma$)	Déviation standard de la moyenne ($\pm\sigma_m$)	Valeurs extrêmes
3	1	205	—	—	—
4	9	231	41.44	13.81	180-315
5	14	315	61.50	16.44	230-400
6	32	362	69.07	12.21	200-515
7	50	412	60.56	8.56	270-550
8	35	428	74.31	12.56	250-575
9	48	483	73.14	10.56	310-640
10	34	491	72.03	12.18	305-615
11	47	511	69.85	10.19	305-670
12	44	542	61.18	9.33	420-710
13	26	528	70.20	13.77	410-690
14	41	528	113.25	17.67	345-840
15	17	528	95.56	23.18	390-815
16	17	543	129.93	31.51	355-825
17	18	521	79.91	18.84	405-645
18	12	568	120.82	34.88	380-775
19	13	576	121.43	33.68	450-920
20	6	520	76.22	31.12	385-615
21	5	599	158.52	70.89	410-850
22	12	588	94.73	27.35	425-790
23	9	618	196.15	65.38	385-1005
24	6	564	150.78	61.56	490-870

Dans notre échantillonnage, un seul poisson est âgé de 3 ans; ses écailles et otolithes indiquent le même âge. Aux âges 4 et 5, il n'y a pas encore de différence significative entre les moyennes de longueur des groupes d'âges scalaire et otolithique correspondants; cette différence n'apparaît qu'au groupe

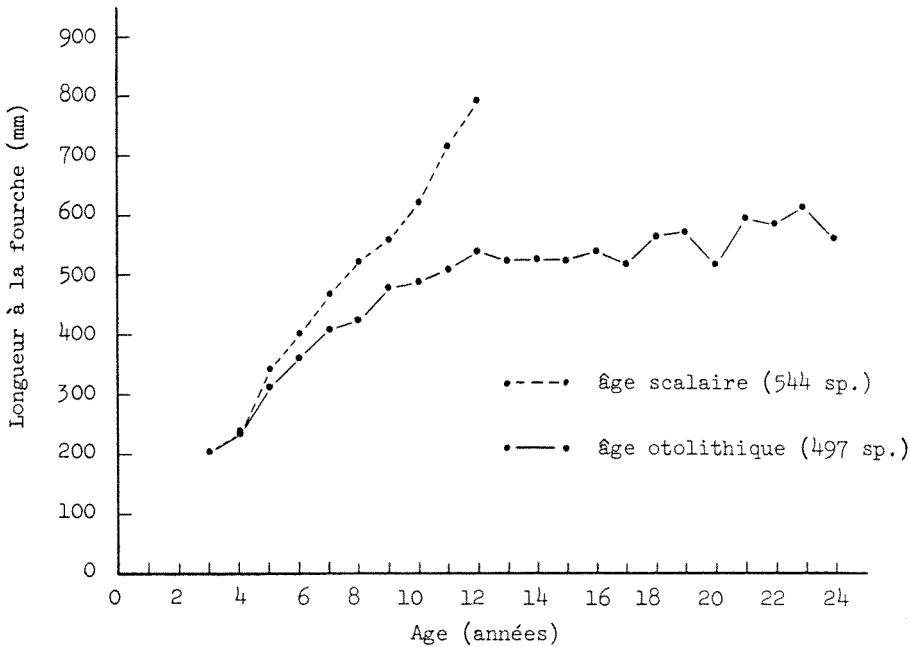


FIGURE 2. *Salvelinus namaycush*, Lac Mistassini, 1964-66. Courbe de croissance ou relation âge-longueur (L.F.mm), d'après l'âge scalaire et d'après l'âge otolithique.

d'âge VI avec un « t » de 3.765. Il y a cependant une variation assez prononcée dans le nombre de spécimens pour les groupes d'âge IV et V: ces groupes d'âge scalaire comprennent respectivement 14 et 45 spécimens, les mêmes groupes d'âge otolithique en comprennent 9 et 14. La raison en est que, pour la plupart de ces touladis, les otolithes ont inscrit un nombre d'anneaux de croissance supérieur à celui trouvé sur les écailles.

ÂGE À LA PREMIÈRE REPRODUCTION.

Mis en présence de deux séries d'âges pour un même lot de poissons, nous devons en tenir compte lorsque nous voulons savoir à quel âge la touladi commence à se reproduire. L'examen des gonades a été fait aux mois d'août des années 1965 et 1966. Selon Dufour⁴, la touladi du lac Mistassini frayerait vers la fin de septembre ou au début d'octobre. On peut donc s'attendre à ce que, au mois d'août, les gonades de touladis qui vont frayer le mois suivant soient suffisamment développées pour être facilement distinguées des autres.

4. M. Dufour, biologiste au Service de la Faune du Québec, communication personnelle, 1966.

D'après l'âge scalaire. – D'après ces observations, nous voyons (Tableau V) qu'il y a début de maturation sexuelle à 5 ans chez les mâles, et à 6 ans chez les femelles. À 9 ans, tous les mâles sont adultes et vont frayer à l'automne. Un mâle de 10 ans, d'une longueur de 690 mm, et un autre de 965 mm dont l'âge est douteux, ont des gonades non mures; il est possible qu'il s'agisse là de poissons stériles ou de poisson à maturation sexuelle exceptionnellement retardée, ou encore de poissons ne se reproduisant pas cette année-là.

TABLEAU V
Salvelinus namaycush, lac Mistassini, août 1965 et 1966.
Pourcentages des touladis à gonades mures et non mures
d'après l'âge scalaire.

Age	Gonades mâles		Gonades femelles	
	Non mures	Mures	Non mures	Mures
3	100.0 (1)	0.0 (0)	–	–
4	100.0 (7)	0.0 (0)	100.0 (7)	0.0 (0)
5	77.3 (17)	22.7 (5)	100.0 (20)	0.0 (0)
6	68.4 (26)	31.6 (12)	85.7 (24)	14.3 (4)
7	28.8 (15)	71.2 (37)	52.6 (20)	47.4 (18)
8	15.9 (10)	84.1 (53)	41.1 (28)	58.8 (40)
9	0.0 (0)	100.0 (15)	26.7 (8)	73.3 (22)
10	16.7 (1)	83.3 (5)	50.0 (4)	50.0 (4)

Avec les seules observations disponibles, il ne nous est pas possible de déterminer à quel âge toutes les femelles sont adultes. Même à 9 ans, on ne trouve que 73.3% des femelles à gonades mures, et ce pourcentage passe à 50% à l'âge de 10 ans. Il semble que les femelles ne se reproduisent pas nécessairement à chaque année. En effet, nous avons trouvé des oeufs de l'année précédente dans la cavité abdominale de 7 femelles dont les gonades étaient par ailleurs peu développées. Leur âge variait de 6 à 8 ans, et leur longueur, de 420 à 530 millimètres.

On peut supposer que les touladis du lac Mistassini qui ont une taille de 550 mm et plus (on pourrait choisir 600 mm et le résultat serait le même) sont déjà adultes et qu'elles devraient normalement frayer à l'automne. Cependant, notre échantillon comprend 32 femelles (37.6%) à gonades non développées, et 56 femelles (62.4%) à gonades développées, donnant le rap-

port 1:2. (En choisissant 600 mm, le rapport 1:2 serait encore plus approché avec les pourcentages respectifs de 36.1 et de 63.9). Le rapport 1:2 nous amène à soupçonner un cycle qui comprendrait 2 années de reproduction suivies d'une année de repos. Ce n'est pas un fait nouveau que de parler d'un cycle dans la reproduction de la touladi: Miller et Kennedy (1948), l'ont observé pour le Grand lac de l'Ours; Cuerrier et Schultz (1957), pour les lacs Waterton.

D'après l'âge otolithique. – D'après l'âge otolithique, c'est à 7 ans qu'on rencontre les premiers mâles adultes, et à 9 ans les femelles adultes (Tableau VI). On peut supposer que les mâles sont tous adultes à 15 ans; les quelques mâles plus âgés que 15 ans dont les gonades ne sont pas matures, sont peut-être des poissons stériles ou à l'état de repos. Il ne représentent que 9% des mâles âgés de 15 ans et plus: il n'est donc pas question de cycle de reproduction.

Pour leur part, les femelles semblent obéir à un cycle de reproduction. Si, ce qui ne paraît pas exagéré, toutes les femelles sont adultes à 17 ans, on compte à 17 ans et plus, 16 femelles à gonades non matures et 17 à gonades matures. Une fois adultes, les femelles ne se reproduiraient donc que tous les deux ans.

Évidemment, nos données sont peu nombreuses et peuvent, par le fait même, ne pas être représentatives de la population. Mais les résultats que nous avons avec la série d'âges otolithiques sont tellement différents de ceux obtenus avec la série d'âges scalaires qu'il importe de rechercher laquelle de ces structures, écailles ou otolithes, nous donne l'âge chronologique véritable de la touladi du lac Mistassini.

Discussion

Il n'est pas facile d'apporter une explication aux divergences trouvées entre les séries d'âges scalaires et d'âges otolithiques. En fait, avec le matériel que nous avons en main, nous ne pouvons tout au plus que proposer quelques hypothèses.

HYPOTHÈSE: ARRÊT DE CROISSANCE.

Parmi les études faites sur la touladi, (Bulkey, 1960; Cable, 1956; Miller et Kennedy, 1948; Rawson, 1959, 1961, etc.), aucune n'aborde le problème qui nous intéresse. Cable (1956), après avoir démontré la validité des écailles

TABLEAU VI

Salvelinus namaycush, Lac Mistassini, août 1965 et 1966.Fréquences des touladis à gonades matures et non matures
d'après l'âge otolithique (379 spp.)

Age	Gonades mâles		Gonades femelles	
	Non matures	Matures	Non matures	Matures
3	1	—	—	—
4	4	—	5	—
5	7	—	5	—
6	12	—	7	—
7	13	2	11	—
8	6	3	10	—
9	4	14	16	3
10	6	8	6	3
11	6	7	11	10
12	1	12	8	12
13	3	9	2	5
14	9	11	6	9
15	—	8	4	5
16	1	8	3	5
17	—	8	6	3
18	1	6	3	1
19	1	7	1	4
20	—	5	—	1
21	1	1	1	3
22	—	7	3	1
23	—	5	—	3
24	1	2	2	1

pour la détermination de l'âge chez la touladi, au moyen de poissons d'âge connu, fait la remarque suivante :

"It should be emphasized that, dependable as lake trout scales may be as indicators of age, they are not read easily. Considerable experience is required before a reader's interpretation of the scale pattern becomes highly reliable. Even the experienced reader can do accurate work only if the scale preparations are clear and they are studied carefully with the aid of the best optical equipment."

Nous sommes un peu étonnés que d'autres chercheurs qui ont fait des études d'âge sur la touladi n'aient pas essayé d'établir des comparaisons entre les écailles et d'autres structures osseuses. Seul Bulkley (1960) a tenté cette comparaison entre les écailles et les rayons branchiostèges. Bulkley remarque sur ces rayons qu'on peut localiser facilement les zones où se trouvent les annuli mais qu'il est difficile de préciser exactement la position de ceux-ci. Pour ce qui est de l'âge, il y a concordance entre les écailles et les rayons branchiostèges mais ces derniers ne peuvent être utilisés pour les rétrocalculs.

Il nous apparaît surtout étonnant qu'on n'ait pas tenté d'utiliser les otolithes. Nordeng (1961), qui a travaillé sur l'omble chevalier dans le nord de la Norvège, nous fournit des détails fort intéressants qui peuvent peut-être apporter des éclaircissements sur le problème. Un détail important, est que cette espèce, l'omble chevalier, est très rapprochée de la touladi, qui est aussi un omble. Jusqu'à Nordeng, les écailles étaient utilisées de façon courante dans la détermination de l'âge de l'omble chevalier, comme c'est actuellement le cas pour la touladi. Cet auteur met non seulement en doute la valeur des écailles, mais prouve que les déterminations d'âge faites à partir de ces structures ne sont pas représentatives de la population d'où proviennent les échantillons.

Chez les ombles chevaliers adultes, l'écaille se termine toujours par une zone plus ou moins dense (Figure 3), où il est impossible de déterminer quoi que ce soit, et qui correspond en fait sur l'otolithe à un plus ou moins grand nombre de zones. Ces marques annulaires supplémentaires trouvées sur l'otolithe d'un poisson adulte se distinguent assez facilement des précédentes en ce qu'elles sont moins opaques et parfois plus étroites.

De plus, au moyen de poissons marqués et recapturés quelques années plus tard, Nordeng a pu vérifier le fait que les zones sont vraiment annuelles sur l'otolithe et que les marques supplémentaires, moins opaques, correspondent à des années de reproduction. Enfin, et ce n'est pas le moins important,

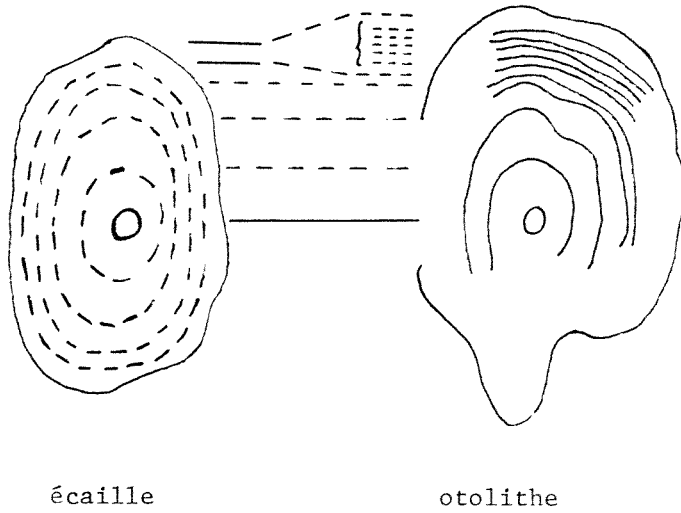


FIGURE 3. *Salmo alpinus*, 24 cm (adapté de Nordeng, 1961). Écaille et otolithe provenant d'un même poisson: Les marques annulaires sur les deux structures correspondent jusqu'à la maturité sexuelle; par la suite, l'otolithe porte 6 années qui, sur l'écaille, apparaissent sous forme d'une zone unique et concentrée.

ces mêmes poissons marqués ont permis de démontrer que, une fois atteinte la maturité sexuelle, i.e., une fois que l'omble chevalier a commencé à se reproduire, la croissance du corps et celle de l'écaille deviennent très lentes ou pratiquement nulles, alors que l'otolithe continue sa croissance annuelle. Voilà qui rend bien compte de la différence d'âge entre les écailles et les otolithes. En somme, les écailles n'enregistrent que les années précédant la première reproduction, tandis que les otolithes continuent à enregistrer les années, même après la première reproduction, et de ce fait, sont les seules structures valables pour déterminer l'âge d'un poisson adulte.

Il nous est permis de croire qu'un tel phénomène d'arrêt de croissance se produise chez la touladi du lac Mistassini. En effet, chez cette espèce, nous retrouvons très fréquemment une différence entre l'âge scalaire et l'âge otolithique, différence qui, comme nous l'avons montré précédemment, peut aller jusqu'à 18 ans. Et lorsque cette différence existe, ce sont toujours les otolithes qui portent un nombre supérieur de marques annuelles. Chez la touladi, sont présentes aussi les zones supplémentaires telles que décrites par Nordeng, à savoir: zones plus claires que les précédentes et souvent plus étroites. Cela laisse supposer que, s'il y a arrêt de croissance, cet arrêt se produit au moment de la première reproduction. Mais pour le moment, essayons de voir si l'hypothèse d'un arrêt de croissance permet d'expliquer la divergence entre les deux courbes de croissance (Figure 2).

Croissance selon la série d'âges otolithiques. — La forme de la courbe âge otolithique — longueur (Figure 2) semble impliquer un arrêt de croissance

TABLEAU VII

Salvelinus namaycush, lac Mistassini, 1965-66.

Fréquences des âges scalaires par groupes d'âge otolithique.

Age otolithique	Age scalaire									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	4	10	-	-	-	-	-	-	-
6	-	1	11	19	-	-	-	-	-	-
7	-	-	8	23	18	-	-	-	-	-
8	-	-	5	5	14	11	-	-	-	-
9	-	-	3	9	14	13	6	-	-	-
10	-	-	5	3	6	9	7	3	-	-
11	-	-	-	6	9	20	6	1	2	-
12	-	-	-	1	4	21	7	3	1	-
13	-	-	-	2	4	11	6	2	-	-
14	-	-	1	7	5	13	5	3	-	-
15	-	-	-	2	2	10	1	-	-	1
16	-	-	1	2	4	4	2	1	-	-
17	-	-	-	-	7	7	-	1	-	-
18	-	-	-	2	2	2	-	1	1	-
19	-	-	-	1	2	4	2	2	-	1
20	-	-	-	1	-	3	1	-	-	-
21	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-
22	-	-	-	-	2	4	3	1	-	-
23	-	-	-	1	1	1	4	-	-	1
24	-	-	-	1	1	3	-	-	-	1

vers 11 ou 12 ans alors que sa pente s'oriente vers une asymptote et devient pratiquement nulle. On peut cependant en douter. Ce plateau qui débute vers 11 ou 12 ans indique plutôt un équilibre entre des poissons de grande taille et d'autres plus petits dont la croissance a cessé à un âge moins avancé. Par exemple, sur les écailles et les otolithes d'une touladi de 490 mm, nous lisons 6 et 24 ans respectivement; dans le cas d'une autre touladi, d'une longueur de 870 mm, nous lisons 12 ans sur les écailles et 24 ans sur les otolithes. Si nous admettons que, lorsqu'il y a différence entre écailles et otolithes d'un même poisson, il y a un arrêt de croissance à l'âge indiqué par les écailles, nous constatons que cela a pu se produire à tout âge entre 5 et 12 ans (Tableau VII). D'ailleurs, entre 4 et 12 ans, il y a de moins en moins d'écailles qui indiquent le même âge que les otolithes correspondants (Tableau VIII), mais de plus en plus un âge inférieur. On voit en même temps que la pente de la courbe diminue de plus en plus. D'autre part, plus de 80% des touladis de notre échantillon ont 8 ans ou moins comme âge scalaire, et ils ont à peu près tous une taille inférieure à 600 mm de longueur. Comme ces poissons se retrouvent à tous les âges otolithiques, on comprend qu'ils finissent par maintenir une pente nulle.

TABLEAU VIII

Salvelinus namaycush, lac Mistassini, 1964-66.

Pourcentages des lectures d'âges scalaires identiques aux lectures d'âges otolithiques.

Age otolithique	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pourcentage	100	71.4	61.3	36.7	31.4	13.3	9.1	4.5	0.0

Croissance selon la série d'âges scalaires. — Le taux de croissance indiqué par les écailles (Figure 3) est relativement uniforme. L'écaille enregistre la croissance du poisson, elle croît et inscrit les années aussi longtemps qu'il y a croissance du poisson. Dès que la croissance s'arrête, l'écaille n'enregistre plus les années même si le poisson vieillit. Même si, à 9 ans, il y a arrêt de croissance, 5 ans plus tard les écailles indiqueront toujours la même croissance des neuf premières années. De sorte qu'il faudra toujours recourir aux écailles pour connaître la croissance de la touladi, peu importe que ces structures soient valables ou non pour déterminer son âge exact.

En somme, la courbe scalaire nous indique la croissance moyenne de la touladi sans tenir compte d'un arrêt possible survenu à tel ou tel âge; la courbe âge otolithique — longueur, au contraire, montre la véritable croissance moyenne de la population, puisqu'elle tient compte de tout arrêt de croissance.

TABLEAU IX

Salvelinus namaycush, lac Mistassini, 1964-66.

Fréquences et moyennes des âges scalaires par groupes d'âges otolithiques.

Age otolithique	Fréquence	Moyenne âge scalaire	Déviati on standard ($\pm\sigma$)	Déviati on standard de la moyenne ($\pm\sigma_m$)	Valeurs extrêmes
3	1	3.0	-	-	-
4	9	4.0	-	-	-
5	14	4.7	0.469	0.125	4-5
6	31	5.6	0.555	0.100	4-6
7	49	6.2	0.699	0.100	5-7
8	35	6.9	1.008	0.170	5-8
9	45	7.2	1.113	0.166	5-9
10	33	7.6	1.518	0.264	5-10
11	44	7.8	1.167	0.176	6-11
12	37	8.3	0.935	0.154	6-11
13	25	8.1	1.038	0.208	6-10
14	34	7.7	1.277	0.219	5-10
15	16	8.1	1.340	0.335	6-12
16	14	7.5	1.344	0.359	5-10
17	15	7.6	0.816	0.211	7-10
18	8	7.9	1.808	0.639	6-11
19	12	8.5	1.624	0.469	6-12
20	5	7.8	1.095	0.490	6-9
21	4	8.0	0.816	0.408	7-9
22	10	8.3	0.949	0.300	7-10
23	8	8.6	1.768	0.625	6-12
24	6	8.2	2.037	0.832	6-12

Comparaison des courbes âge otolithique - longueur et âge otolithique - âge scalaire. — Il existe donc une forte corrélation entre l'âge scalaire et la longueur des touladis; c'est-à-dire que l'âge scalaire est un indice de la longueur. Quant à l'âge otolithique, il indique bien l'âge réel, mais semble plutôt indépendant de la longueur. La figure 4 illustre ce que nous venons de dire. En ayant toujours en abscisse l'âge otolithique, on peut placer en ordonnée soit la longueur (Tableau IV), soit l'âge scalaire (Tableau IX). Les courbes résultantes, âge otolithique - longueur et âge otolithique - âge scalaire, sont semblables et superposables. Leurs taux de corrélation simple curviligne sont respectivement de 0.665 et de 0.683, avec un « t » de 0.515. C'est donc dire qu'on peut remplacer longueur par âge scalaire et que les deux nous donnent le même résultat. C'est une preuve que l'âge scalaire rend compte de la longueur.

Nous savons que la touladi est un poisson à croissance lente, qui atteint habituellement sa maturité sexuelle entre 6 et 8 ou 9 ans (Martin, 1951 et 1957; Rawson, 1961; Royce, 1951). On s'attend donc à ce que sa durée de vie soit longue, et en conséquence, à ce que son taux de mortalité soit relativement bas. Cela, les histogrammes de fréquences par groupe d'âge (Figure 5, A et B) doivent nous le montrer. Le premier (A) est construit d'après la série d'âges scalaires; le second (B), d'après la série d'âges otolithiques. Le fait d'avoir moins de spécimens de 3, 4 et 5 ans, par exemple, est dû sans doute aux limites imposées par la méthode d'échantillonnage: presque tous ces poissons ont été capturés à l'aide de filets à mailles de 4 pouces. Dans le premier histo-



FIGURE 4. *Salvelinus namaycush*, lac Mistassini, 1964-66. Comparaison entre les courbes âge otolithique/longueur (L.F. mm), 495 spp., et âge otolithique/âge scalaire, 454 sp. On constate qu'il est possible de remplacer à l'ordonnée, la longueur par l'âge scalaire.

gramme (A), c'est à 8 ans qu'on trouve le maximum de spécimens, mais il y a tout de suite à 9 ans, une baisse de plus de 50%, et la même chose à 10 ans. Cela impliquerait un taux de mortalité très élevé et une disparition très rapide de la population adulte, mettant ainsi en danger l'existence de toute la population. Ce qui ne semble pas correspondre à la réalité puisque les populations se maintiennent.

D'après le second histogramme (B), où nous avons utilisé la série d'âges otolithiques, le taux de mortalité serait moins élevé et beaucoup plus normal. Cet histogramme nous fournit certainement l'image la plus conforme à ce que nous nous attendions de trouver.

Après avoir confronté nos données avec cette hypothèse, selon laquelle il y aurait arrêt de croissance chez la touladi du lac Mistassini, nous croyons nécessaire de la maintenir, même s'il est impossible de le prouver pour le

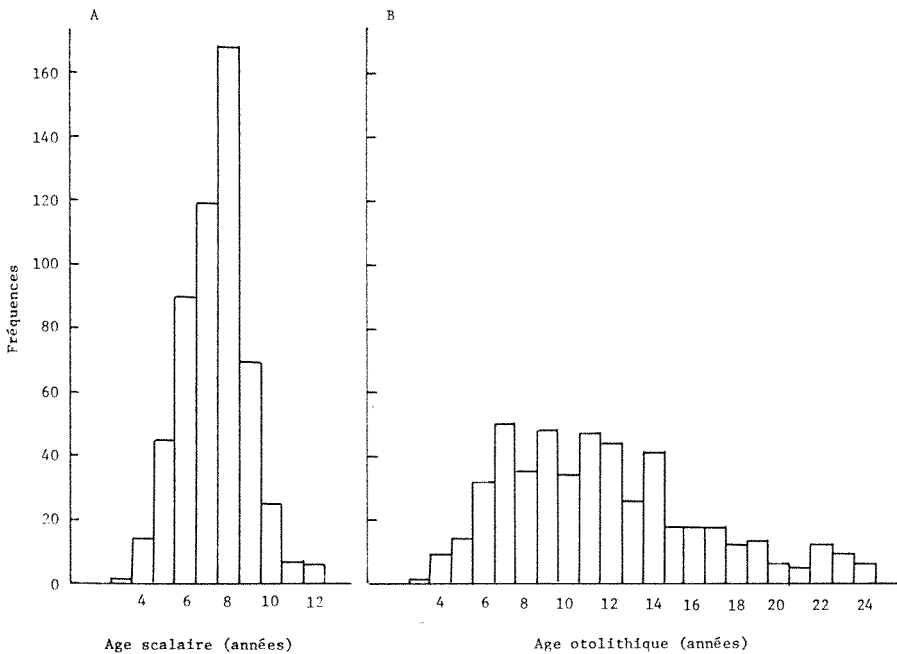


FIGURE 5. *Salvelinus namaycush*, lac Mistassini 1964-66. A: Fréquences des âges scalaires (544 spp.); B: Fréquences des âges otolithiques (497 spp.).

moment. Elle permet d'expliquer simplement et logiquement les différences trouvées entre les âges scalaires et otolithiques, d'expliquer aussi les différences rencontrées entre les deux courbes de croissance. Enfin, elle obtient plus de valeur à la suite de l'examen des deux histogrammes de fréquence tracés à partir des deux séries d'âges, âges scalaires et âges otolithiques.

Arrêt de croissance et maturation sexuelle. — Chez l'omble chevalier du nord de la Norvège, Nordeng (1961) a constaté une croissance très faible ou pratiquement nulle (very little or practically no growth) après la maturation sexuelle. Il est reconnu que la maturation sexuelle exige généralement de la part des Salmonidés un immense effort physiologique. Miller et Kennedy (1948) ont attribué aussi au fait de la maturation sexuelle un arrêt de croissance de la touladi au Grand lac de l'Ours entre 11 et 13 ans.

Au lac Mistassini, nous avons proposé, comme interprétation de la différence entre l'âge lu sur les écailles et l'âge lu sur les otolithes, qu'il y aurait arrêt de croissance de l'écaille et du poisson. Si nous supposons, en plus, que cet arrêt de croissance se produit lors de la maturation sexuelle, nous devons voir à ce que se vérifient les trois points suivants:

- 1) Dès qu'il y a différence entre l'âge lu sur les écailles et l'âge lu sur les otolithes d'une même touladi, ce poisson est adulte;
- 2) L'âge lu sur les écailles de touladis adultes correspond à l'âge où il a atteint sa maturité sexuelle;
- 3) La divergence entre écailles et otolithes doit débuter, tout comme la maturation sexuelle, vers 5 ans d'âge scalaire et cette divergence doit aussi s'accroître avec l'augmentation graduelle du nombre de poissons adultes pour atteindre finalement un maximum vers 9 ans d'âge scalaire, alors que tous les poissons auraient atteint le stade adulte (Tableau V).

À 4 ans, nous trouvons déjà cette divergence entre l'âge lu sur les écailles et l'âge lu sur les otolithes de 5 spécimens. Mais nous doutons fortement que ces poissons soient déjà adultes et cela, pour deux raisons: d'abord parce que nous n'avons rencontré aucune touladi de cet âge sur 14 captures dont les gonades étaient mûres, et aussi à cause de la petite taille de ces poissons.

À 5 ans d'âge scalaire, cette divergence entre écailles et otolithes, nous la rencontrons chez 34 touladis sur 44, soit chez un peu plus de 75%. Si à cet âge, les 3/4 des touladis du lac Mistassini étaient déjà adultes, il faudrait trouver dans notre échantillonnage plus que 5 spécimens à gonades mûres sur 42. Comme le même phénomène se retrouve aux âges suivants, il devient impossible d'attribuer une aussi large part au hasard dans la distribution des spécimens. Il est certain que toutes les femelles ne se reproduisent pas nécessairement toutes les années; il se peut aussi que ces résultats soient dus en partie à des erreurs de lectures, sur les écailles en particulier, mais nous ne croyons pas que cela compense pour les divergences rencontrés.

Si l'arrêt de croissance de la touladi se produit indépendamment de la maturation sexuelle, il faut alors retenir, de nos résultats présentés sur la reproduction de la touladi, uniquement ceux qui sont basés sur l'âge otolithique. C'est-à-dire que la touladi deviendrait adulte vers 7 ou 9 ans, que la maturation sexuelle s'échelonne sur un grand nombre d'années, et que les femelles une fois adultes, ne se reproduiraient probablement que tous les deux ans.

Cette constatation est tout de même quelque peu étonnante. Tout, jusque là, concordait avec les observations de Nordeng sur l'omble chevalier, et entre autres les marques de reproduction sur l'otolithe telles que décrites par cet auteur. Peut-être le nombre des petites touladis dans notre échantillonnage n'est pas assez élevé pour nous donner une idée exacte de la situation. Peut-être faudrait-il chercher dans la vie de la touladi du lac Mistassini un autre événement capable de produire cet arrêt de croissance, un événement où l'âge et la taille du poisson n'entreraient pas en ligne de compte. Ou peut-être encore faudrait-il tout simplement rejeter l'hypothèse d'un arrêt de croissance.

HYPOTHÈSE: LES OTOLITHES ENREGISTRENT PLUS D'UNE ZONE DE CROISSANCE PAR ANNÉE.

Si on rejette l'hypothèse d'un arrêt de croissance, il ne nous reste plus qu'à admettre que les écailles des touladis du lac Mistassini indiquent l'âge vrai, et que les otolithes enregistrent plus d'une zone de croissance par année. Il se peut, en effet, que les otolithes soient plus sensibles que les écailles lorsqu'il s'agit d'enregistrer des variations cycliques intrasaisonnières de croissance, dues au climat plus ou moins rigoureux, à une plus ou moins grande abondance de nourriture, de sorte qu'ils inscriraient fréquemment plus d'une marque de croissance par année. En effet, tout facteur cyclique ou acyclique qui affecte d'une façon ou d'une autre la croissance d'un poisson a sa répercussion sur le développement des structures osseuses.

Nous voyons cependant quelques objections à cette hypothèse. En acceptant comme vrai l'âge l'indiqué par les écailles, nous en arrivons, immédiatement après la maturation sexuelle, à un taux de mortalité qui semble trop élevé (Figure 5A). Si les écailles nous conduisent à des résultats aussi douteux, il semble qu'il faille, de même, mettre en doute leur valeur.

D'autre part, si les touladis du lac Mastassini inscrivaient plus d'une marque de croissance par année, ne devrait-on pas trouver, chez les poissons d'une même classe d'âge scalaire, à peu près le même nombre de marques supplémentaires sur les otolithes? Tous, en effet, ont été plus ou moins soumis aux mêmes facteurs pouvant affecter leur croissance. Pourtant les otolithes des

poissons dont les écailles portent 6 annuli, par exemple, ont inscrit de 6 à 24 marques de croissance (Tableau VII). Pour admettre cette hypothèse, il faut conclure que les zones de croissance s'inscrivent de façon plutôt incohérente sur les otolithes; ou mieux, que chaque individu répond de façon tout à fait particulière aux facteurs du milieu qui peuvent affecter sa croissance, et que les otolithes en perçoivent le contrecoup de façon tout à fait particulière aussi. Cela est inadmissible. Lorsqu'il s'agit des écailles, tous les poissons d'une même population portent généralement le même faux annulus; c'est pourquoi on s'attendrait à les retrouver aussi sur tous les otolithes de poissons qui ont vécu dans des conditions analogues.

Une autre objection se pose encore. Si nous admettons que les écailles enregistrent exactement l'âge des touladis et que d'autre part, les femelles ont une année de repos après deux années de reproduction, tel que nous l'avons vu précédemment, il faudrait alors conclure que les touladis femelles peuvent être adultes à 5 ans et même à 4 ans. En effet, nous disions précédemment avoir trouvé des oeufs mûrs chez des touladis de 6 à 8 ans dont les gonades n'étaient pas développées. De sorte que ces femelles seraient devenues adultes entre 4 et 6 ans, auraient frayé deux années consécutives, et auraient été capturées pendant leur année de repos. Or, il semble peu probable, avec les données que nous avons, que des femelles soient déjà adultes à 4 ans et même à 5 ans. D'autre part, il est à noter que tous les otolithes de ces quelques touladis, sauf dans un cas où ils indiquent 17 ans, sont illisibles à cause du trop grand nombre de marques de croissance: ces touladis pourraient donc être beaucoup plus âgées que ne l'indiquent leurs écailles.

Conclusions

Aucune de ces deux hypothèses n'est vérifiable avec les données que nous avons en main. D'ailleurs, il n'est pas impossible que les deux comportent une part de vérité à la fois, c'est-à-dire, qu'il y ait arrêt de croissance du poisson et de l'écaille, et qu'en même temps les otolithes enregistrent fréquemment plus d'une marque annuelle de croissance.

Le moyen de vérification le plus efficace consisterait en un marquage intensif de touladis avec recaptures sur une période de quelques années. La comparaison des écailles prélevées au moment de l'étiquetage et au moment de la recapture permettrait de voir si ces dernières ont enregistré exactement le nombre d'années écoulées entre ces deux événements. L'orchestration d'une telle opération d'étiquetage sortait malheureusement des cadres de ce travail. Quant aux otolithes, on ne pourra voir si leurs marques de croissance sont annuelles que par le marquage et la recapture de touladis d'âge connu, ou par une méthode permettant de marquer la marge de l'otolithe au moment d'une

première capture. De telles méthodes existent présentement pour marquer la marge des écailles (Fry, Cucin et Kennedy, 1960; Hijama et Ichikawa, 1952; Van Coillie, 1967) et il n'y a pas de raison pour qu'une telle technique ne puisse être appliquée aux autres structures osseuses comme les otolithes (Jensen et Cumming, 1967).

Dans le cas de la Touladi du lac Mistassini, nous avons donc constaté qu'il existe une différence marquée entre l'âge scalaire et l'âge otolithique pour les mêmes poissons, et entre les courbes de croissance dérivées de ces deux techniques. Nos explications ne sont encore qu'à l'état d'hypothèse, mais un fait important demeure, c'est cet écart entre les résultats obtenus à partir de deux techniques reconnues comme classiques. Nous restons perplexes en constatant que, dans les nombreuses études qui ont été faites sur la touladi, surtout dans les Grands Lacs, seules les écailles ont été utilisées pour la détermination de l'âge. Seul Bulkley (1960) met en parallèle écailles et rayons branchiostèges, et à notre connaissance, nulle part il n'est fait mention des otolithes.

Références

- BULKLEY, R. V., 1960. Use of branchiostegal rays to determine age of lake trout, *Salvelinus namaycush* (Walbaum). *Trans. Am. Fish. Soc.*, **89** (4): 344-350.
- CABLE, L. E., 1956. Validity of age determination from scales, and growth of marked Lake Michigan lake trout. *Fishery Bull. Fish. Wild. Serv. U.S.*, **57** (107): 1-59.
- CUERRIER, J. P. and F. H. SCHULTZ, 1957. Studies of lake trout and common whitefish in Waterton Lakes National Park, Alberta. *Wild. Mgmt Bull., Ottawa, Ser. 3* (5), 41 p.
- DUBOIS, A., et R. LAGUEUX, 1966. Âge et croissance de la Touladi (*Salvelinus namaycush*) du lac Mistassini, Québec. *Annales ACFAS*, **32**: 72-73.
- FRY, F. E. J., D. CUCIN, J. C. KENNEDY and A. PAPSON, 1960. The use of lead versanate to place a time mark on fish scales. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **86**: (2): 149-153.
- HIJAMA, Y. and R. ICHIKAWA, 1952. A method to mark the time in the scale and other hard tissues of fishes to see their growth. *Jap. J. Ichthyol.*, **2**: 156-157.
- HUBBS, C. L. and K. F. LAGLER, 1947. Fishes of the Great Lakes région. *Bull. Cranbrook Inst. Sci.*, **26**, 186 p.
- JENSEN, A. C. and K. B. CUMMING, 1967. Use of lead compounds and tetracycline to mark scales and otoliths of marine fishes. *Progve Fish Cult.*, **29** (3): 166-167.
- KOHLER, A. C. and J. R. CLARKE, 1958. Haddock scale - otolith comparisons. *J. Fish Res. Bd. Can.*, **15** (6): 1239-1246.
- LE JEUNE, R., 1962. Rapport sur l'inventaire ichthyologique du lac Mistassini, 1961. *Manuscrit Serv. Faune Québ.*, 31 p.
- LE JEUNE, R., 1964. Inventaire ichthyologique du lac Mistassini. *Dans Travaux en cours en 1963. Rapp. Serv. Faune Québ.*, **3**: 349-422.

- LE JEUNE, R., 1967. L'ombre chevalier anadrome du Kagnersoualloudjouark. *Bull. Serv. Faune Québ.*, **10**, 45 p.
- MARTIN, N. V., 1952. A study of lake trout (*Salvelinus namaycush*), in two Algonquin Park, Ontario, lakes. *Trans. Twentieth N. Am. Wild. Conf.*: 263-271.
- MARTIN, N. V., 1957. Reproduction of lake trout in Algonquin Park, Ontario. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **86**: 231-244.
- MILLER, R. B. and W. A. KENNEDY, 1948. Observations on the lake trout of Great Bear Lake. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **7** (4): 176-189.
- NORDENG, H., 1961. On the biology of Char (*Salmo alpinus* L.) in Salangen, North Norway. I— Age and spawning frequency determined from scales and otoliths. *Nytt Mag. Zool.*, **10**: 67-123.
- RAWSON, D. S., 1959. Limnology and fisheries of Cree and Wollaston Lakes in Northern Saskatchewan. *Fishery Rep. Dep. nat. Resour. Sask.*, **4**, 73 p.
- RAWSON, D. S., 1961. The lake trout of lac la Ronge, Saskatchewan. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **18** (3): 423-462.
- ROYCE, W. F., 1951. Breeding habits of lake trout in New York. *Fishery Bull. Fish Wild. Serv. U.S.*, **52**: 59-76.
- SMITH, S. H., 1954. Method of producing plastic impressions of fish scales without using heat. *Progve Fish Cult.*, **16** (2): 75-78.
- VAN COILLIE, R., 1967. Étude à l'aide de tétracyclines de la croissance périodique des écailles de téléostéens. *Naturaliste can.*, **94** (1): 29-58.

CHANGEMENTS CYCLIQUES ANNUELS SE PRODUISANT DANS LES OVAIRES DE *PERCA FLUVIATILIS FLAVESCENS* (MITCHILL) DE LA RÉGION DE MONTRÉAL

ANGELO MALSERVISI et ETIENNE MAGNIN

Département des Sciences Biologiques, Université de Montréal.

Résumé

L'examen macroscopique et microscopique des ovaires de *Perca fluviatilis flavescens* adultes prises régulièrement durant une année complète a permis de décrire 11 stades de développement des ovocytes (I à XI) et 7 stades de développement des ovaires (1 à 7) et leur apparition au cours des différents mois de l'année. L'évolution du rapport gonosomatique vient compléter et confirmer ces résultats. Quelques conclusions d'ordre biologique et écologique sont tirées de ces observations.

Abstract

The cyclical changes in the activity of the ovaries of adult *Perca fluviatilis flavescens* (Mitchill) have been studied over a period of one year by macroscopical and histological methods. The annual ovarian cycle is divided into seven stages (1 to 7), the cyclical changes in the oocytes into eleven stages (I to XI) and the sequence of these stages during the year has been described. The yearly fluctuations in the gonad body-weight ratio complete and confirm these results. Biological and ecological conclusions have been deduced from this study.

Introduction

De nombreux auteurs, depuis le début du XIXe siècle, ont décrit les cycles de reproduction de divers poissons tant dulcicoles que marins. La littérature portant sur les poissons d'eau douce du Canada et du Québec est cependant encore très limitée. D'autre part, un seul auteur, à notre connaissance (Turner, 1919) s'est intéressé aux changements cycliques des glandes génitales de *Perca fluviatilis flavescens* (Mitchill) mais il s'est cantonné à la description des testicules. Nous nous proposons, dans cette étude, de décrire en détail les changements que subissent les ovaires et les ovocytes de la Perchaude *Perca fluviatilis flavescens* entre deux frayes successives. En plus de son intérêt théori-

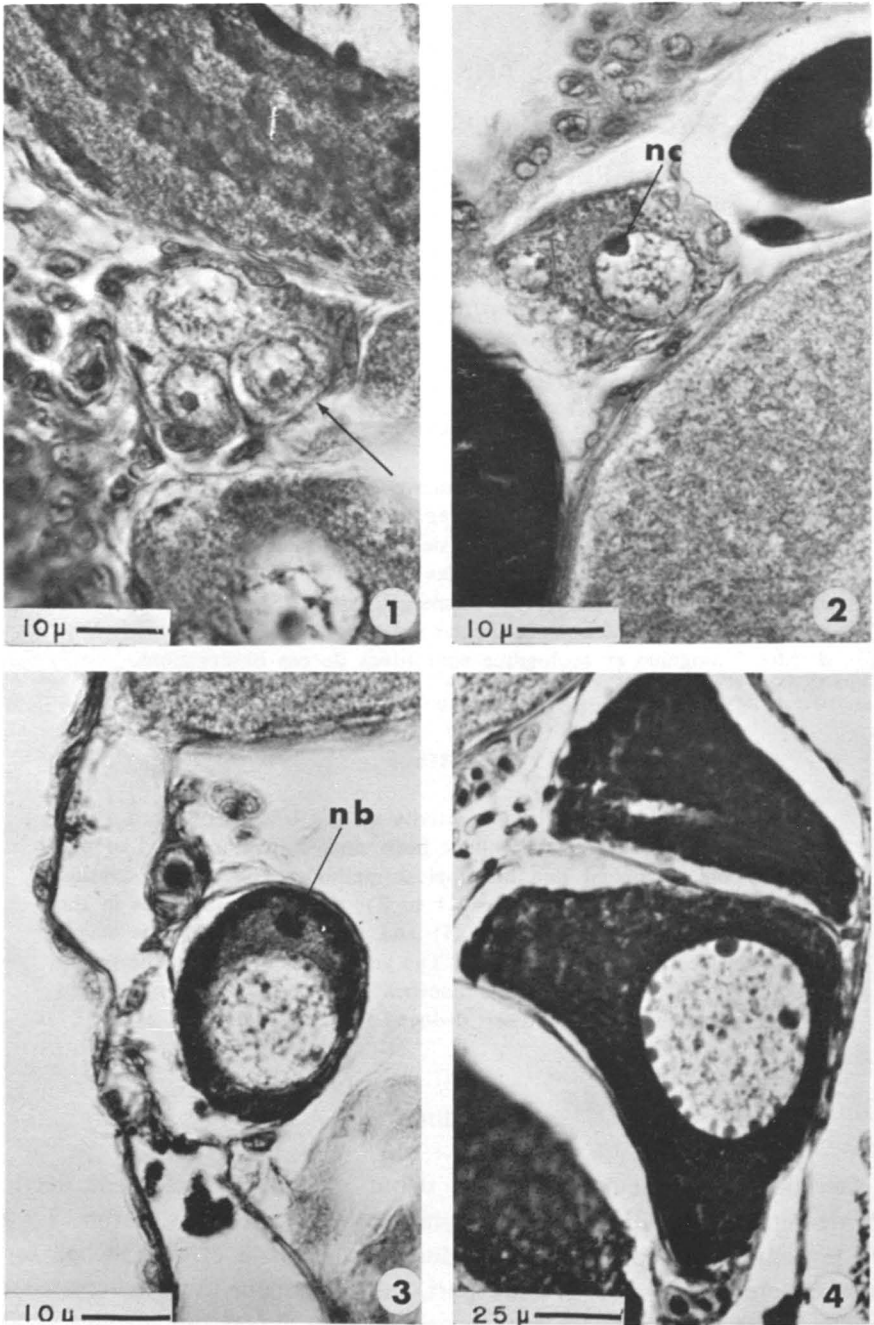


PLANCHE I. 1. La flèche indique un nid d'ovocyte du stade I. - 2. Ovocyte du stade II. - 3. Ovocyte du stade III. - 4. Ovocyte du stade IV.

Légende: nb, noyau de Balbiani; nc, nucléole.

que, cette étude présente un intérêt pratique pour l'aménagement et la conservation de la faune piscicole comme l'ont démontré dernièrement Steopoe, Nicolau et Christian (1967).

Après un bref aperçu du matériel et des méthodes employées, nous décrivons tout d'abord les différents stades cytologiques par lesquels passent les ovocytes; nous décrivons ensuite les différents stades morphologiques et anatomiques par lesquels passent les ovaires tout entiers; nous donnerons ensuite une représentation schématique du cycle annuel des ovaires et des ovocytes; nous décrivons aussi brièvement l'évolution du rapport gonosomatique au cours de l'année et enfin, en guise de conclusion, nous verrons les conséquences écologiques qui découlent du cycle des ovaires.

Matériel et méthodes

Les *Perca fluviatilis flavescens* qui ont servi à cette étude, ont été capturées durant tous les mois de l'année dans les eaux de la Baie de Carillon, un élargissement de la rivière Outaouais situé à 74° 18' de longitude ouest et 45° 31' de latitude nord.

Chaque poisson fut pesé et mesuré. Les ovaires enlevés ont été pesés et fixés dans le Bouin aqueux. Les coupes histologiques ont été colorées à l'hématoxyline de Weigert, au Ponceau fuschine et au vert lumière. Un P.A.S. fut utilisé occasionnellement pour mettre en évidence les membranes ovocytaires.

Le rapport gonosomatique (R.G.S.) est défini comme le quotient entre le poids des gonades et le poids total du corps exprimé en %.

Stades de développement des ovocytes

Après la fraye, les ovaires possèdent déjà des ovocytes prêts à commencer un nouveau cycle sexuel. Ce stock de réserve s'est formé à partir de l'épithélium germinatif. Nous décrivons ici, non seulement le développement des ovocytes déjà existants et se dirigeant vers la maturité mais aussi le développement des jeunes cellules qui forment le stock de réserve. Nous avons défini ainsi onze stades qui seront désignés par les chiffres romains I à XI.

STADE I. TRÈS JEUNES OVOCYTES.

À ce stade, les ovocytes sont très petits; leur diamètre varie entre 8 et 15 microns. (Planche I, 1) Ces cellules sont appelées ovogonies par certains auteurs (Hann, 1927; Gokhale, 1957; Cooper, 1952). Nous leur préférons le

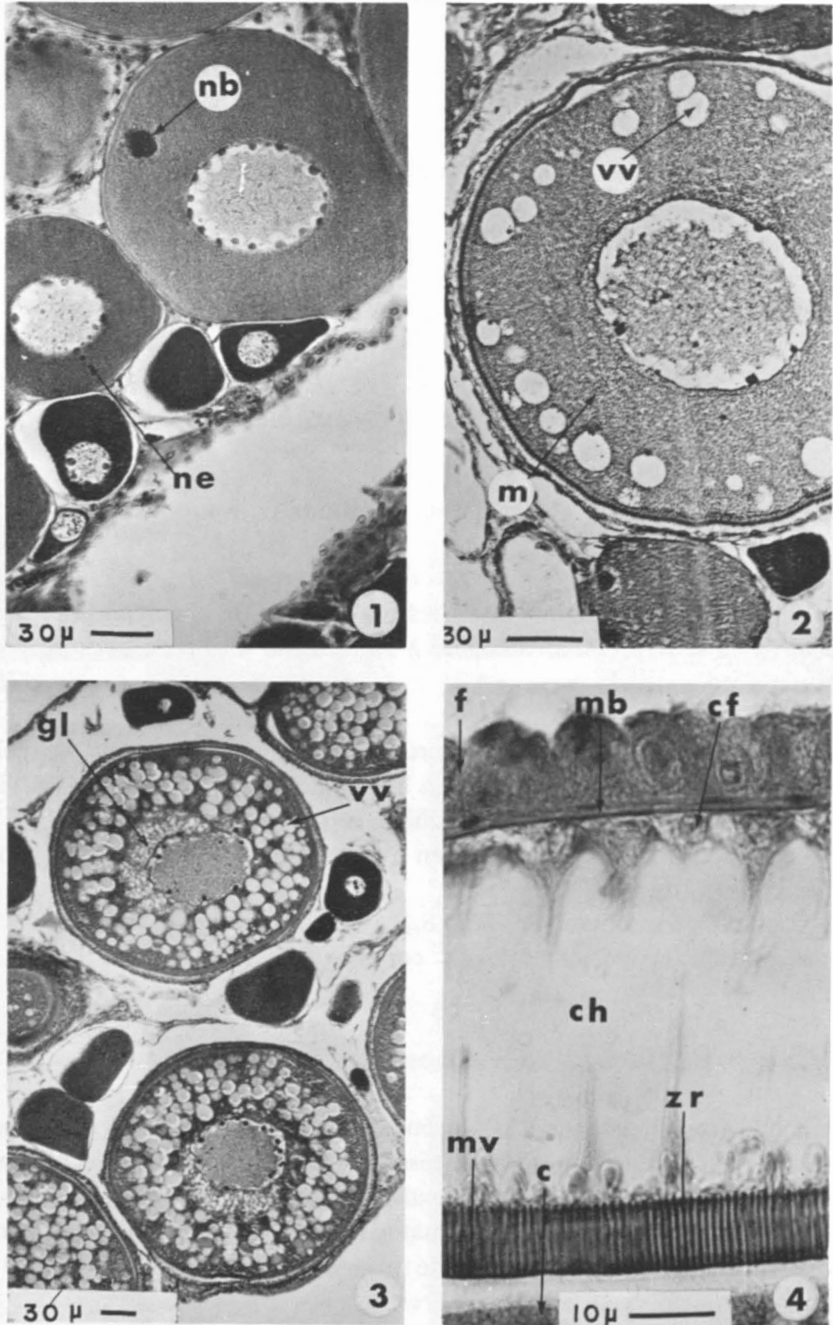


PLANCHE II. - 1. Ovocyte du stade V. - 2. Ovocyte du stade VI. - 3. Ovocyte du stade VII.
- 4. Membrane cellulaire d'un ovocyte du stade VIII.

Légende: c, cytoplasmes; cf, cellules folliculeuses; ch, couche hyaline; f, follicule;
gl, gouttelettes lipidiques; m, mitochondries; mb, membrane basale; mv, membrane
vitelline; nb, noyau de Balbiani; ne, nucléole expulsé; vv, vésicule de vitellus; zr, zona
radiata.

terme d'ovocytes précédemment employé par James (1946), Yamamoto (1956a, 1956b) et Bara (1960). La membrane ovocytaire est très mince et plus ou moins visible au microscope. Le cytoplasme est très réduit et peu basophile. La plus grande partie de la cellule est occupée par le noyau que nous allons décrire plus en détail. Le noyau, en coupe, est de forme sphérique ou ellipsoïdale et entouré d'une membrane bien distincte. Le nucléoplasme réagit très peu aux colorants basiques. Le noyau renferme un gros nucléole sphérique et basophile. De ce nucléole part un réseau de chromatine qui s'étend d'abord régulièrement jusqu'à la périphérie du noyau. Les filaments de chromatine vont ensuite se resserrer puis s'agglomérer les uns aux autres pour former finalement une masse qui se situe à l'opposé du nucléole. Cette transformation, appelée *synzeisis* par Hann (1927), est, d'après cet auteur, une caractéristique des cellules sexuelles femelles par rapport aux cellules sexuelles mâles. Ce phénomène a été observé aussi par Bara (1960) chez *Scomber scomber* et par Yamamoto (1956a) chez *Liopsetta obscura*.

STADE II. DISPERSION DE LA CHROMATINE.

Le diamètre des ovocytes de ce stade varie entre 20 et 30 microns (Planche I, 2). La membrane ovocytaire est plus visible qu'au stade précédent; le cytoplasme a une plus grande affinité aux colorants basiques; le noyau sphérique plus gros ne contient qu'un seul gros nucléole comme au stade I. Le changement le plus important à ce stade affecte la chromatine; d'abord agglomérée en une masse sphérique, la chromatine va se disloquer et se disperser dans tout le noyau. Enfin, les chromosomes s'épaississent et s'enroulent en spirale; ils ont une plus grande affinité aux colorants basiques et deviennent ainsi beaucoup plus visibles.

STADE III. APPARITION DU NOYAU DE BALBIANI SECONDAIRE.

Les ovocytes de ce stade ont un diamètre qui varie entre 30 et 60 microns (Planche I, 3). La membrane cellulaire n'est plus simple, mais double et P.A.S. positive; d'après Stahl et Leray (1961) la plus externe est la membrane basale et la plus interne est la membrane profonde ou limitante. La caractéristique la plus frappante de ce stade est l'apparition, dans le cytoplasme, d'une plage sphérique et très basophile que nous nommerons d'après Hibbard et Parat (1928) le « noyau de Balbiani secondaire ». D'après les travaux de ces deux auteurs sur les ovocytes de la Perche et de l'Épinochette, ce noyau de Balbiani secondaire n'est qu'un vestige du corps de Balbiani primordial qui est formé par un groupement de mitochondries et de chondriocontes courts. Au début de ce stade, le noyau ne contient encore qu'un ou quelquefois deux nucléoles. Vers la fin, par contre, apparaissent plusieurs nucléoles dont l'un cependant demeure toujours plus volumineux. Nous constatons, après Bara (1960), Yamamoto (1956b) et James (1946), que les nucléoles apparaissent d'abord au nombre de quatre.

STADE IV. NUCLÉOLE PÉRIPHÉRIQUE.

À ce stade, les ovocytes ont perdu leur forme plus ou moins sphérique pour devenir polyédriques. (Planche I, 4) Leur plus grand diamètre varie de 60 à 100 microns. Les membranes ovocytaires sont les mêmes qu'au stade précédent, mais on aperçoit entre la basale et la profonde un espace contenant quelques cellules folliculeuses, très minces et très allongées. Le cytoplasme de ces ovocytes est très basophile; cette basophilie, signalée aussi par d'autres auteurs (Cooper, 1952; Bara, 1960) rend invisible le corps de Balbiani secondaire du moins avec les techniques de coloration que nous avons employées. Le noyau, de forme ronde ou ovale, possède de nombreux nucléoles basophiles disposés en périphérie. Le centre est occupé par de fines granulations et par les « lamp-brush chromosomes » signalés par de nombreux auteurs.

STADE V. NOYAU DE BALBIANI SECONDAIRE PÉRIPHÉRIQUE.

Le diamètre des ovocytes varie entre 130 et 200 microns (Planche II, 1). Leur contour a toujours une forme polyédrique. Les membranes ovocytaires sont, en allant de l'extérieur vers l'intérieur: la membrane basale; la membrane folliculeuse plus épaisse, mesurant environ 2 microns avec des cellules plus grosses et plus nombreuses et la membrane profonde. Sous cette dernière, le cytoplasme forme une zone striée de 3.5 microns d'épaisseur. Tout le reste du cytoplasme est beaucoup moins basophile qu'au stade IV; il contient cependant d'innombrables petits granules très basophiles qui peuvent être les mitochondries résultant de la dissolution du noyau de Balbiani primordial. Ce qui est caractéristique à ce stade c'est la réapparition et la position du noyau de Balbiani secondaire qui se présente sous la forme d'une sphère très basophile et située en périphérie du cytoplasme. On a trouvé aussi des nucléoles expulsés du noyau situé au centre de l'ovocyte.

Le noyau, situé au centre de l'ovocyte, a une forme sphérique; son diamètre est égal à la moitié de celui de l'ovocyte. Les nucléoles sont encore périphériques, mais ils subissent des modifications caractéristiques; ils se sont aplatis du côté de la membrane nucléaire et ils émettent des évaginations vers le cytoplasme; des nucléoles voisins peuvent se relier entre eux par le même procédé; James (1946) et Yamamoto (1956) ont remarqué le même phénomène. Le nucléoplasme renferme encore les « lamp-brush chromosomes » avec leur arrangement typique en Y ou en I beaucoup plus visible qu'au stade précédent.

STADE VI. FORMATION DES VÉSICULES DE VITELLUS.

Au début de ce stade, les ovocytes ont un diamètre variant entre 170 et 210 microns, mais à la fin ils atteignent facilement 300 microns (planche II, 2). On distingue quatre membranes: la basale; la folliculeuse de 3 microns d'é-

paisseur avec cellules folliculeuses plus ovoïdes et plus nombreuses vers la fin du stade; la *zona radiata* de deux microns d'épaisseur d'abord homogène et ensuite striée et enfin la membrane vitelline. L'absence de striation initiale de la *zona radiata* a été aussi observé chez *Liopsetta obscura* (Yamamoto, 1956a), chez *Cottus bairdii* (Hann, 1927), chez *Gadus merlangus* et *Gadus esmarkii* (Gokhale, 1967); elle est par contre striée dès le début chez *Mugil capito* et *Mugil cephalus* (Stahl et Leray, 1961).

Dans le cytoplasme sous-jacent nous retrouvons une zone striée de 3 microns. Des vésicules de vitellus dont le diamètre varie entre 2 et 22 microns se forment d'abord en périphérie; leur nombre augmente ensuite et finalement tout le cytoplasme en est rempli; les plus grosses vésicules se trouvent près du noyau. Celui-ci a la même structure qu'au stade précédent. La seule différence est qu'il a perdu son contour régulier; sa membrane présente de petites ondulations.

STADE VII. FORMATION DES LIPIDES.

La taille des ovocytes varie entre 320 microns et 400 microns (planche II, 3). Les membranes ovocytaires ne diffèrent de celles du stade précédent que par l'apparition, sous la couche de cellules folliculeuses maintenant moins nette, d'une couche gélatineuse, hyaline, traversée de canalicules et formant avec la précédente une assise de 10 microns d'épaisseur; les canalicules de la couche hyaline sont en contact avec ceux de la *zona radiata* par un système de ramifications. La *zona radiata* mesure maintenant 3 microns. Dans le cytoplasme, encore rempli de vésicules de vitellus, des petites gouttes lipidiques se forment dans les sinuosités de la membrane nucléaire; nous avons parfois remarqué après Bara (1960) et Yamamoto (1956a), la fusion de certaines gouttelettes en une masse homogène s'isolant d'un seul côté du noyau. Dans le noyau devenu très irrégulier, les nucléoles perdent souvent leur arrangement périphérique et se dispersent dans le nucléoplasme; ils sont alors très petits, sphériques et très basophiles. L'ensemble du noyau devient aussi plus basophile qu'au stade précédent.

STADE VIII. FORMATION DES GLOBULES DE VITELLUS.

Les ovocytes ont un diamètre variant entre 420 et 530 microns au début du stade et de 850 microns à la fin. Les membranes ovocytaires (planche II, 4) sont les mêmes mais l'épaisseur de la couche hyaline et de la *zona radiata* augmente sensiblement; la couche hyaline en particulier passe de 10 à 55 microns. Vers la fin du stade, la zone périphérique striée du cytoplasme disparaît. Des globules de vitellus se forment entre les vésicules vitellines et la couche périnucléaire de gouttes lipidiques devenue plus large (planche III, 1 et 2); ces globules se multiplient et migrent vers le noyau. Les vésicules de vitellus se

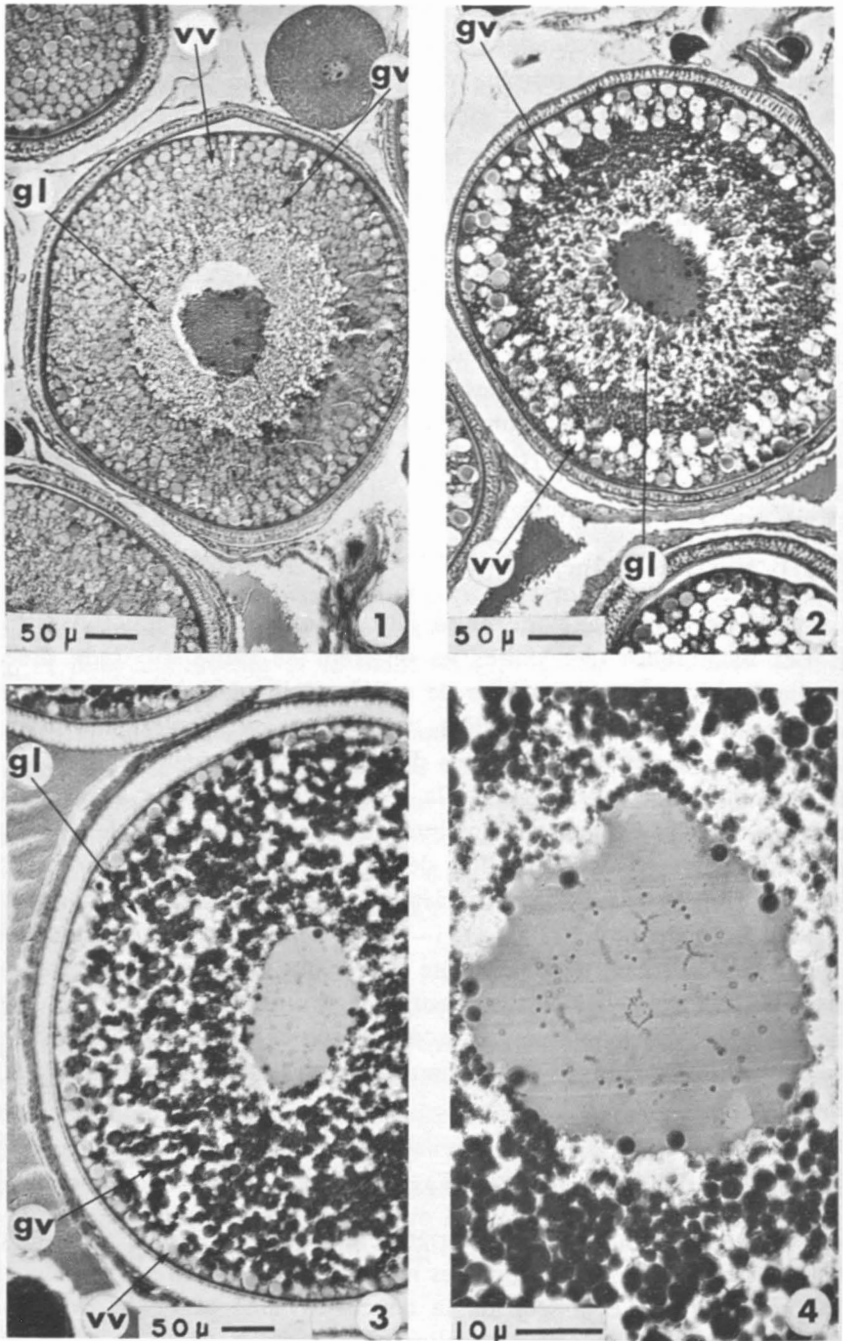


PLANCHE III. - 1. Ovocyte du début du stade VIII. - 2. Ovocyte du milieu du stade VIII. - 3. Ovocyte de la fin du stade VIII. - 4. "Lamp-brush chromosomes" dans le noyau d'un ovocyte de la fin du stade VIII.

Légende: gl, gouttelettes lipidiques; gv, globule de vitellus; vv, vésicule de vitellus.

retirent par contre vers la périphérie. A la fin du stade, tout le cytoplasme est rempli de globules de vitellus entre lesquels se trouvent les gouttes de lipide; il ne reste plus, en périphérie, qu'une seule rangée de vésicules de vitellus (planche III, 3) que certains auteurs appellent encore alvéoles corticaux. Dans le noyau plus basophile, les nucléoles périphériques ont une allure vésiculée. Dans le nucléoplasme, une grande quantité de petites sphérules entourent les « lamp-brush chromosomes » (planche III, 4).

STADE IX. OVOCYTE AVANT LA MIGRATION DU NOYAU.

Le diamètre des ovocytes se situe entre 1,000 et 1,100 microns. Les membranes ovocytaires sont identiques à celles décrites au stade précédent. Les globules de vitellus se fusionnent en partie pour former finalement une masse homogène. Le cytoplasme présente des plages dépourvues de vitellus: ce sont des gouttes de lipide (planche IV, 1); dans certains cas, il n'y a qu'une seule plage très grande. Le noyau est alors en début de migration vers le pôle animal de l'oeuf (planche IV, 2). En périphérie se trouve encore l'assise de vésicules de vitellus ou alvéoles corticaux. Le noyau de forme irrégulière renferme de petits nucléoles très basophiles, apparemment vésiculés et dispersés à travers toute sa masse. Il contient de plus une grande quantité de petits corpuscules moins basophiles que les nucléoles.

STADE X. OVOCYTE À NOYAU PÉRIPHÉRIQUE.

Le diamètre des ovocytes de ce stade demeure inchangé (planche IV, 3). Les membranes cellulaires sont les mêmes que celles décrites au stade VIII; la couche hyaline mesure maintenant de 80 à 110 microns et la *zona radiata* a de 10 à 13 microns d'épaisseur. Le micropyle apparaît à ce stade (planche IV, 4); il se présente d'abord comme une dépression en forme d'entonnoir, creusé dans la couche hyaline de l'oeuf; le sommet de cet entonnoir se continue par un fin canalicule creusé dans la *zona radiata*; Chevey (1925) a remarqué la même disposition chez *Perca fluviatilis*; un oeuf pondu et coloré à l'hématoxyline, nous a montré qu'extérieurement, cet entonnoir est formé par 6 ou 7 petites dépressions groupées en cercle. Le noyau est maintenant complètement périphérique et situé au pôle animal; il est entouré par une zone homogène de vitellus. Le pôle végétal ne contient généralement qu'une seule grosse goutte lipidique mais il n'est pas rare cependant d'en trouver plusieurs.

STADE XI. OEUF À LA PONTE.

Avant la ponte les oeufs mesurent environ 1.7 mm. Ils sont sphériques bien que plus ou moins aplatis au contact des autres oeufs. La membrane hyaline mesure entre 150 et 200 microns. La *zona radiata* de 15 microns environ surmonte la mince membrane vitelline. Le cytoplasme, réduit à une fine couche au pôle végétal s'élargit en forme de lentille au pôle animal; il englobe en pé-

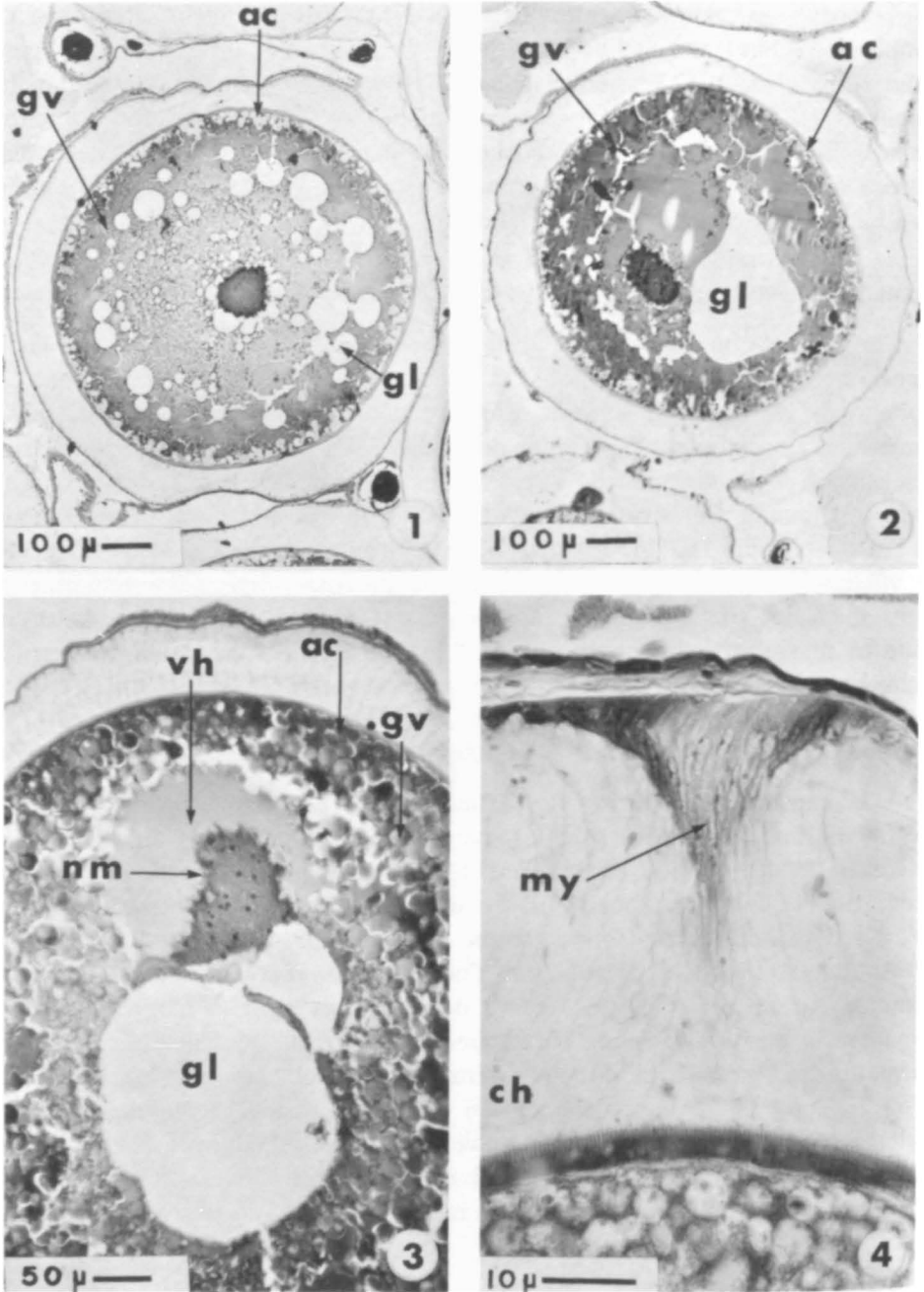


PLANCHE IV. - 1. Ovocyte du début du stade IX. - 2. Ovocyte du stade IX avec noyau en début de migration. - 3. Ovocyte du stade X, avec noyau périphérique. - 4. Micropyle d'ovocyte du stade X.

Légende: ac, alvéole cortical; ch, couche hyaline; gl, goutte lipidique; gv, globule de vitellus; my, micropyle; nm, noyau en migration; vh, vitellus homogène.

riphérie une assise d'alvéoles vitellins corticaux; dans la masse de vitellus presque toujours homogène, il y a une grosse goutte lipidique dont le diamètre varie entre 210 microns et 240 microns ou plusieurs gouttes plus petites.

Dès que l'oeuf a été déposé dans l'eau (planche V), la membrane gélatineuse augmente de volume et finalement l'oeuf mesure 2.5 mm de diamètre; cette couche gélatineuse ou coque de l'oeuf atteint une épaisseur d'environ 500 microns; il a donc subi un accroissement d'épaisseur considérable. Les autres membranes cellulaires n'ont pas changé. La grosse goutte lipidique a augmenté de diamètre et elle mesure maintenant environ 500 microns. La différenciation bipolaire prononcée qui se produit alors modifie l'aspect de l'oeuf: la couche de cytoplasme s'est ramassé en une seule zone en forme de lentille appelée plasmogermatif; le reste de l'oeuf proprement dit demeure inchangé. La formation d'un espace périvitellin dû à la libération du liquide des alvéoles corticaux et à l'afflux d'eau à l'intérieur de la coque ne change pas l'aspect de l'oeuf, mais augmente son diamètre et sert à établir l'équilibre osmotique entre le milieu intérieur et le milieu extérieur.

Stades de développement des ovaires

STADE 1. OVAIRE AU REPOS.

L'ovaire est alors légèrement transparent et, à l'aide d'une loupe, on peut distinguer les ovocytes. Sa coloration est jaunâtre, sa vascularisation externe est très peu marquée et son poids ainsi que sa taille sont réduits. Une coupe histologique transversale montre que la *tunica albuginea* est épaisse bien qu'il y ait de grandes variations individuelles allant de 174 à 425 microns. Les ovocytes sont aux stades I, II, III, IV et V.

STADE 2. OVAIRE EN DÉBUT DE MATURATION.

Les ovaires ont augmenté en poids et en volume. Certains sont encore transparents et peu vascularisés; d'autres par contre, montrent une plus grande vascularisation qui leur donne une légère teinte jaune rougeâtre. La *tunica albuginea* ne mesure plus que de 125 microns à 160 microns. Les lamelles ovigères sont plus épaisses du fait de l'augmentation du diamètre des ovocytes; leur épaisseur varie entre 300 et 500 microns. Le stroma ovarien (Busson-Mabillot, 1967) est un tissu conjonctif lamellaire; il est moins abondant qu'au stade 1. Les ovocytes sont en général au stade VI et VII mais il y a encore des ovocytes des stades I à V.

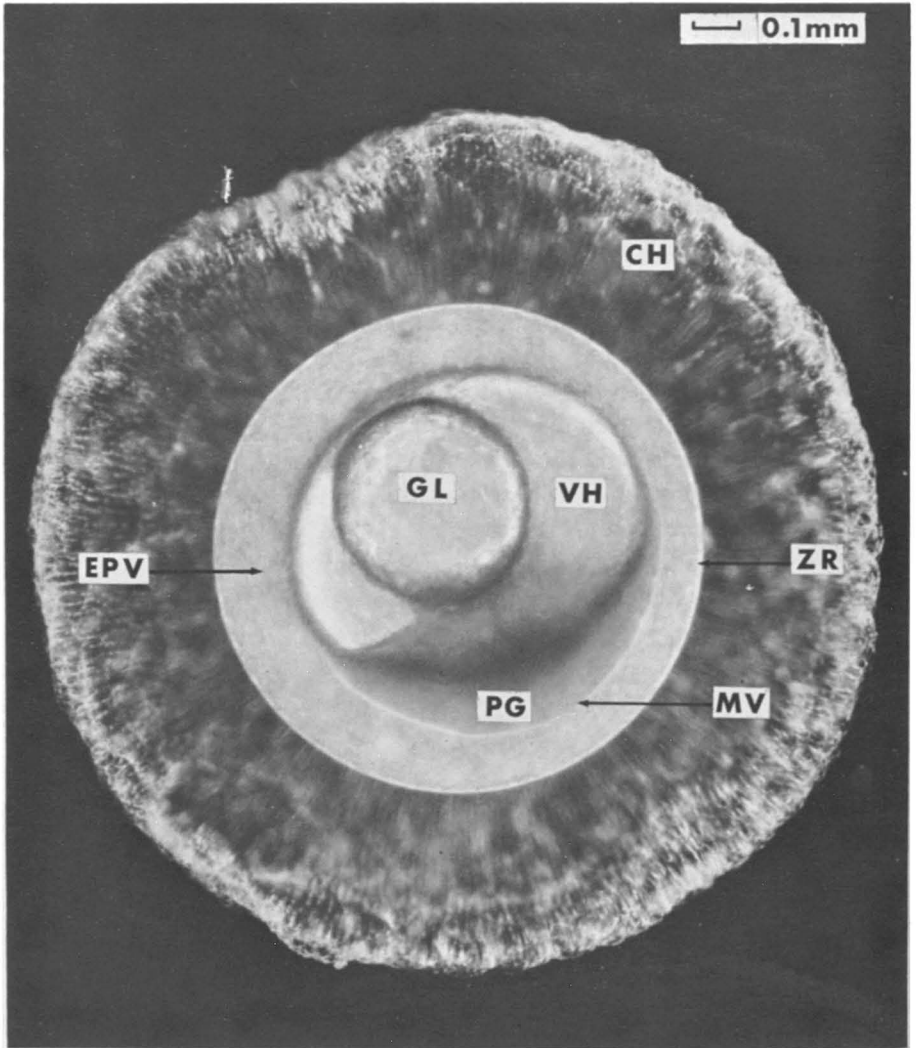


PLANCHE V. Oeuf à maturité après contact avec l'eau. gh: couche hyaline; epv: espace périvitellin; gl: goutte de lipide; mv: membrane vitelline; pg: plasme germinatif; vh: vitellus homogène; zr: zona radiata.

STADE 3. OVAIRE À MATURITÉ PLUS AVANCÉE.

Les ovaires ont encore augmenté en poids et en volume. Leur coloration est jaune rosée, due à une vascularisation abondante; certains cependant sont encore peu vascularisés. Les ovocytes sont visibles à l'oeil nu sous la *tunica albuginea*. Celle-ci ne mesure plus que de 65 à 120 microns. Les lamelles ovigères sont resserrées les unes contre les autres. Le tissu conjonctif est très réduit. On y rencontre des ovocytes aux stades VII et VIII, mais aussi des ovocytes aux stades I à V; il n'y a plus d'ovocyte au stade VI.

STADE 4. OVAIRE EN PRÉ-FRAYE.

À ce stade les ovaires diffèrent peu de ceux du stade précédent; ils sont cependant plus volumineux et occupent toute la cavité abdominale, comprimant même les organes qui s'y trouvent. Ils ont une coloration rouge du fait de leur riche vascularisation. La *tunica albuginea* a une épaisseur allant de 20 microns à 105 microns. Les ovocytes sont la plupart aux stades IX et X. Entre ces gros ovocytes, il y a encore de petits ovocytes appartenant aux stades I à V; les ovocytes des stades VI à VIII sont absents dans ces ovaires.

STADE 5. OVAIRE AU TEMPS DE LA PONTE.

Juste avant la ponte, l'ovaire ne diffère pas macroscopiquement du précédent, si ce n'est par sa coloration, laquelle est encore plus rouge. La *tunica albuginea* transparente laisse voir tous les oeufs prêts à être pondus. L'ovaire distendu exerce alors une forte pression sur la paroi abdominale et une papille génitale apparaît entre l'anus et le pore urinaire.

La ponte n'ayant pu être observée sur le terrain pour des raisons climatiques, nous avons réalisé les conditions extérieures de température et de luminosité dans un aquarium dans lequel nous avons mis onze femelles et quatre mâles. Nous avons augmenté la température depuis 4°C, selon les instructions de Pearse et Achtenberg (1918). C'est au moment où la température a atteint 14°C, que nous avons observé les pontes. Sur les onze femelles, sept ont pondu. Nous avons pu observer deux pontes qui se sont produites durant le jour: la femelle s'isole des autres, puis, à l'aide de contractions abdominales, elle expulse les oeufs tout en se déplaçant un peu en avant et en arrière. La ponte dure environ deux heures et demie. Les cylindres gélatineux qui entourent les oeufs mesuraient, étirés, de 80 cm à 90 cm et pesaient de 49 g à 80 g.

Nous avons calculé le nombre d'oeufs pondus par les Perchaudes de la Baie de Carillon en comptant le nombre d'oeufs contenus dans une portion de l'ovaire et en évaluant le nombre total par une règle de trois. Nous avons obtenu une moyenne de 19,740 oeufs pour 15 ovaires, les extrêmes allant de 10,400 à 36,900 pour des femelles pesant de 90 grammes à 249 grammes. Nous avons calculé que chaque gramme d'ovaire renfermait en moyenne 952 oeufs et que, pour un gramme de Perchaude *in toto*, il y avait 134 oeufs.

STADE 6. OVAIRE IMMÉDIATEMENT APRÈS LA PONTE.

Après la ponte, les ovaires sont flasques et ils ont pris une teinte jaunâtre. La *tunica albuginea* s'est de nouveau épaissie mesurant maintenant entre 160 et 580 microns; elle émet des ramifications musculo-conjonctives qui font saillie à l'intérieur de l'ovaire entre les lamelles ovigères. Les lamelles ovigères sont

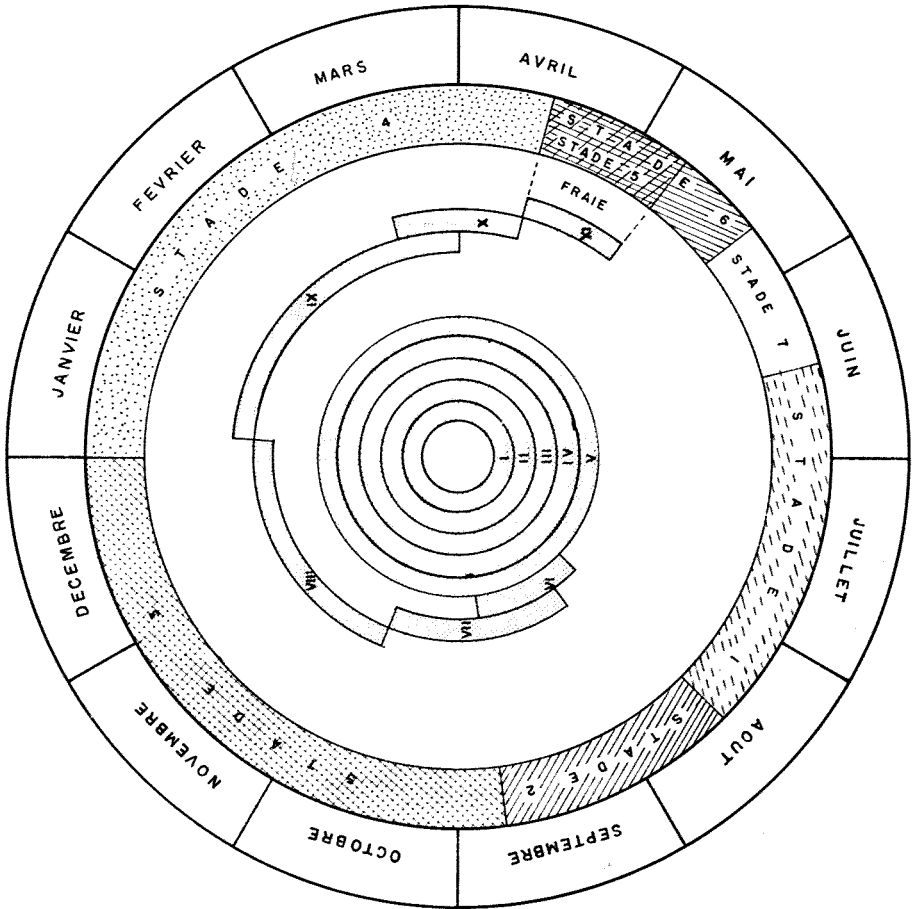


FIGURE 1. Cycle annuel des ovaires (1 à 7) et des ovocytes (I-XI) des Perchaudes femelles adultes de la Baie de Carillon.

à peine visibles; l'épithélium qui les borde est lâche et le tissu conjonctif sous-jacent possède de nombreux capillaires transversaux et longitudinaux. Il y a de nombreux follicules vides aplatis et déformés. On distingue encore des ovocytes mûrs à un degré d'atrétisme plus ou moins avancé. Les ovocytes les plus avancés qui restent sont au stade V bien que légèrement différents: leur cytoplasme est zoné en trois parties, deux zones claires entourant une zone plus sombre. Nous rencontrons aussi des ovocytes des stades I, II, III, et IV.

STADE 7. PASSAGE DE L'OVAIRE À LA PHASE DE REPOS.

Les ovaires ont encore diminué en poids et en volume; leur coloration demeure cependant inchangée. La *tunica albuginea* qui mesure de 265 à 650 microns est donc sensiblement plus épaisse qu'au stade précédent; elle envoie

encore quelques ramifications à l'intérieur de l'ovaire. Les lamelles ovigères se discernent assez facilement et présentent un arrangement caractéristique. Il ne reste presque plus de follicules vides; on voit encore cependant quelques ovocytes en dégénérescence en nombre plus ou moins grand et à un degré d'atrétisme varié suivant les ovaires. L'épithélium lamellaire est mince et le tissu conjonctif sous-jacent porte beaucoup de vaisseaux sanguins comme dans le stade précédent. Les lamelles ovigères portent des ovocytes appartenant aux stades I à V.

Déroulement dans le temps du cycle annuel

La succession au cours de l'année des différents stades des ovaires et des ovocytes est représentée schématiquement dans la figure 1. Les ovaires demeurent au stade de repos (1) de la mi-juin jusqu'à la mi-août. Ces ovaires renferment uniquement des ovocytes appartenant aux cinq premiers stades. De la mi-août jusque vers la fin septembre, les ovaires sont au stade 2 et en plus des ovocytes précédemment mentionnés, il y a des ovocytes aux stades VI et VII. L'ovaire est au stade 3 de la fin septembre à la fin décembre; il ne contient plus d'ovocytes au stade VI ni d'ovocytes au stade VII sauf au tout début de la période, mais il possède des ovocytes aux stades I à V et VIII. Durant toute la saison hivernale, du début janvier à la mi-avril, l'ovaire est au stade 4 et il renferme outre les ovocytes aux stades IX et X, ceux aux stades I à V. Les stades 5 et 6 de l'ovaire chevauchent en partie et s'étendent respectivement de la mi-avril au début de mai et de la mi-avril à la fin de mai. Le stade 5 renferme les ovocytes aux stades I à V et XI, tandis que le stade 6 ne contient que des ovocytes aux stades I à V. Le stade 7 de l'ovaire ne dure que 3 semaines et se termine vers la mi-juin; il n'y a plus alors que des ovocytes appartenant aux stades I à V.

Rapport gonosomatique

Les variations du rapport gonosomatique des Perchaudes de la baie de Carillon au cours des différents mois de l'année reflètent les variations internes des ovaires et des ovocytes. Le rapport gonosomatique moyen est maximal au cours du mois de mars où sa valeur est de 18.74%. Il subit ensuite une légère diminution en avril (17.8%) et une forte chute en mai (1.46%). Cette chute s'explique facilement par la fraye qui a lieu de la mi-avril au début de mai. Le rapport gonosomatique moyen est minimal en juin où il n'est plus que de 0.59%; cette dernière diminution s'explique par le fait que les oeufs non expulsés au moment de la fraye ont été ensuite complètement résorbés. La stabilité ou la très légère augmentation qu'on observe en juillet et août corres-

pond à la période de repos des ovaires. Le rapport gonosomatique moyen augmente ensuite brusquement et régulièrement jusqu'au mois de mars. Le début de cette augmentation correspond au début de la période d'ovogénèse intense.

Conclusion

Trois conclusions biologiques intéressantes découlent de cette étude des ovaires entre deux frayes successives; elles se rapportent au cycle de reproduction, à la période de fraye et enfin à la période de gamétogénèse intense.

La première conclusion est que la Perchaude de la baie de Carillon a un cycle de reproduction annuel. Cela est le cas de la plupart des poissons des eaux tempérées. Il y a cependant des exceptions. Nous nous contenterons de citer, parmi ces dernières, celles qui ont été observées dans le Québec. Magnin (1966) a établi que, chez les esturgeons *Acipenser fulvescens* de la rivière Nottaway, tributaire de la baie James, les femelles frayent tous les six ans seulement. Fortin (1967) a laissé entrevoir la possibilité que les Catostomes, *Catostomus commersoni*, du lac l'Assomption ne frayent pas tous les ans.

La fraye de la Perchaude commence vers la fin du mois d'avril et se termine donc au moment où la longueur des jours augmente et où l'eau commence à se réchauffer. Chez d'autres poissons comme la Lotte et les Saumons, la fraye a lieu en hiver où les jours sont courts et les eaux sont froides. D'autres poissons enfin, les Brochets et les Centrarchidés, frayent dans les eaux chaudes estivales, au moment où les jours sont les plus longs.

On peut aussi diviser les poissons en trois groupes en considérant la période où se produit l'activité gamétogénique intense. Dans un premier groupe, nous avons les poissons dont la période de gamétogénèse est intense au moment où les jours et la température augmentent; c'est le cas de *Lepomis macrochirus* (James, 1946) et *Gadus merlangus* (Gokhale, 1957). Le groupe suivant renferme les poissons dont la gamétogénèse est active durant l'été et l'automne mais qui entrent en repos à l'entrée de l'hiver; c'est le cas de *Micropterus salmoides* (James, 1946) et de *Cottus Bairdii* (Hann, 1927). Le troisième groupe renferme les poissons qui présentent une gamétogénèse intense lorsque la température et les jours diminuent; c'est le cas de divers poissons dont la Perchaude *Perca fluviatilis flavescens*.

Remerciements

Cette étude a été subventionnée par le Conseil National de Recherches du Canada. MM. Réjean Fortin, Claude Lassus et Albert Courtemanche nous ont aidé pour le travail sur le terrain et Mlle Louise Rémillard pour le travail en laboratoire. M. Garneau a réalisé les photographies de cet article. A tous, nous disons nos plus sincères remerciements.

Références

- BARA, G., 1960. Histological and cytological changes in the ovaries of the mackerel, *Scomber scomber* L. during the annual cycle. *Rev. Fac. Sci. Univ. Ist., B*, **25** (1-2): 49-91.
- BUSSON-MABILLOT, 1967. Structure ovarienne chez la lamproie de Planer adulte *Lampetra planeri*. *Arch. Zool. Exp. Génér.* **108** (3): 413-446.
- CHEVEY, P., 1925. Recherches sur la perche et le bar. *Bull. Biol.*, **59**: 147-292.
- COOPER, L. J., 1952. A historical study of the reproductive organs of crappies, *Pomoxis nigro-maculatus* and *Pomoxis annularis*. *Trans. Amer. Microsp. Soc.*, **71** (4): 393-404.
- FORTIN, R., 1967. Recherches sur la croissance en longueur, la croissance en poids, la reproduction, la mortalité et la dynamique de la population de *Catostomus commersoni*, du lac L'Assomption. Thèse de Maîtrise. Univ. Montréal, 83 p.
- GOKHALE, S. V., 1957. Seasonal histological changes in the gonads of the whiting (*Gadus merlangus* L) and the Norway pout *Gadus esmarkii* Nilson. *Indian J. Fish.*, **4**: 92-112.
- HANN, H. W., 1927. The History of the germ cells of *Cottus bairdii* Girard. *J. Morphol. and Physiol.*, **43**: 427-497.
- HIBBARD, H. et M. PARAT, 1928. Nature et évolution des constituants cytoplasmiques de l'ovocyte de deux Téléostéens: la Perche et l'Épinochette. *Bull. Hist. Appl.*, **5**: 313-330.
- JAMES, M. F., 1946. Histology of gonadal changes in the bluegill, *Lepomis macrochirus* (Rafinesque) and the largemouth bass, *Huro salmoides* (Lacepède). *J. Morphol.*, **79**: 63-91.
- LE CREN, E. D., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in the gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis* L). *J. Anim. Ecol.*, **20** (2): 201-219.
- MAGNIN, E., 1965. Recherches sur les cycles de reproduction des esturgeons *Acipenser fulvescens* de la rivière Nottaway tributaire de la Baie James. *Verh. Intern. Verein. Limnol.*, **16**: 1018-1024.
- PEARSE, A. S. et H. ACHTENBERG, 1918. Habits of the yellow-perch in Wisconsin Lakes. *Bull. U.S. Fish.*, **36**: 294-366.
- STAHL, A. et LERAY, C., 1961. L'ovogénèse chez les poissons téléostéens 1. Origine et signification de la *zona radiata* et de ses annexes. *Arch. Anat. Micr. Morphol. Expér., Fr.*, **50** (2): 251-268.
- STEOPOE, I., A. NICOLAU et A. CHRISTIAN, 1967. Contributions à l'étude du cycle ovarien et du développement des gonades de la carpe. *Bul. Inst. Cercet. Protect. Piscic.* **26** (3): 28-42 (en roumain, résumé en français).
- TURNER, C. L., 1919. The seasonal cycle in the spermary of the perch. *J. Morphol.* **32**: 681-711.
- YAMAMOTO, K., 1956a. Studies on the formation in fish eggs. I. Annual cycle in the development of ovarian egg in the flounder, *Liopsetta obscura*. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, Ser. **9** (2): 362-373.
- YAMAMOTO, K., 1956b. Studies on the formation of fish eggs. II. Changes in the nucleus of the oocyte of *Liopsetta obscura* with special reference to the activity of the nucleolus. *J. Fac. Hokkaido, Univ. Ser.*, **6**, **12**: 375-390.

UNE NOUVELLE ESPÈCE S'INTRODUIT AU QUÉBEC :
LE SAUMON ROSE, *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* (Walbaum)

VIANNEY LEGENDRE et WILFRED M. CARTER

Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec.

Résumé

Deux saumons roses, *Oncorhynchus gorbuscha*, ont été signalés sur la Côte-Nord du golfe du Saint-Laurent en septembre 1967, l'un pris dans un filet à Mutton Bay, l'autre, trouvé mort sur une grève de la rivière Watchichou. Ces saumons, originaires de l'océan Pacifique, proviennent sans aucun doute d'un ensemencement d'oeufs fait dans la rivière North Harbour à Terre-Neuve à l'automne de 1965.

Abstract

Two pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, have been noted on the north shore of the Gulf of St. Lawrence in September 1967, one taken in a net at Mutton Bay, the other found dead on a beach of the Watchichou River. These salmon, natives of the Pacific Ocean, resulted without doubt from a planting of eggs made in the North Harbour River at Newfoundland in the autumn of 1965.

La Grande Rivière Watchichou a donné un spécimen adulte de saumon rose, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum), 1792. Selon nous, voilà la toute première mention d'une espèce de saumon de l'océan Pacifique pour les eaux du Québec. On en verra plus loin l'origine. Sise sur la Côte-Nord du golfe Saint-Laurent, la Grande Rivière Watchichou se jette dans le détroit de Jacques-Cartier vis-à-vis le milieu de l'île d'Anticosti, environ 730 kilomètres (455 milles) au nord-est de la ville de Québec. Trouvé mort au bord de la rivière le 25 septembre 1967 par M. Wency Chambers (résident à Baie Johan-Beetz), le spécimen gisait en aval d'une chute située environ 4 kilomètres (2 milles ½) plus haut que l'embouchure de la rivière Watchichou au golfe du Saint-Laurent (longitude 62°39'11" W., latitude 50°17'47" N.).

Les caractéristiques suivantes (Clemens et Wilby, 1961: 31-32, 114-116) permettent d'identifier le poisson comme étant un *Oncorhynchus gorbuscha*: 14 rayons à la nageoire anale (écart: 13-17); grandes taches noires, ovales, sur toute la nageoire caudale; environ 202 écailles dans la rangée longitudinale immédiatement au-dessus de la ligne latérale (écart: 170-229); 30 épines à l'arc branchial antérieur (gauche; écart: 24-35).

Bien que reçu éviscéré, le spécimen est classé comme mâle: il a le corps très comprimé et le dos bossu (d'où, le vernaculaire anglais: humpback); il a les mâchoires allongées, crochues dorso-ventralement, pourvues à leur extrémité de dents canines caractéristiques des mâles du genre *Oncorhynchus* à la fraieson.

Voici quelques-unes de ses dimensions: longueur standard, 531 mm (21 pouces); longueur à la fourche de la nageoire caudale, 588 mm (23 pouces $\frac{1}{4}$); longueur totale, à l'extrémité du lobe dorsal de la caudale tendue vers l'arrière en vue d'obtenir son extension maximale, environ 625 mm (soit environ 24 pouces $\frac{5}{8}$); cette mesure n'est pas complète car un tout petit bout de la pointe postérieure des rayons dorsaux de cette nageoire caudale est perdu; le lobe ventral n'est pas mesuré car une part importante postérieure en est perdue. Poids du spécimen (éviscéré): 1,025 grammes (2 livres 4 onces), après séjour d'environ deux semaines dans de la formaline à 10%, puis après deux jours dans de l'eau de dégorgeement avant transfert dans l'alcool. Vu la longueur du poisson, son poids avant la fraye au temps de son arrivée à la rivière devait dépasser 2.2 kilogrammes (environ 5 livres) (Evermann et Goldsborough, 1907: 238). Si tel était le cas, ce spécimen se situe tout à fait dans la moyenne de poids des adultes de l'espèce, les auteurs donnant un écart ordinaire de 3 à 6 livres.

Les écailles du poisson, examinées à la loupe, ressemblent en tous points à celles illustrées pour la même espèce dans Gilbert (1913: 21, et pl. 10, fig. 17; pl. 17, fig. 29) et dans Davidson (1934). Des saumons roses furent ensemencés à l'état d'oeufs à Terre-Neuve, au cours de l'automne 1965, dans un canal d'incubation artificielle construit dans la rivière North Harbour, baie de St. Mary. Notre poisson a des écailles qui montrent un âge répondant exactement à la durée écoulée, deux ans, ce qui est l'âge observé chez tous les individus de cette espèce à leur première et unique période de fraye, vu que tous meurent ensuite (Davidson, 1934: 34-36; Carl, Clemens et Lindsey, 1959: 75).

Au Québec, la prise ci-dessus n'est peut-être cependant pas unique, ni la première, mais il ne paraît pas en subsister de spécimens autres que celui que nous possédons. Ainsi, dans une lettre (dont nous avons reçu copie) du 19 septembre au Dr W. Templeman, directeur de la Station biologique de St. John's, Terre-Neuve, le Dr Yves Jean, directeur des Pêcheries au Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec, rapportait la capture d'un autre saumon le 11 septembre 1967 dans un filet à hareng par M. Cyril Morris à Mutton Bay, canton Bois-Hébert, comté de Duplessis environ 145 kilomètres (90 milles) au sud-ouest de Blanc-Sablon. Le pêcheur désigna sa prise du nom de « sockeye salmon ». Toutefois, sur réception de cette nouvelle, les intéressés à Terre-Neuve dirent aussitôt que ce spécimen pris à Mutton Bay devait en réalité être un « pink salmon », selon le nom anglais courant, c'est-à-dire un saumon rose.

Il nous paraît surprenant que des 3.3 millions d'alevins partis de Terre-Neuve au printemps 1966, deux seuls égarés auraient atteint le Québec. Comme depuis lors il y a eu à Terre-Neuve d'autres ensemencements de saumons roses et qu'il doit y en avoir encore d'autres au cours des années à venir, nous aviserons donc les pêcheurs de la Côte-Nord, sportifs et commerçants, d'avoir à l'avenir l'oeil ouvert afin de rapporter toute nouvelle prise de saumon rose. Il est possible que même au Québec ce poisson puisse avoir un retentissement d'ordre commercial.

Références

- CARL, G. C., W. A. CLEMENS et C. C. LINDSEY, 1959. The fresh-water fishes of British Columbia. British Columbia Prov. Mus., Handbook 5, third ed. (revised), 192 p.
- CLEMENS, W. A. et G. V. WILBY, 1961. Fishes of the Pacific coast of Canada. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* **68**, 443 p.
- DAVIDSON, F. A., 1934. The homing instinct and age at maturity of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Bull. U.S. Bur. Fish.*, **48** (Bull. 15): 27-39.
- EVERMANN, B. W. et E. L. GOLDSBOROUGH, 1907. The fishes of Alaska. *Bull. U.S. Bur. Fish.*, 1906, **26** (Docum. 624): 219-360.
- GILBERT, C. H., 1913. Age at maturity of the Pacific coast salmon of the genus *Oncorhynchus*. *Bull. U.S. Bur. Fish.*, 1912, **32** (Docum. 767): 1-22.

SUR QUELQUES ALGUES MARINES NOUVELLES POUR LE GOLFE SAINT-LAURENT ¹

ANDRÉ CARDINAL

Station de Biologie marine, Grande-Rivière, Gaspé-Sud, Québec.

Résumé

Dans le présent travail, on signale pour la première fois la présence dans le golfe Saint-Laurent de quatre espèces de Phéophycées. Ce sont *Feldmannia paradoxa*, *Acinetospora crinita*, *Halothrix lumbricalis* et *Halonema subsimplex*. Pour les trois premières, connues déjà sur la côte est-américaine, ces découvertes signifient des extensions vers le nord; par contre, c'est la première mention de la présence de *Halonema subsimplex* en Amérique. Une description sommaire de chacune des espèces est donnée.

Abstract

We find here the first records in the Gulf of St. Lawrence of four Phaeophycean. They are *Feldmannia paradoxa*, *Acinetospora crinita*, *Halothrix lumbricalis* and *Halonema subsimplex*. For the first three, their presence in the Gulf constitutes an extension of their distribution to the north of the East American coast; for *Halonema subsimplex*, it is the first record in America. A brief description of those species is given.

Introduction

Les investigations faites jusqu'à ce jour sur les algues marines du golfe Saint-Laurent sont tellement peu nombreuses qu'il n'est pas étonnant de voir régulièrement s'ajouter de nouveaux noms aux listes existantes. Les eaux du Golfe étant réputées froides, et leur flore souvent qualifiée globalement de sub-arctique, il devient intéressant d'y retrouver trois des espèces mentionnées dans ce travail, soit *Feldmannia paradoxa*, *Acinetospora crinita* et *Halothrix lumbricalis*. Ces trois espèces avaient déjà été mentionnées par l'auteur (1967a, p. 31; 1967b, p. 757), mais de façon tellement laconique qu'une courte description

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec, n° 26, Direction des Pêcheries, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

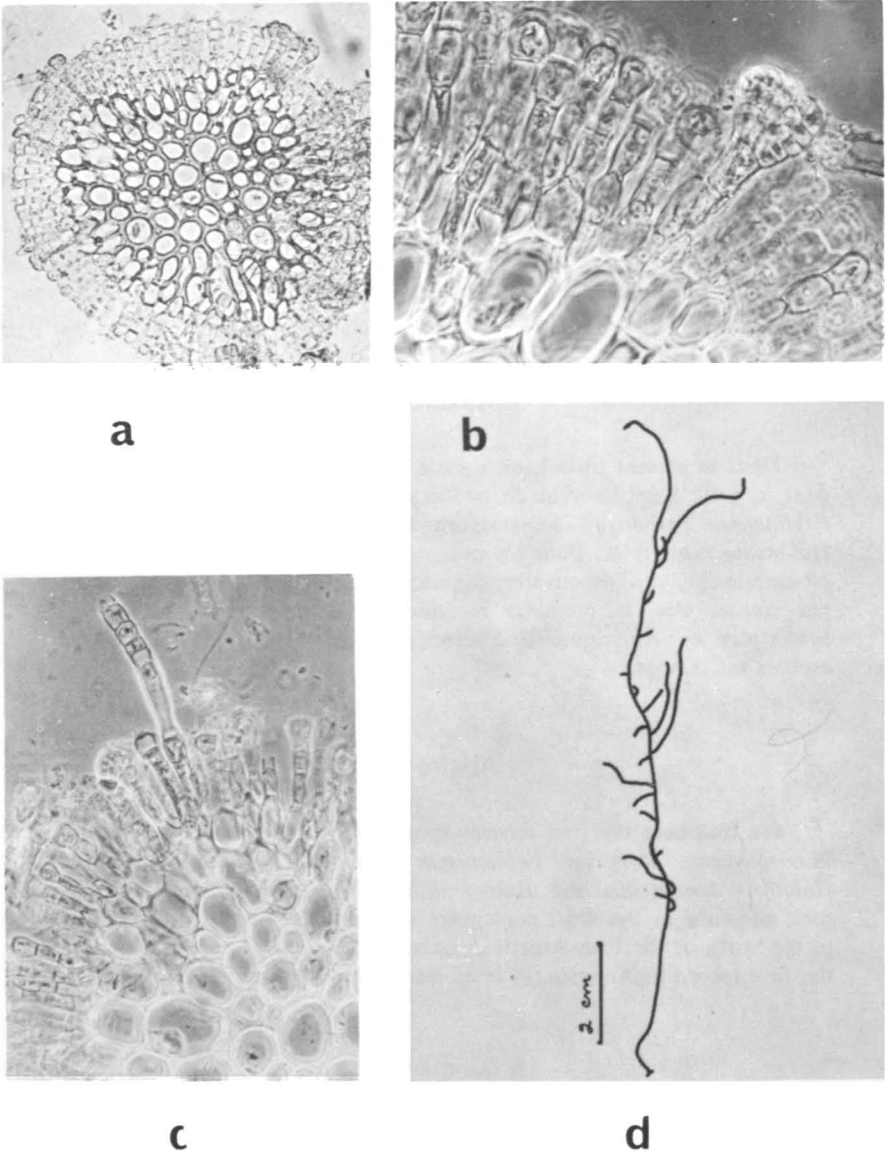


FIGURE 1. a-c: *Acinetospora crinita* (Carmichael) Kornmann. a- Allure des ramifications (x 60). b- Crampons (x 100). c- Monosporocyste (x 200). d- *Feldmannia paradoxa* (Montagne) Hamel, partie inférieure de la plante (x 60). e- *Halothrix lumbricalis* (Kützing) Reinke, filaments végétatifs et sporocysts pluriloculaires (x 200).

ainsi que des détails sur les lieux de récolte s'imposent. Pour ce qui est de l'*Halonema subsimplex*, en voici la première mention en Amérique. Sa présence dans le Golfe n'étonne cependant pas outre mesure, puisque le matériel sur lequel repose la description de cette espèce provient des côtes du nord de la Norvège (Jaasund, 1951).

Observations

Feldmannia paradoxa (Montagne) Hamel

Fig. 1, d.

Ectocarpus paradoxus: Børgesen, 1926, pp. 43-48, fig. 22-24; Hamel, 1931-39, pp. 47-49, fig. 14; Rosenvinge & Lund, 1941, pp. 53-56, fig. 25-27; Taylor, 1957, p. 109.

Cette espèce n'avait été observée jusqu'à ce jour sur les côtes d'Amérique que sur les rivages du Maine (Schuh, 1933; Taylor, 1957). C'est lors d'une plongée au nord des Iles-de-la-Madeleine, plus exactement à Gull Island, qu'E. Emerson, capitaine du navire de recherche *Akpatok*, ramena un morceau de grès rouge sur lequel était fixé un individu de cette espèce d'algue. Cette plongée eut lieu en août 1966, à une profondeur de 4-8 mètres.

L'échantillon ramené alors mesurait quelques 5 mm de longueur et était attaché au grès par un grand nombre de rhizoïdes de fixation. Les articles, larges de 40 à 70 μ , avaient des parois longitudinales légèrement convexes et formaient un net étranglement au niveau des cloisons transversales. Une zone de croissance bien distincte se situait dans le tiers inférieur; au-dessus de cette zone n'apparaissaient ni ramification ni fructification. L'individu portait deux zoïdocystes pluriloculaires arrivés à maturité; ils étaient de forme conique-allongée et leurs dimensions étaient de 50, 65 μ X 140 μ .

Acinetospora crinita (Carmichael) Kornmann

Fig. 1, a-c

Kornmann, 1953, pp. 205-224, fig. 1-14; Cardinal, 1964, pp. 70-71, fig. 37, A-F.

Acinetospora pusilla: Rosenvinge & Lund, 1941, pp. 65-67, fig. 35; Blomquist, 1955, pp. 46-49, fig. 1-10.

Seul Blomquist (1955) avait mentionné la présence de l'*Acinetospora crinita* en Amérique, soit à Cape Lookout en Caroline du Nord. Sa découverte dans le golfe Saint-Laurent, même si cela constitue une importante extension vers le nord, ne surprend pas plus qu'il ne faut, puisque Rosenvinge & Lund (1941) signalent la même espèce au nord du Kattekat au Danemark.

L'échantillon dont il est ici question provient d'une baie abritée à Pointe-Alexandre (île de Shippigan, Nouveau-Brunswick) où il fut dragué en août 1967 à deux mètres de profondeur; il était fixé à un caillou avec d'autres algues telles *Trailliella intricata*, *Polysiphonia nigrescens*, *Ceramium strictum*, *Chorda filum*, etc.

Le spécimen mesurait 1.5 cm de hauteur; il ne présentait qu'une seule zone de croissance sur les filaments, mais cette zone était très étendue; au-delà

de cette région de croissance, à part quelques crampons caractéristiques de ce genre, les ramifications ou les organes reproducteurs étaient absents. Ces derniers, de même que des ramifications nombreuses, étaient localisés dans le tiers inférieur tout comme chez le genre *Feldmannia*. Comme ce fut le cas pour Rosenvinge & Lund au Danemark ainsi que pour Blomquist en Caroline du Nord, seuls des monosporocystes ont été relevés. Ceux-ci, peu nombreux, étaient situés au hasard sur les filaments, sous la zone de croissance; ils étaient un peu plus longs que larges, comme le démontrent les dimensions : 30μ X $35-40\mu$, et étaient sessiles ou portés par un court pédicelle d'une seule cellule.

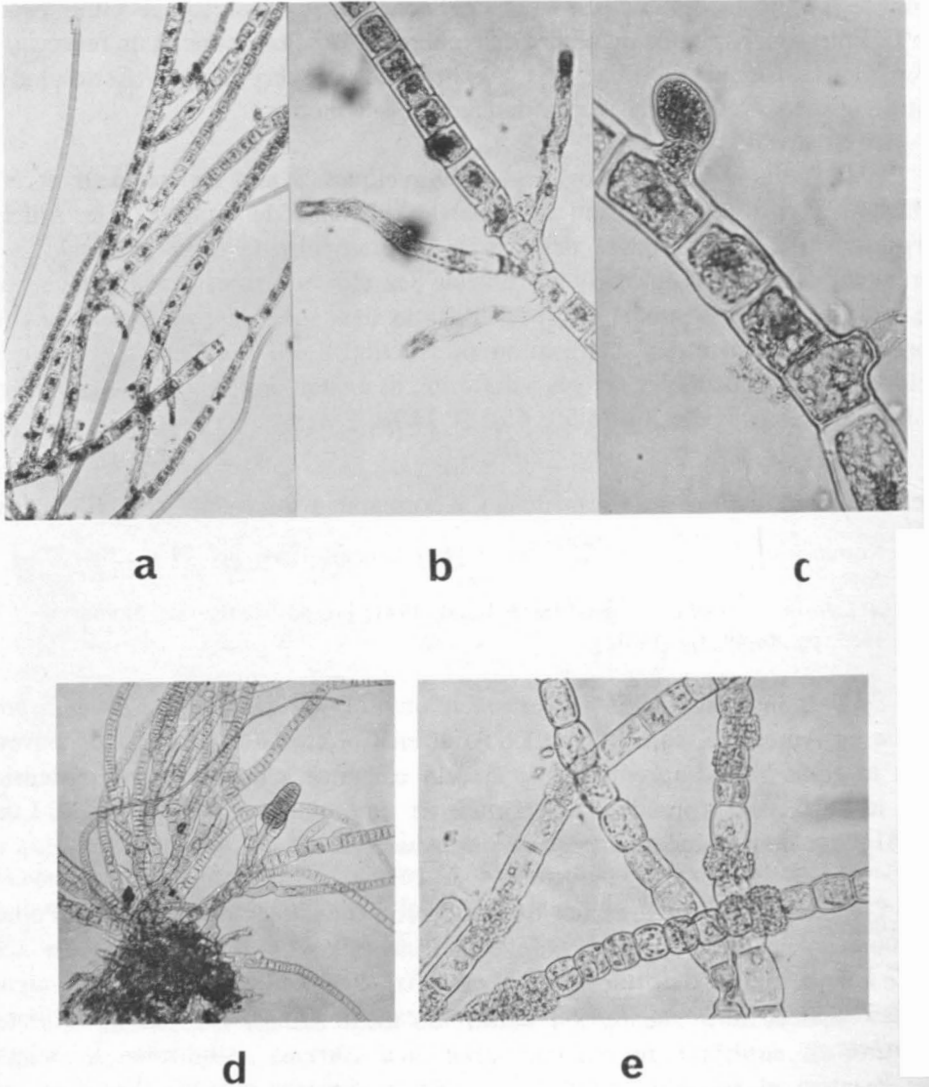


FIGURE 2. *Halonema subsimplex* Jaasund. a- Coupe transversale (x 60). b- Sporocyste pluriloculaire (x 240). c- Poil (x 120). e- Port de la plante.

Halothrix lumbricalis (Kützing) Reinke

Fig. 1, e

Hamel, 1931-39, p. 126, fig. 29, c-d; Collins, 1891, p. 337; Taylor, 1957, p. 143.

Sur la côte est-américaine, cette espèce n'avait été signalée que depuis Long-Island jusqu'au Maine (Taylor, 1957). J'ai trouvé cette petite espèce croissant sur des feuilles de *Zostera marina* récoltées à Havre-de-la-Grande-Entrée dans la région ouest des Iles-de-la-Madeleine. *Halothrix lumbricalis* se développait en compagnie d'algues telles que *Rhodophysemma georgii*, *Kylinia virgatula*, *Ectocarpus confervoides*, *Desmotrichum undulatum* ou *Stictyosiphon subsimplex*. C'est encore une fois au capitaine E. Emerson que je suis redevable de cette récolte faite en juillet 1966.

Les quelques individus observés mesuraient de 3 à 5 mm et étaient abondamment fructifiés; ces fructifications consistaient en sporocystes pluriloculaires qui, typiquement, entouraient comme un manchon les filaments assimilateurs dans leurs parties supérieures.

Halonema subsimplex Jaasund

Fig. 2

Jaasund, 1951, pp. 138-141, fig. 6-7.

C'est en 1951 que Jaasund décrivait le nouveau genre *Halonema*, genre monospécifique reposant sur la description de l'*Halonema subsimplex*. Il n'avait d'ailleurs trouvé qu'un seul individu de cette espèce à Tromsø au nord de la Norvège quelques années auparavant. Je n'ai également rencontré qu'un seul spécimen de cette espèce, malheureusement. Aussi, pour l'instant, vaut-il mieux, je crois, ne le décrire que sommairement en le référant à l'espèce de Jaasund, quitte à y revenir plus tard lorsqu'une autre visite au lieu de récolte me permettra, de récolter plus de matériel.

Cette algue, semblable dans sa morphologie externe au *Chordaria flagelliformis*, a été récoltée en août 1964, sur la rive sud de l'île de Miscou (Nouveau-Brunswick), fixée à un rocher dans l'étage littoral dans un milieu relativement abrité. Le spécimen mesurait 14 cm de longueur, était couvert de *Calothrix* sp., et portait également un *Dictyosiphon foeniculaceus*. L'ayant préalablement assimilé au *Chordaria flagelliformis*, je ne fus fixé sur son identification qu'en examinant des coupes transversales. L'individu était abondamment pourvu de sporocystes pluriloculaires globuleux légèrement rétrécis à la base. Les poils, tout comme ceux du genre *Phaeostroma* d'ailleurs, avaient cette particularité du genre de posséder une cellule basale très allongée, à la suite de laquelle seulement apparaissait la zone de croissance. Les dimensions observées, tant pour la partie végétative que pour les organes pluriloculaires, correspondaient, à peu de chose près, à celles observées par Jaasund sur son propre échantillon.

Je tiens à remercier le Dr Søren Lund qui a accepté d'examiner le matériel de cette espèce que je lui ai soumis.

Références

- BORGESSEN, F., 1926. Marine algae from the Canary Islands. II. Phaeophyceae. *K. danske vidensk. Selsk., Biol. Medd.*, **6** (2).
- BLOMQUIST, H. L., 1955. *Acinetospora* Born. new to North America. *J. Elisha Mitchell sci. Soc.*, **71**: 46-49.
- CARDINAL, A., 1964. Étude sur les Ectocarpacées de la Manche. *Beihefte Nova Hedw.*, **15**, 86 pp., 41 pl.
- CARDINAL, A., 1967a. Liste préliminaire des algues marines des Îles-de-la-Madeleine. *Rapp. ann. 1966, Sta. Biol. mar. Grande-Rivière* pp. 29-33.
- CARDINAL, A., 1967b. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). III. Rhodophycées. *Nat. canad.*, **94** (6): 735-760.
- COLLINS, F. S., 1891. Notes on New England marine algae. V. *Bull. Torrey bot. Cl.*, **18**: 335-341.
- HAMEL, G., 1931-39. Phéophycées de France. I-XLVII, 432 pp., 10 pl., Paris.
- JAASUND, E., 1951. Marine algae from northern Norway. I. *Bot. Notiser*, **2**: 128-142.
- KORNMANN, P., 1953. Der Formenkreis von *Acinetospora crinita* (Carm.) nov. comb. *Helgoländ. wiss. Meeresunters.*, **4** (3): 205-224.
- ROSENINGE, L. K., & S. LUND, 1941. The marine algae of Denmark. II. Phaeophyceae. I. Ectocarpaceae and Acinetosporaceae. *K. danske vidensk. Selsk., Biol. Skr.*, **1** (4): 1-79.
- SCHUH, R. E., 1933. *Ectocarpus paradoxus* in New England. *Rhodora*, **35**: 107.
- TAYLOR, W. R., 1957. Marine algae of the Northeastern coast of North America. *Ann. Arbor, Mich.* 2nd ed., pp. i-ix, 1-509.

A COLLECTION OF MARINE ALGAE FROM NEWFOUNDLAND

I. INTRODUCTION AND PHAEOPHYTA

ROBERT K. S. LEE

Natural History Branch, National Museum of Canada, Ottawa

Résumé

L'auteur donne un catalogue de vingt-six espèces d'algues brunes récoltées sur l'île de Terre-Neuve, en faisant état, lorsqu'il y a lieu, de leur habitat, de leur classification et de leur état de reproduction. L'endroit précis, y compris les îles voisines de Saint-Pierre et Miquelon, où chaque plante a été recueillie, soit par l'auteur, soit par d'autres qui ont déjà fait des travaux sur le même sujet, est aussi mentionné, ainsi que les limites septentrionale et méridionale de la répartition géographique de chacune, limites qui sont le plus souvent la région canadienne de l'Arctique et le Groenland d'une part, et les États de la Nouvelle-Angleterre d'autre part. C'est la première fois que cinq de ces espèces sont récoltées dans la région.

Abstract

Twenty-six brown algal species collected from the island of Newfoundland are catalogued with reference, when pertinent, to their habitat, taxonomy, and reproductive condition. Local sites of collection, including the nearby French islands of St. Pierre and Miquelon, of both the author's and previous workers' are given. For each species a statement is made of its known geographical limits of distribution to the north and south, which usually are, respectively, in the Canadian Arctic and Greenland, and in the New England States. Five of the species are new records.

History and Scope

Marine algæ of Newfoundland, St. Pierre, and Miquelon¹ were first reported on by the French naturalist De la Pylaie (1825, 1829), who visited the islands in 1816 and in 1819. His 1829 paper, which was published without the figures referred to in the text, is an important treatment of the Laminariales

1. The French islands of St. Pierre and Miquelon are considered in this study not only because of their proximity to Newfoundland (they lie about 12 miles off the Burin Peninsula) but also because their algal floras are relatively well known.

and Fucales, and establishes several new species for these orders. More than a half century after De la Pylaie's pioneering work, Hariot (1889) determined 36 species from a Miquelon collection made by Delamare, a physician in the French Navy. The next account on the algæ of the French islands again appears more than a half century later when Le Gallo, in a 1947 paper, listed 58 species from St. Pierre and Miquelon. Concerning Newfoundland itself it was more than a century after De la Pylaie's publications that anyone has studied its marine flora.

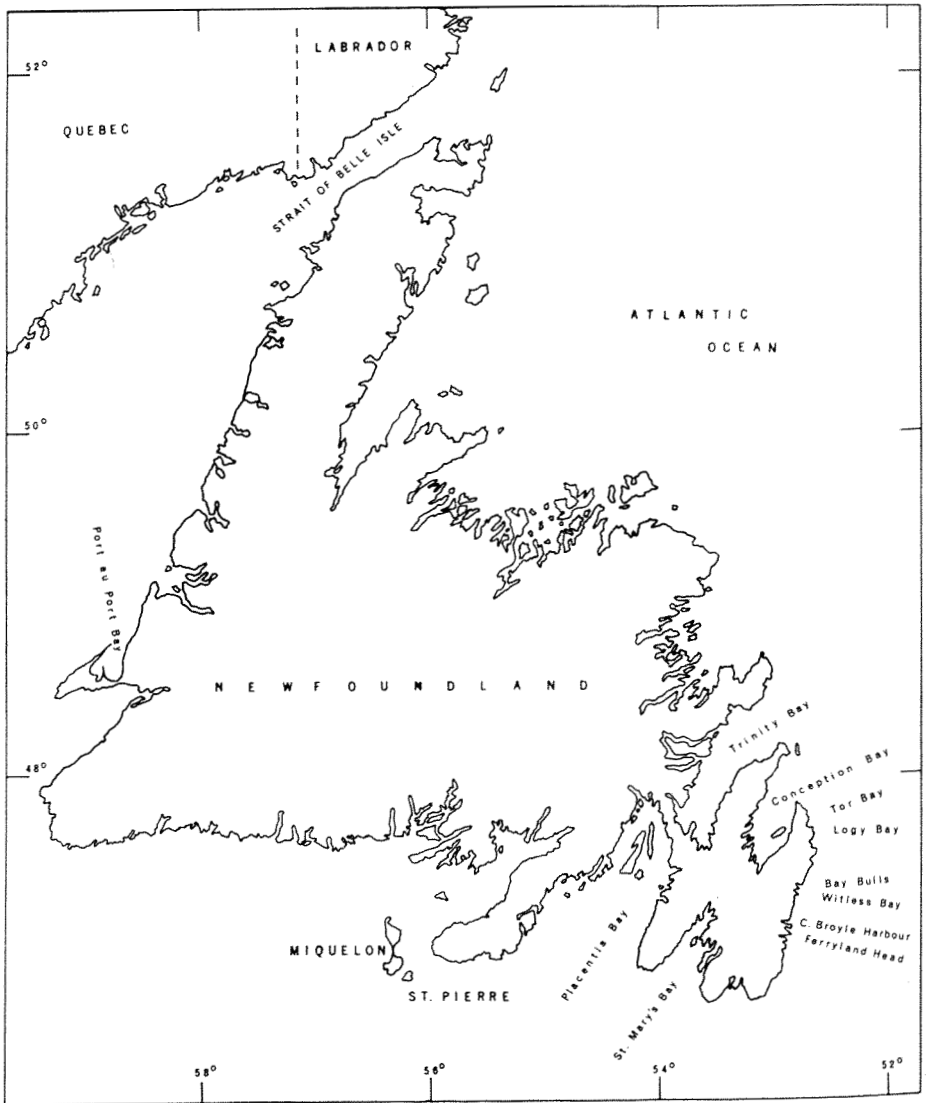


FIGURE 1. The island of Newfoundland with general locations at which specimens reported in the study were collected.

Humm (1948, 1950) was invited by the Newfoundland Government in 1948 to survey *Chondrus crispus* beds and determine whether they occurred in sufficient quantities for commercial exploitation. The survey was conducted in August and the results were submitted in a mimeographed report (1948) to the then Newfoundland Industrial Development Board. Humm later (1950) published a brief statement of the algæ collected during his survey. The names of species are not given, but mentioned is the determination of 85 species, of which 38 are considered as probable new records. Wilce (1959) collected algæ from four sites along the Newfoundland west coast during June 1954. According to his species tabulation the four sites had a total of 46 species, 16 of which are listed as first records.

To complete the brief history of studies made on Newfoundland marine algæ, I. Holden in 1897 and M. A. Howe in 1901 collected at least seven species from Newfoundland, as indicated by the *Phycotheca Boreali-Americana* exsiccata of Collins, Holden and Setchell (1895-1919). Foslie (1905) examined Newfoundland melobesoid algæ that were collected by Holden, Howe, A. H. MacKay, and A. C. Waghorne. Others who have apparently collected from Newfoundland are J. M. Dèspréaux and Lenormandi. These two, as well as De la Pylaie, have been mentioned in connection with most species records for Newfoundland in Agardh's (1848, 1851, 1852, 1863) *Species Genera et Ordines Algarum* and Harvey's (1852, 1853) *Nereis Boreali-Americana*. Taylor's (1957) manual on the algæ of northeastern North America includes a compilation of most Newfoundland, St. Pierre, and Miquelon records. It has proven to be an invaluable guide to the evaluation and determination of the local species.

This appears to be the extent of studies made on the marine algæ of Newfoundland and the adjacent French islands of St. Pierre and Miquelon. The work done by De la Pylaie, Hariot, and Le Gallo on the relatively small sized French islands gives us a good account of what is present there. But information on the Newfoundland flora is limited essentially to the works of De la Pylaie (1829), who reported on two orders of the Phæophyta, and Wilce (1959), who dealt primarily with the Labrador algæ.

The present investigation reports on a collection of algae made by the writer during 1964, 1965, and 1966 at various localities on the Avalon Peninsula and at Port au Port Bay (Fig. 1). The collection was supplemented by specimens kindly contributed by Miss Elizabeth Brown, Dr. Don Steele, both of Memorial University of Newfoundland, and principally Dr. Richard W. Coleman of Upper Iowa College, who recently (July 1967) collected a large number of intertidal specimens from the island. Species reported in the literature to be part of the marine flora of Newfoundland, St. Pierre, or Miquelon but were not seen by the present author will be listed after the treatment of the Chlorophyta and Rhodophyta in Part II.

General Aspect

Oceanographic data on waters surrounding Newfoundland are meager. According to one temperature distribution map (Leim 1957), the summer temperature of surface water around Newfoundland is 9 – 13° C. Due to the southward flow of the Labrador Current, the colder water is situated in the Strait of Belle Isle and along the northeastern shores. A detailed temperature and salinity study of the Bay of Islands (Lauzier 1957) on the west coast shows that for 1946 the surface water minimum temperature was –1.8° C (February) and the maximum was 16.5° C (August); at 30 m the minimum was –1.5° C (February) and the maximum was 12.5° C (September). Salinity measurements made during November and December of 1948 varied from 1.0 – 13.0‰ near the Humber River outlet to 30.0 – 31.4‰ at the mouth of the bay; at 10 m the salinity was more uniform, ranging from 29.3 to 31.4‰ throughout the bay.

The shores around Newfoundland are not subjected to large daily changes in sea level. According to the *Atlantic Coast Tide and Current Tables* issued by the Canadian Hydrographic Service, the semidiurnal tide at different points along the northern and eastern shores (Strait of Belle Isle to Bay Bulls) has a mean range of about 0.5 to 1.0 m. Points along the western and southern shores (south of the Strait of the Belle Isle to Treprassay) have mean tidal ranges that vary from 1.0 to 1.6 m.

The correspondingly narrow intertidal habitat is only sparsely occupied by algæ. Of the 68 species, subspecies, varieties, and forms collected during this study, about 25% grew only in the intertidal zone, 44% only in the subtidal, and 31% both in the intertidal and subtidal. The following categorizes according to general habitat the algæ collected.

Intertidal:

CHLOROPHYTA

- Ulothrix flacca* (Dillw.) Thur.
- Monostroma grevillei* (Thur.) Wittr.
- Monostroma pulchrum* Farl.
- Blidingia minima* (Näg.) Kylin
- Capsosiphon fulvescens* (C. Ag.) Setch. & Gard.
- Enteromorpha intestinalis* (L.) Link
- Enteromorpha linza* (L.) J. Ag.
- Urospora collabens* (C. Ag.) Holm. & Batt.
- Cladophora gracilis* (Griff. ex Harv.) Kütz.
- Spongomorpha spinescens* Kütz.
- Codiolum pusillum* (Lyngb.) Kjellm.

PHAEOPHYTA

- Pilayella littoralis* (L.) Kjellm.
- Dictyosiphon foeniculaceus* (Huds.) Grev.
- Fucus distichus* L. subsp. *distichus*
- Fucus distichus* subsp. *edentatus* (De la Pyl.) Powell

RHODOPHYTA

- Bangia fuscopurpurea* (Dillw.) Lyngb.
- Porphyra umbilicalis* (L.) J. Ag.

Intertidal and Subtidal:

CHLOROPHYTA

- Monostroma fuscum* (Post. & Rupr.)
Witt.
Urospora mirabilis Aresch.
Spongomorpha arcta Dillw.) Kütz.

PHAEOPHYTA

- Ectocarpus confervoides* (Roth) Le Jol.
var. *confervoides*
Ectocarpus confervoides var. *siliculosus*
(Dillw.) Kjellm.
Elachistea fucicola (Vell.) Aresch.
Chordaria flagelliformis (O.F. Müll.)
C. Ag.
Desmarestia aculeata (L.) Lamour.

- Desmarestia media* (C. Ag.) Grev.
Petalonia fascia (O.F. Müll.) Kuntze
Petalonia zosterifolia (Reinke) Kuntze
Scytosiphon lomentaria (Lyngb.) C. Ag.
Laminaria groenlandica Rosenv.
Alaria esculenta (L.) Grev. f. *esculenta*
Fucus distichus subsp. *evanescens* (C.
Ag.) Powell
Fucus vesiculosus L.
Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol.

RHODOPHYTA

- Chondrus crispus* Stackh.
Halosaccion ramentaceum (L.) J. Ag.
Rhodymenia palmata (L.) Grev.
Polysiphonia urceolata (Dillw.) Grev.

Subtidal:

CHLOROPHYTA

- Rhizoclonium riparium* var. *validum*
Fosl.
Cladophora rupestris (L.) Kütz.

PHAEOPHYTA

- Halopteris scoparia* (L.) Sauv.
Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Ag.
Acrothrix novae-angliae Taylor
Desmarestia viridis (O.F. Müll.) La-
mour.
Punctaria plantaginea (Roth) Grev.
Chorda filum (L.) Lamour.
Chorda tomentosa Lyngb.
Laminaria agardhii Kjellm.
Laminaria saccharina (L.) Lamour.
Saccorhiza dermatodea (De la Pyl.) J.
Ag.
Agarum cribrorum Bory
Alaria esculenta f. *musaeifolia* (De la
Pyl.) Kjellm.

RHODOPHYTA

- Clathromorphum compactum* (Kjellm.)
Fosl.
Lithothamnium glaciale Kjellm.
Lithothamnium tophiforme Unger
Corallina officinalis L.
Euthora cristata (L. ex Turn.) J. Ag.
Cystoclonium purpureum (Huds.) Batt.
Ahnfeltia plicata (Huds.) Fries
Phyllophora membranifolia (Good. &
Woodw.) J. Ag.
Trailliella intricata Batt.
Antithamnion cruciatum (C. Ag.) Näg.
Ceramium rubrum (Huds.) C. Ag.
Ptilota pectinata (Gunn.) Kjellm.
Pantoneura baerii (Post. & Rupr.) Kylin
Polysiphonia nigrescens (Huds.) Grev.
Polysiphonia novae-angliae Taylor
Rhodomela confervoides (Huds.) Silva

The algal stands, whether intertidal or subtidal in position, are generally small and widely scattered. Because of the apparent availability of growth space, it appears that the physical environment is the primary factor determining species distribution and community composition. This is unlike commu-

nity structure prevalent on the Canadian west coast where the character of the extensive, densely aggregated stands are attributable to both physical and biological factors (Lee 1966). A sparse algal cover is also characteristic of shores in higher latitudes (e.g., Kjellman 1883, of the arctic in general; Lund 1959b, of Greenland; Svendsen 1959, of Spitsbergen; Wilce 1959, of Labrador).

As determined from published accounts on the marine flora of northeast North America, of the algæ reported in the present investigation *Monostroma fuscum* var. *fuscum*, *Desmarestia media*, and *Laminaria grænländica* do not occur south of Newfoundland. Eleven of the algæ collected apparently do not grow north of the island: *Monostroma pulchrum*, *Capsosiphon fulvescens*, *Urospora collabens*, *Spongomorpha spinescens*, *Codiolum pusillum*, *Acrothrix novæ-angliæ*, *Alaria esculenta* f. *musæfolia*, *Chondrus crispus*, *Trailiella intricata*, *Antithamnion cruciatum*, and *Polysiphonia novæ-angliæ*. Meaningful discussion on this aspect must await the acquirement of more information on species occurring to the north, especially in the Canadian Arctic Archipelago.

Species Collected

In the taxonomic treatment to follow, the references provided for each species give detailed species descriptions or extensive literature citations. Specimens have been deposited in the National Herbarium of Canada and in the herbarium at Memorial University of Newfoundland. The numbers in parentheses are the author's collection numbers. Newfoundland place names are according to nautical charts of the Canadian Hydrographic Service.

PHAEOPHYTA

ECTOCARPALES

Pilayella littoralis (Linnaeus) Kjellman.

Harvey 1852, p. 139, as *Ectocarpus littoralis*; Farlow 1881, p. 73, pl. 6, figs. 3, 4, as *E. littoralis*; Kjellman 1883, p. 281, p. 282, pl. 27, figs. 1-12, as *Pilayella varia*; Newton 1931, p. 124, fig. 71; Smith 1944, p. 93, pl. 12, fig. 3; Scagel 1957, p. 66; Taylor 1957, p. 102, pl. 9, figs. 1-3; Lund 1959a, p. 37; Cardinal 1964, p. 11, fig. 1.

This species was a common epiphyte on intertidal thalli of *Fucus*. No attempt was made to place the specimens in any of the many varieties described. The specimens were up to 12 cm tall and both unilocular and plurilocular structures were present.

Conception Bay: near Kelligrews River, August 1964 (1933x); near Manuels River, August 1964 (1995a).

Bay Bulls: shore at Bay Bulls village, July 1967 (Coleman).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2006).

Ferryland Head: near Burns Head, May 1966 (2190).

Placentia Bay: Swift Current, July 1965 (Brown); Point Verde, August 1965 (2124a, 2125a).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. St. John's (Collins, Holden and Setchell 1898, No. 414), Miquelon (Hariot 1889), St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Fram Haven, E. Ellesmere Island; Foulke Fjord, W. Greenland; Jørgen Brønlunds Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

Ectocarpus confervoides (Roth) Le Jolis var. *confervoides*.

Farlow 1881, p. 71; Kjellman 1883, p. 276; Newton 1931, p. 119, fig. 70; Scagel 1957, p. 68; Taylor 1957, p. 106, pl. 8, figs. 1-3; Lund 1959a, p. 40; Cardinal 1964, p. 14, figs. 2, 3.

Specimens 0.5-15 cm tall were attached to various other algae from the intertidal zone to a depth of about 3 m. The host plants were *Fucus distichus*, *Fucus vesiculosus*, *Alaria esculenta* (on the stipe), *Chordaria flagelliformis*, and *Rhodomela confervoides*. Most had only plurilocular reproductive organs, a few had both unilocular and plurilocular structures.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2106a).

Conception Bay: near Avondale, April 1966 (2172b).

Ferryland Head: near Burns Head, May 1966 (2184a, 2199a).

Placentia Bay: Point Verde, August 1965 (2131a, 2136).

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2067b).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Cooks Brook and Frenchmans Head (Wilce 1959).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Upernivik, W. Greenland; Duséns Fjord, E. Greenland; to Brazil.

Ectocarpus confervoides var. *siliculosus* (Dillwyn) Kjellman.

Harvey 1852, p. 139, as *Ectocarpus siliculosus*, p. 140, pl. 12, figs. B, C, as *E. viridis*; Farlow 1881, p. 71; Kjellman 1883, p. 277; Taylor 1957, p. 105, pl. 8, figs. 4, 5, as *E. siliculosus*; Lund 1959a, p. 40; Cardinal 1964, p. 16, figs. 4, 5.

Specimens 5-13 cm tall grew on blades of *Fucus* collected from the intertidal zone to about the 1 m depth. Plurilocular structures with long terminating hairs were abundant.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2113a).

Placentia Bay: Point Verde, August 1965 (2140).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Lady Franklin Bay, E. Ellesmere Island; Bessels Fjord, W. Greenland; Duséns Fjord, E. Greenland; to Brazil.

SPHACELARIALES

Halopteris scoparia (Linnaeus) Sauvageau.

Kjellman 1883, p. 272, as *Stypocaulon scoparium*; Newton 1931, p. 197, fig. 124, as *S. scoparium*; Taylor 1957, p. 123.

Up to 9 cm high specimens were attached to rocks at depths between 2 and 6 m. They grew in tufts that were divided into 0.5-2.5 cm wide obconical clusters. The specimens collected were sterile.

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2069).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. North of Brigg Bay (Wilce 1959).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Hudson Strait to Nova Scotia.

Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Agardh.

Harvey 1852, p. 137; Farlow 1881, p. 76; Kjellman 1883, p. 274; Newton 1931, p. 189, fig. 118; Taylor 1957, p. 121, pl. 17, figs. 1-6.

Somewhat stiff, up to 2.3 cm high tufts grew on old branches of *Ascophyllum nodosum*. They were found in a general collection of algae made from depths of 2-6 m. Branching was sparse to abundant, alternate or opposite, and the axis diameter, which according to Taylor is 40-100 μ , was only 30-45 μ . Some specimens had propagules.

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2075y).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Taylor 1957).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Cumberland Sound, E. Baffin Island; to New York.

CHORDARIALES

Elachistea fucicola (Velley) Areschoug.

Harvey 1852, p. 131, pl. 11, fig. B; Farlow 1881, p. 81, pl. 7, fig. 3; Kjellman 1883, p. 253; Newton 1931, p. 133, fig. 80; Scagel 1957, p. 77; Taylor 1957, p. 140, pl. 10, figs. 1-3; Lund 1959a, p. 116; Jaasund 1960, p. 105, figs. 1B, 4.

This species was commonly found on *Fucus*, rarely on *Ascophyllum*. The host plants grew from the intertidal area down to about the 2 m depth. Nearly all of the specimens examined had unilocular sporangia.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2105b, 2111a, 2113b, 2114b).

Conception Bay: mouth of Kelligrews River, August 1964 (1993).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2010).

Placentia Bay: Swift Current, July 1965 (Brown); Point Verde, August 1965 (2124b, 2125b, 2126a, 2128a, 2129a, 2139a).

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2067a).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Northwestern region (Wilce 1959).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Craig Harbour, S. Ellesmere Island; Bjørling Island, W. Greenland; Jørgens Bønlunds Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

Chordaria flagelliformis (O.F. Müller) C. Agardh.

Harvey 1852, p. 123; Farlow 1881, p. 83, pl. 5, fig. 2; Kjellman 1883, p. 249; Newton 1931, p. 146; Taylor 1957, p. 148, pl. 12, fig. 6, pl. 14, fig. 4; Lund 1959a, p. 121, figs. 26, 27.

Plants up to 45 cm tall were attached to rocks and on *Fucus* from the lower intertidal zone to a depth of about 3 m. Some specimens had unilocular sporangia.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2105a, 2106).

Logy Bay: July 1967 (Coleman).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2009, 2023).

Placentia Bay: Point Verde, August 1965 (2131, 2132).

Port au Port Bay: near Fox Island, July 1965 (2083x).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Harvey 1852), Miquelon (Hariot 1889), St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Discovery Harbour, E. Ellesmere Island; Foulke Fjord, W. Greenland; Kejser Franz Josephs Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

Acrothrix novae-angliae Taylor.

Taylor 1928, p. 578, pl. 42, pl. 43, figs. 1-16; 1957, p. 150, pl. 13, fig. 1.

Several specimens representative of this species were collected from rocks at the 1-4 m depth. They were 12-40 cm tall and well-branched to 5 orders. The branches were up to 1 mm wide and were hollow in the lower parts. Colorless hairs, 90-200 μ long, very densely clothed the branches. This differs from the sparse hair growth Taylor (1928) found on Long Island and Massachusetts specimens. One of the two kinds of assimilatory filaments present was 3-7 cells long and curved. Cells of the curved part were asymmetrically swollen to widths of 9-12 μ . The other type of assimilatory filament did not curve. Most of these were 4-5 cells long and 8-9 μ wide, but some had lengths of 20 cells and widths up to 12 μ . Unilocular sporangia, when present, were widely spaced, subspherical in shape, and up to 20-26 μ wide.

Port au Port Bay: near Fox Island, July 1965 (2079, 2090).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. None.

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Newfoundland to Long Island. This species was formerly known only from Massachusetts and Long Island (Taylor 1957).

DESMARESTIALES

Desmarestia aculeata (Linnaeus) Lamouroux.

Harvey 1852, p. 78, pl. 4, fig. B; Farlow 1881, p. 65; Kjellman 1883, p. 261; Newton 1931, p. 164, fig. 103; Taylor 1957, p. 154, pl. 13, figs. 4, 5, pl. 14, fig. 7; Lund 1959a, p. 126.

This species was collected from small pools in the lower intertidal zone to a depth of 6 m. The largest plants were about 47 cm tall. Those collected in April had soft, yellowish green, compressed branches that developed from the axils of old branches and spine-like projections. These young branches, which probably represent spring growth, were fringed at the margins by alternately placed branched filaments.

Conception Bay: near Manuels River, July 1965 (2040).

Placentia Bay: Point Verde, August 1965 (2141); Gooseberry Cove, April 1966 (2163).

Port au Port Bay: near Fox Island, July 1965 (2077, 2083).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Agardh 1848), northwestern area (Wilce 1959), Miquelon (Hariot 1889), St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Discovery Harbour, E. Ellesmere Island; Bessels Fjord, W. Greenland; Jørgens Brønlands Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

Desmarestia media (C. Agardh) Greville.

Pease 1917, p. 386; Setchell and Gardner 1925, p. 561.

As pointed out by Pease (1917) and Setchell and Gardner (1925), *Desmarestia aculeata* f. *media* (C. Agardh) J. Agardh is sufficiently distinct for species designation. It has opposite branches that are cylindrical or slightly compressed, whereas *D. aculeata* f. *aculeata* has a compressed main axis with alternately arranged flat branches. Also, a feature of f. *aculeata* that seems to be absent in f. *media* is the development of branches from the axils of older branches and spines. Newfoundland specimens of *Desmarestia* having a cartilaginous texture and a dark brown color were easily grouped according to these two types of branching. Those of the *D. media* group were collected from the lower intertidal zone and from a depth between 3 and 6 m. The specimens were up to 40 cm tall.

It should be mentioned that Rosenvinge (1893) has referred to two specimens from western Greenland (Disko Island), and Lund (1959a) one from eastern Greenland (Scoresby Sound) as *D. aculeata* f. *media*. However, both noted opposite branches (two pairs) only in the lower part of the specimens. Lund (1959a) considers the late persistence of hairs in f. *media* to be a diagnostic feature. But taking into consideration the predominate branch arrangement of the Greenland specimens, they should be referred to as *D. aculeata* f. *aculeata*.

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2005).

Placentia Bay: Point Verde, August 1965 (2137).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. None.

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Unartok, W. Greenland; Kap Borlase Warren, E. Greenland; to Newfoundland.

Desmarestia viridis (O. F. Müller) Lamouroux.

Harvey 1852, p. 77; Farlow 1881, p. 65; Kjellman 1883, p. 263; Newton 1931, p. 164; Smith 1944, p. 119, pl. 18, fig. 3; Scagel 1957, p. 85; Taylor 1957, p. 153, pl. 13, fig. 3; Lund 1959a, p. 128.

A 45 cm tall specimen was collected at about the 7 m depth. Characteristic of the species, it had oppositely arranged flat branches. The branches were limp, lacking the stiffness found in specimens of *D. aculeata* and *D. media*.

Tor Bay: near Outer Cover, June 1965 (2050).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Agardh 1848, as *Dichloria viridis*), St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Pim Island, Smith Sound; Foulke Fjord, W. Greenland; Jørgens Brønlunds Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

DICTYOSIPHONALES

Punctaria plantaginea (Roth) Greville.

Harvey 1852, p. 115; Farlow 1881, p. 64, pl. 4, fig. 5; Kjellman 1883, p. 260; Newton 1931, p. 184; Taylor 1957, p. 166, pl. 15, fig. 4, 16, fig. 4; Lund 1959a, p. 133, fig. 28.

Two specimens, both with unilocular sporangia, were collected from the 3-5 m depth. One was 16 cm high and 1.5 cm wide, the other was 40 cm high and 2 cm wide.

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2060, 2076).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. None.

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Cumberland Sound, E. Baffin Island; Upernivik, W. Greenland; Duséens Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

Petalonia fascia (O. F. Müller) Kuntze.

Harvey 1852, p. 91, as *Laminaria fascia*; Farlow 1881, p. 62, pl. 4, fig. 3, as *Phyllitis fascia*; Kjellman 1883, p. 257, as *Ilea fascia*; Newton 1931, p. 176, fig. 110, as *P. fascias*; Smith 1944, p. 126, pl. 20, fig. 4, as *I. fascia*; Scagel 1957, p. 89, as *Petalonia debilis*; Taylor 1957, p. 167, pl. 14, fig. 5, pl. 15, fig. 3; Lund 1959a, p. 107.

This species occurred on rocks from the lower intertidal region to a depth of about 1 m. Plurilocular structures were present.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2115).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2018).

Ferryland Head: near Burns Head, May 1966 (2193, 2194).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Agardh 1848, as *Laminaria debilis*), Frenchmans Head and Port au Choix (Wilce 1959), St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Union Bay, W. Devon Island; Vaigat, W. Greenland; Tasiusak, E. Greenland; to Florida.

Petalonia zosterifolia (Reinke) Kuntze.

Newton 1931, p. 176, as *Phyllitis zosterifolia*; Smith 1944, p. 126, as *Ilea fascia* var. *zosterifolia*; Taylor 1957, p. 167, as *Petalonia fascia* var. *zosterifolia*.

Thread-like to 2 cm broad specimens were collected from rocks at the lower intertidal zone to depths of 2 m. Blade cross sections showed distinct med-

ullary cavities, especially near the margins. Some thalli had tubular stipes. Plurilocular structures were present.

Conception Bay: near Avondale, April 1966 (2173).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2007).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Ocean shore near St. John's and Grand Bay (Collins, Holden and Setchell 1903, No. 1082).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Atanikerdluk, W. Greenland; to Massachusetts.

Scytosiphon lomentaria (Lyngbye) C. Agardh.

Harvey 1852, p. 98, as *Chorda lomentaria*; Farlow 1881, p. 63; Kjellman 1883, p. 258; Newton 1931, p. 178, fig. 111; Smith 1944, p. 129, pl. 19, figs. 1, 2; Scagel 1957, p. 88; Taylor 1957, p. 168, pl. 15, fig. 2, pl. 16, fig. 3; Lund 1959a, p. 103, fig. 20.

This species, of which varieties have been described (see e.g. Setchell and Gardner 1925, Rosenvinge and Lund 1947), was found growing on rocks in the lower intertidal region and in 1-2 m deep water. Plants obtained from the intertidal zone (Witless Bay and Ferryland Head) had no constrictions and measured 0.25-1.5 mm wide and up to 20 cm long. Some blades tapered at the apex just as it did at the base, others had a gradually expanded upper portion that ended in a rounded apex. The subtidal plants (Trinity Bay) were 0.5-4 mm wide and up to 28 cm long. Constrictions were obvious only on the 2-4 mm wide plants. They had tapered apices. Specimens with plurilocular structures were present in all of the collections.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2116, 2117).

Conception Bay: Bell Island, July 1967 (Coleman).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2008).

Ferryland Head: near Burns Head, May 1966 (2191, 2192).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Miquelon (Hariot 1889), St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Cumberland Sound, E. Baffin Island; Upernivik, W. Greenland; Duséns Fjord, E. Greenland; to Florida.

Dictyosiphon foeniculaceus (Hudson) Greville.

Harvey 1852, p. 114; Farlow 1881, p. 66; Kjellman 1883, p. 269; Newton 1931, p. 168, fig. 105; Scagel 1957, p. 92; Taylor 1957, p. 172, pl. 12, fig. 4, pl. 14, fig. 2; Lund 1959a, p. 152.

An intertidal collection made by Dr. Coleman included several specimens of *D. foeniculaceus* f. *foeniculaceus* growing on *Chordaria flagelliformis*. They were 1–32 cm tall, the larger ones bearing unilocular sporangia.

Conception Bay: near Chamberlains, July 1967 (Coleman).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Taylor 1957), Miquelon (Hariot 1889), St. Pierre (Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Rawlings Bay, E. Ellesmere Island; Foulke Fjord, W. Greenland; Kejser Franz Josephs Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

LAMINARIALES

Chorda filum (Linnaeus) Lamouroux.

Harvey 1852, p. 98; Farlow 1881, p. 91, pl. 6, fig. 1; Kjellman 1883, p. 245, pl. 26, fig. 16; Newton 1931, p. 200, fig. 127; Scagel 1957, p. 93; Taylor 1957, p. 176, pl. 14, fig. 3, pl. 15, fig. 1; Lund 1959a, p. 155.

This alga was found growing only in the subtidal region, from near the low tide level to a depth of about 6 m. A sparsely growing species, it occurred on rocks and shells of *Mytilus edulis*.

Conception Bay: near Kelligrews River, August 1964 (1990).

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2059).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (De la Pylaie 1829), Miquelon and St. Pierre (De la Pylaie 1829, Hariot 1889, Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. E. Hudson Bay; Upernivik, W. Greenland; Duséns Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

Chorda tomentosa Lyngbye.

Kjellman 1883, p. 246; Newton 1931, p. 200; Taylor 1957, p. 175; Lund 1959a, p. 156.

Only one specimen of this relatively rare species was collected. It was 0.8 m long and was found growing at a depth of 2–3 m.

Conception Bay: near Manuels River, July 1965 (2041).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Frenchmans Head (Wilce 1959), Miquelon (Hariot 1889).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. E. Hudson Bay; Ujaragsugssuk, W. Greenland; Jørgen Brønlunds Fjord, E. Greenland; to Long Island.

Laminaria agardhii Kjellman.

Kjellman 1883, p. 234; Setchell 1900, p. 147; Taylor 1957, p. 179, pl. 18, fig. 2.

This species was very common at the 2-6 m depth in Port au Port Bay. Both blade and stipe lacked mucilage ducts. A distinctive feature of the blade was the ruffled margins and the smooth, slightly thickened median portion. This median strip made up about a third of the blade, except below where it made up most of the cuneate base even as it narrowed and merged with the stipe.

Port au Port Bay : off Black Head, July 1965 (2054); American Bank, July 1965 (2084, 2085).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. None.

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Hudson Strait to Massachusetts.

Laminaria groenlandica Rosenvinge.

Kjellman 1883, p. 228, as *Laminaria cuneifolia*; Scagel 1957, p. 93, as *L. cuneifolia*; Taylor 1957, p. 179, as *L. cuneifolia*, p. 180; Lund 1959a, p. 163; Wilce 1960, p. 203.

Sterile specimens of this species were collected from a shallow intertidal pool and from a depth of 2-6 m. The blades were leathery and dark brown to black. Mucilage ducts were present in the blades and in the stipes.

Witless Bay : near Kellis Point, September 1964 (2000, 2022).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. None.

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Pim Island, Smith Sound; Upernivik, W. Greenland; Kap Tobin, E. Greenland; to Newfoundland. Prior to this report, the southernmost collection of this species was made in Hebron Fjord, Labrador, by Wilce (1959).

Laminaria saccharina (Linnaeus) Lamouroux.

Harvey 1852, p. 92; Farlow 1881, p. 93; Kjellman 1883, p. 229, pl. 25, fig. 7; Setchell 1900, p. 146; Scagel 1957, p. 96; Taylor 1957, p. 180; Lund 1959a, p. 159, fig. 34.

This species was seen only at the 2-6 m depth. Mucilage ducts were present only in the blades, which were somewhat translucent and yellowish or greenish brown. The specimens were sterile.

Port au Port Bay : off Black Head, July 1965 (2052); American Bank, July 1965 (2086).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Harvey 1852), Miquelon (De la Pylaie 1829, as *Laminaria caperata*; Hariot 1889, as *L. caperata*), St. Pierre (De la Pylaie 1829, as *L. caperata*).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Northwestern Ellesmere Island (81-83° N); Unartok, W. Greenland; Jørgen Brønlunds Fjord, E. Greenland; to Massachusetts.

Saccorhiza dermatodea (De la Pylaie) J. Agardh.

Harvey 1852, p. 91, as *Laminaria lorea*, p. 92, as *L. dermatodea*; Farlow 1881, p. 95; Kjellman 1883, p. 223, pl. 25, figs. 1-4, as *Phyllaria dermatodea*, p. 226, pl. 24, pl. 25, figs. 5, 6, as *P. lorea*; Taylor 1957, p. 177, pl. 22, fig. 2; Lund 1959a, p. 157.

Sterile specimens were found attached to rocks at about the 5 m depth. Hair tufts were absent from the numerous cryptostomata speckling the translucent, light brown blades.

Port au Port Bay : off Black Head, July 1965 (2055, 2057).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Agardh 1848, as *Laminaria dermatodea* and *L. lorea*), Miquelon (Hariot 1889), St. Pierre (De la Pylaie 1829, as *L. dermatodea*; Le Gallo 1947, as *Phyllaria dermatodea*).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Simmons Peninsula, S. Ellesmere Island; Almindelig, W. Greenland; Amdrups Havn, E. Greenland; to Massachusetts.

Agarum cribrosum Bory.

Harvey 1852, p. 95, pl. 5, as *Agarum turneri*; Farlow 1881, p. 96, as *A. turneri*; Kjellman 1883, p. 222, as *A. turneri*; Scagel 1957, p. 101; Taylor 1957, p. 185, pl. 22, fig. 1; Lund 1959a, p. 166.

This species was seen only at depths greater than 3 m. The deepest depth at which it was collected was about 48 m (by dredging) in the southern part of Conception Bay. At this area, it was the only brown alga brought up from a series of dredgings made at 20 m and deeper.

Conception Bay : dredged between Kellys Island and Long Pond (2158), off Bell Rock (2157), and between Kellys Island and Manuels River mouth (2143), September 1965.

Witless Bay : near Kellis Point, September 1964 (1998, 1999, 2003).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (De la Pylaie 1829, as *Laminaria agarum* and *L. boryi*), Miquelon (De la Pylaie 1829, as *L. agarum*, Hariot 1889, as *L. turneri*), St. Pierre (De la Pylaie 1829, as *L. agarum*).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Fram Haven, E. Ellesmere Island; Foulke Fjord, W. Greenland; Kangerdlugssuaq, E. Greenland; to Massachusetts.

Alaria esculenta (Linnaeus) Greville f. *esculenta*.

Harvey 1852, p. 88; Farlow 1881, p. 97; Kjellman 1883, p. 212, pl. 25, fig. 19; Newton 1931, p. 206, fig. 130; Taylor 1957, p. 186, pl. 21, fig. 2; Lund 1959a, p. 168.

All of the *Alaria* specimens collected are referred to as *A. esculenta* because of their long and narrow sporophylls and the acute to cuneate base of the vegetative blade. They grew in the lower intertidal zone down to a depth of about 2 m. Most of the fertile sporophylls of f. *esculenta* were less than 2 cm wide (dried material), a few had widths of nearly 2.5 cm. Their longest length was 29 cm. The stalk below the rachis was terete or compressed and varied in length from 4 to 12 cm. The base of the 5-15 cm wide vegetative blades was very gradually tapered, becoming almost decurrent just above the rachis.

Tor Bay : near Outer Cove, September 1964 (2031x).

Witless Bay : near Kellis Point, September 1964 (2012, 2015).

Ferryland Head : near Burns Head, May 1966 (2180, 2181, 2183).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (De la Pylaie 1829, as *Laminaria linearis*), Miquelon (De la Pylaie 1829, as *L. linearis*; Hariot 1889, as *Orgyia pinnata*), St. Pierre (De la Pylaie 1825, as *L. esculenta* var. *taeniata*; 1829, as *L. linearis*; Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Dundas Harbour, S. Devon Island; to Massachusetts.

Alaria esculenta f. *musaeifolia* (De la Pylaie) Kjellman.

Kjellman 1883, p. 212; Taylor 1957, p. 187, as *Alaria musaeifolia*.

One specimen was collected from just below the intertidal region. The terete stipe was 4 cm long; the flattened rachis, 3.5 cm long. Crowded together on each side of the rachis were at least 12 stalked sporophylls, the largest of which was 2.5 cm wide and more than 30 cm long. They were fertile. The vegetative blade had a decurrent, cuneate base that expanded above to a width of 22 cm.

Ferryland Head : near Burns Head, May 1966 (2182).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. (Taylor 1957, as *Alaria musaeifolia*), Miquelon (Le Gallo 1947, as *A. musaeifolia*), St. Pierre (De la Pylaie 1825, as *Laminaria esculenta* var. *platyphylla*; 1829, as *L. musaeifolia*).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Newfoundland to Maine.

FUCALES

Fucus distichus Linnaeus subsp. *distichus*.

Harvey 1852, p. 69; Farlow 1881, p. 102, as *Fucus filiformis*; Kjellman 1883, p. 210, p. 206, pl. 19, figs. 1, 2, as *F. miclonensis*, p. 207, as *F. linearis*, p. 208, as *F. filiformis*; Powell 1957, p. 420, pl. 1, fig. 2; Scagel 1957, p. 112, as *F. edentatus* f. *acutus* and *F. edentatus* f. *divaricatus*; Taylor 1957, p. 190, pl. 23, fig. 2, as *F. filiformis* and *F. miclonensis*; Lund 1959a, p. 169, as *F. inflatus* in part.

Up to 10 cm tall plants were found growing in a shallow tide pool in the upper intertidal zone.

Witless Bay : near Kellis Point, September 1964 (2021).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Miquelon (De la Pylaie 1829, as *Fucus miclonensis*; Hariot 1889, as *F. filiformis*), St. Pierre (De la Pylaie 1829, as *F. miclonensis* and *F. filiformis*; Le Gallo 1947, as *F. filiformis*).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Hudson Strait; Ritenbenk, W. Greenland; Kejser Franz Josephs Fjord, E. Greenland; to Nova Scotia.

Fucus distichus subsp. *edentatus* (De la Pylaie) Powell.

Harvey 1852, p. 70, as *Fucus furcatus*; Farlow 1881, p. 102, as *F. furcatus*; Kjellman 1883, p. 204, as *F. edentatus*; Smith 1944, p. 152, pl. 32, fig. 2, as *F. furcatus*; Powell 1957, p. 424, pl. 2, fig. 2; Scagel 1957, p. 113, as *F. edentatus* f. *edentatus*, p. 116, as forms of *F. gardneri*; Taylor 1957, p. 191, pl. 23, fig. 3, as *F. edentatus*; Lund 1959a, p. 169, as *F. inflatus* in part.

Plants up to 32 cm tall were collected from the intertidal zone.

Ferryland Head: near Burns Head, May 1966 (2177, 2184).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Quirpon Island, Hare Bay, and other areas (De la Pylaie 1829); Miquelon (De la Pylaie 1829, Hariot 1889); St. Pierre (De la Pylaie 1829, Le Gallo). All as *F. edentatus*.

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. W. James Bay, Hudson Bay; Godhaven, W. Greenland; Kejser Franz Josephs Fjord, E. Greenland; to New Jersey.

Fucus distichus subsp. *evanescens* (C. Agardh) Powell.

Farlow 1881, p. 101, as *Fucus evanescens*; Kjellman 1883, p. 202, as *F. evanescens*; Powell 1957, p. 426; Scagel 1957, p. 114, as forms of *F. evanescens*; Taylor 1957, p. 193, pl. 23, fig. 4, pl. 24, fig. 2, as *F. evanescens*; Lund 1959a, p. 169, as *F. inflatus* in part.

Plants up to 55 cm high were found growing from the lower intertidal region to a depth of about 1 m.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2114).

Placentia Bay: Point Verde, August 1965 (2125).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Northwestern region (Wilce 1959), Miquelon (Hariot 1889, as *Fucus evanescens*).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Fram Haven, E. Ellesmere Island; Foulke Fjord, W. Greenland; Kejser Franz Josephs Fjord, E. Greenland; to Massachusetts.

Fucus vesiculosus Linnaeus.

Harvey 1852, p. 71; Farlow 1881, p. 100, pl. 8, fig. 1, pl. 9, figs. 1, 2; Kjellman 1883, p. 198; Newton 1931, p. 217; Taylor 1957, p. 192, pl. 25, figs. 1-3; Lund 1959a, p. 168.

Fucus vesiculosus was the most abundant and most widely distributed of the *Fucus* species. It grew from the lower intertidal zone to a depth of about 5 m. The specimens collected were 10-43 cm tall.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2109, 2110).

Conception Bay: near Manuels River, August 1964 (1995); mouth of Kelligrews River, August 1964 (1996, 1997); near Avondale, April 1966 (2168).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2013).

St. Mary's Bay: St. Joseph's, July 1967 (Coleman).

Placentia Bay: Swift Current, July 1965 (Brown); Point Verde, August 1965 (2126, 2128, 2129, 2130, 2133).

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2027, 2068).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Southern region (De la Pylaie 1829), northwestern region (Wilce 1959), Miquelon (De la Pylaie 1829, Hariot 1889), St. Pierre (De la Pylaie 1829, Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Craig Harbour, S. Ellesmere Island; Upernivik, W. Greenland; Kangerdlugssuaq, E. Greenland; to North Carolina.

Ascophyllum nodosum (Linnaeus) Le Jolis.

Harvey 1852, p. 68, as *Fucus nodosus*; Farlow 1881, p. 99; Kjellman 1883, p. 194, as *Ozothallia nodosa*; Newton 1931, p. 220, fig. 139; Taylor 1957, p. 195, pl. 27, figs. 1, 2; Lund 1959a, p. 171.

Thalli 16-50 cm tall were collected from rocks in the intertidal region down to the 6 m depth.

Trinity Bay: near Island Cove, August 1965 (2111, 2112).

Witless Bay: near Kellis Point, September 1964 (2014, 2017).

Placentia Bay: Swift Current, July 1965 (Brown).

Port au Port Bay: off Black Head, July 1965 (2053).

PREVIOUS NEWFOUNDLAND RECORD. Southwestern and northern coasts (De la Pylaie 1829, as *Halidrys congesta* and *H. nodosa*), Brigg Bay (Wilce 1959), Miquelon (Hariot 1889), St. Pierre (De la Pylaie 1829, as *H. gracilis*; Le Gallo 1947).

EASTERN N. AMERICA DISTRIBUTION. Cumberland Sound, E. Baffin Island; Umanak, W. Greenland; Angmagsivik, E. Greenland; to New Jersey.

Acknowledgments

This study was aided in part by Grant A-2376 from the National Research Council. I wish to thank Mr. Hugh Lilly, Geology Department, Memorial University of Newfoundland, whose enthusiasm and skill in scuba diving made many of the subtidal collections possible.

References

- AGARDH, J.G., 1848. Species genera et ordines algarum Vol. 1, pp. viii + 1-363. C.W.K. Gleerup, Lund.
- AGARDH, J. G., 1851. Species genera et ordines algarum Vol. 2, Part 1, pp. xii + 1-336, addenda 337-351. C.W.K. Gleerup, Lund.
- AGARDH, J. G., 1852. Species genera et ordines algarum Vol. 2, Part2, pp. 337-700, addenda 701-720. C.W.K. Gleerup, Lund.
- AGARDH, J. G., 1863. Species genera et ordines algarum Vol. 2, Part 3, pp. 701-1291. C.W.K. Gleerup, Lund.
- CARDINAL, A., 1964. Étude sur les Ectocarpacées de la Manche. *Beihefte Nova Hedwigia*, No. 15. 86 pp.
- COLLINS, F. S., I. Holden, and W. A. Setchell, 1895-1919. *Phycotheca boreali-americana*. Exsiccati Fascicles 1-14, A-E. Malden, Massachusetts.
- DE LA PYLAIE, A.J.M.B., 1825. Quelques observations sur les productions de l'île de Terre-Neuve, et sur quelques algues de la côte de France appartenant au genre Laminaire. *Ann. Sci. Nat.*, 4, 174-184.
- DE LA PYLAIE, A.J.M.B., 1829. Flore de l'île de Terre-Neuve et des îles St.-Pierre et Micon. Paris. 128 pp.

- FARLOW, W. G., 1881. The marine algae of New England. U.S. Commission of Fish and Fisheries. Part VII. Report of the Commissioner for 1879. Appendix A-1. 210 pp.
- FOSLIE, M. H., 1905. Remarks on northern *Lithothamnium*. *Kgl. Norske Videnskab. Selskabs Skrifter*, 1905, No. 3. 138 pp.
- HARIOT, P., 1889. Liste des algues recueillies à l'île Miquelon par M. le docteur Delamare. *J. Bot.*, **3**, 154-157, 181-183, 194-196.
- HARVEY, W. H., 1852. *Nereis boreali-americana*. Part 1. Melanospermeae. *Smithsonian Contr. Knowledge*, **3**, 1-150.
- HARVEY, W. H., 1853. *Nereis boreali-americana*. Part II. Rhodospermeae. *Smithsonian Contr. Knowledge*, **4**, 1-258.
- HUMM, H. J., 1948. Seaweed resources of Newfoundland. (Mimeographed 23 page report to the Newfoundland Industrial Development Board, St. John's).
- HUMM, H. J., 1950. Notes on the marine algae of Newfoundland. *J. Tennessee Acad. Sci.*, **25**, 229.
- JAASUND, E., 1960. *Elachistea lubrica* Ruprecht and *Elachistea fucicola* (Velley) Areschoug. *Bot. Mar.*, **1**, 101-107.
- KJELLMAN, F. R., 1883. The algae of the Arctic Sea. *Kongl. Svensk. Vetensk.-Akad. Handl.*, **20**, 1-350.
- LAUZIER, L., 1957. Hydrographic features of the waters of the Bay of Islands, Newfoundland, in the autumn. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, No. 111, pp. 287-317.
- LEE, R.K.S., 1966. Development of marine benthic algal communities on Vancouver Island, British Columbia. In *The evolution of Canada's flora*. Edited by R. L. Taylor and R. A. Ludwig. Univ. Toronto Press. pp. 100-120.
- LEIM, A. H., 1957. Summary of results under the Atlantic Herring Investigation Committee. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, No. 111, pp. 1-16.
- LE GALLO, C., 1947. Algues marines des îles Saint-Pierre et Miquelon. *Naturaliste can.*, **74**, 293-318.
- LUND, S., 1959a. The marine algae of East Greenland. I. Taxonomical part. *Medd. Grønland*, **156**, 1-247.
- LUND, S., 1959b. The marine algae of East Greenland. II. Geographic distribution. *Medd. Grønland*, **156**, 1-72.
- NEWTON, L., 1931. A handbook of the British seaweeds. London. xiii + 478 pp.
- PEASE, V. A., 1917. North Pacific coast species of *Desmarestia*. *Puget Sound Mar. Sta. Publ.*, **1**, 383-394.
- POWELL, H. T., 1957. Studies in the genus *Fucus* L. I. *Fucus distichus* L. emend. Powell. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* **36**, 407-432.
- ROSENVINGE, L. K., 1893. Grønland havalger. *Medd. Grønland*, **3**, 765-981.
- ROSENVINGE, L. K., and S. Lund., 1947. The marine algae of Denmark, contributions to their natural history. Vol. II. Phaeophyceae, III. Encoeliaceae, Myriotrichiaceae, Giraudiaceae, Striariaceae, Dictyosiphonaceae, Chordaceae, and Laminariaceae. *Kgl. Danske Videnskab. Selskabs Biol. Skrifter*, **4**, 1-99.

- SCAGEL, R. F., 1957. An annotated list of the marine algae of British Columbia and northern Washington. *Natl. Mus. Canada, Bull.* 150. vi + 289 pp.
- SETCHELL, W. A., 1900. Critical notes on the New England species of *Laminaria*. *Rhodora*, **2**, 115-119, 142-149.
- SETCHELL, W. A., and N. L. GARDNER, 1925. The marine algae of the Pacific Coast of North America. Part III. Melanophyceae. *Univ. California Publ. Bot.*, **8**, 383-898.
- SMITH, G. M., 1944. Marine algae of the Monterey Peninsula, California. Stanford Univ. Press, California. ix + 622 pp.
- SVENDSEN, P., 1959. The algal vegetation of Spitsbergen. A survey of the marine algal flora of the outer part of Isfjorden. *Norsk Polarinst. Skrifter* Nr. 116. 54 pp.
- TAYLOR, W. R., 1928. A species of *Acrothrix* on the Massachusetts coast. *American J. Bot.*, **15**, 577-583.
- TAYLOR, W. R., 1957. Marine algae of the northeastern coast of North America. 2nd Edition. Univ. Michigan Press, Ann Arbor. viii + 509 pp.
- WILCE, R. T., 1959. The marine algae of the Labrador Peninsula and northwest Newfoundland (ecology and distribution). *Natl. Mus. Canada, Bull.* 158. iv + 103 pp.
- WILCE, R. T., 1960. Studies in the genus *Laminaria*. II. *Laminaria groenlandica* L. K. Rosenv. *Bot. Notiser*, **113**, 203-209.

INDICES DE POLLUTION DES EAUX DE LA RIVIÈRE DES PRAIRIES ^{1, 2}

GUY VAILLANCOURT ³

Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Montréal.

Résumé

Dans le présent travail, nous avons cherché à isoler les indices de pollution les plus sûrs, afin d'être mieux en mesure de juger rapidement et efficacement du degré de pollution d'une rivière.

La Rivière des Prairies qui longe le versant nord de l'Île de Montréal présentait à notre avis des conditions idéales pour un tel projet de recherche, puisqu'à la suite d'études antérieures axées essentiellement sur la recherche des germes, on a pu définir dans cette rivière quatre zones d'eau dont chacune était caractérisée par un degré de contamination très distinct.

Nos travaux portèrent surtout sur les indices suivants: la mesure de l'oxygène dissous, la demande biochimique en oxygène, le pH, la température, la turbidité, la couleur, le débit, la richesse en coliformes et l'évaluation qualitative et quantitative des macroorganismes aquatiques.

De l'étude rationnelle des données physico-chimiques et du lien qui existe entre ces valeurs et la présence ou l'absence de certains organismes de la faune benthique, il ressort que la mesure de l'oxygène dissous, de la demande biochimique en oxygène, de la densité de colibacilles ainsi que la présence de gammares sont les indices les plus certains pour apprécier la qualité d'une eau. L'oxygène dissous a diminué progressivement en fonction de la distance, vers l'aval de la rivière, c'est-à-dire dans des eaux de plus en plus polluées; la quantité est passée de 8.3 à 4.7 milligrammes par litre. La demande biochimique en oxygène a augmenté (1.9 à 4.5 mg/l) ainsi que la densité de colibacilles (487 à 215,044 coli/100 ml) tandis que l'abondance des gammares diminuait (424 à 28) en fonction du degré croissant de pollution.

En résumé, il apparaît donc que la Rivière des Prairies est sérieusement polluée sur les $\frac{2}{3}$ de son parcours, soit entre Ville de Laval (secteur Chomedey) et Montréal (secteur Rivière-des-Prairies). Le potentiel

1. Mémoire présenté en vue de l'obtention de la maîtrise ès science en biologie.

2. Publié avec l'autorisation du Recteur du Centre des Etudes Universitaires de Trois-Rivières, Qué.

3. Adresse actuelle: Centre des Etudes Universitaires de Trois-Rivières, Qué.

autoépurateur de la rivière entre ces deux endroits ne peut donc pas, de toute évidence, éliminer en entier la charge organique qu'on lui impose.

Abstract

In the present study we have tried to isolate the most reliable signs of pollution in order to be in a better position to judge rapidly and efficiently the degree of pollution of a river.

The Rivière des Prairies which runs along the north shore of the island of Montreal, offered in our opinion ideal conditions for such a project, since following previous studies directed essentially towards the research of germs, this river has been divided into four water zones, each being characterized by a very different degree of contamination.

Our studies were directed mainly towards the following signs: measure of dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, pH value, temperature, turbidity, color, flow, coliform content and the qualitative and quantitative evaluation of the aquatic macroorganism.

From the rational study of the physical and chemical known values and from the existing relation between these values and the presence or absence of certain organisms of the benthonic fauna, it can be seen that the measures of dissolved oxygen, of biochemical oxygen demand, of coliform density and that the presence of grammarus are the most certain clues in the analysis of the quality of water.

The quantity of dissolved oxygen has progressively diminished with the downstream distance, that is, in more and more polluted waters; the quantity decreased from 8.3 to 4.7 milligrams per liter. The biochemical oxygen demand has increased (from 1.9 to 4.5 mg/l) and also the density of coliform (from 487 to 215,044 coli/100 ml) whereas the presence of grammarus was decreasing (from 424 to 28) in proportion with the increasing degree of pollution.

To summarize, it appears that the Rivière des Prairies is seriously polluted along the $\frac{2}{3}$ of its course, that is, between Ville de Laval (Chomedey district) and Montreal (Rivière des Prairies district). The self-cleaning potential of the river between these two points, cannot, evidently, eliminate the entire organic load inflicted.

Introduction

La pollution des eaux est un problème majeur qui se pose actuellement au Québec. L'importance de l'eau dans l'économie et la vie d'une nation ou d'une région en général est intimement liée à son accessibilité, à son abondance et à la qualité. La qualité de l'eau n'a pas seulement une importance hygiénique et économique mais est encore un facteur déterminant pour la conservation de la faune aquatique.

Dans ce travail, nous avons voulu étudier certains indices physiques, chimiques et biologiques pouvant servir dans le futur de critères pour évaluer la qualité de l'eau. A la suite d'observations antérieures, nous avons choisi la Rivière des Prairies où la population urbaine déverse ses égoûts sanitaires à l'état brut sur la partie du parcours de la rivière s'échelonnant depuis la Ville de Chomedey jusqu'à l'extrémité orientale de la Ville de Montréal (secteur Rivière-des-Prairies).

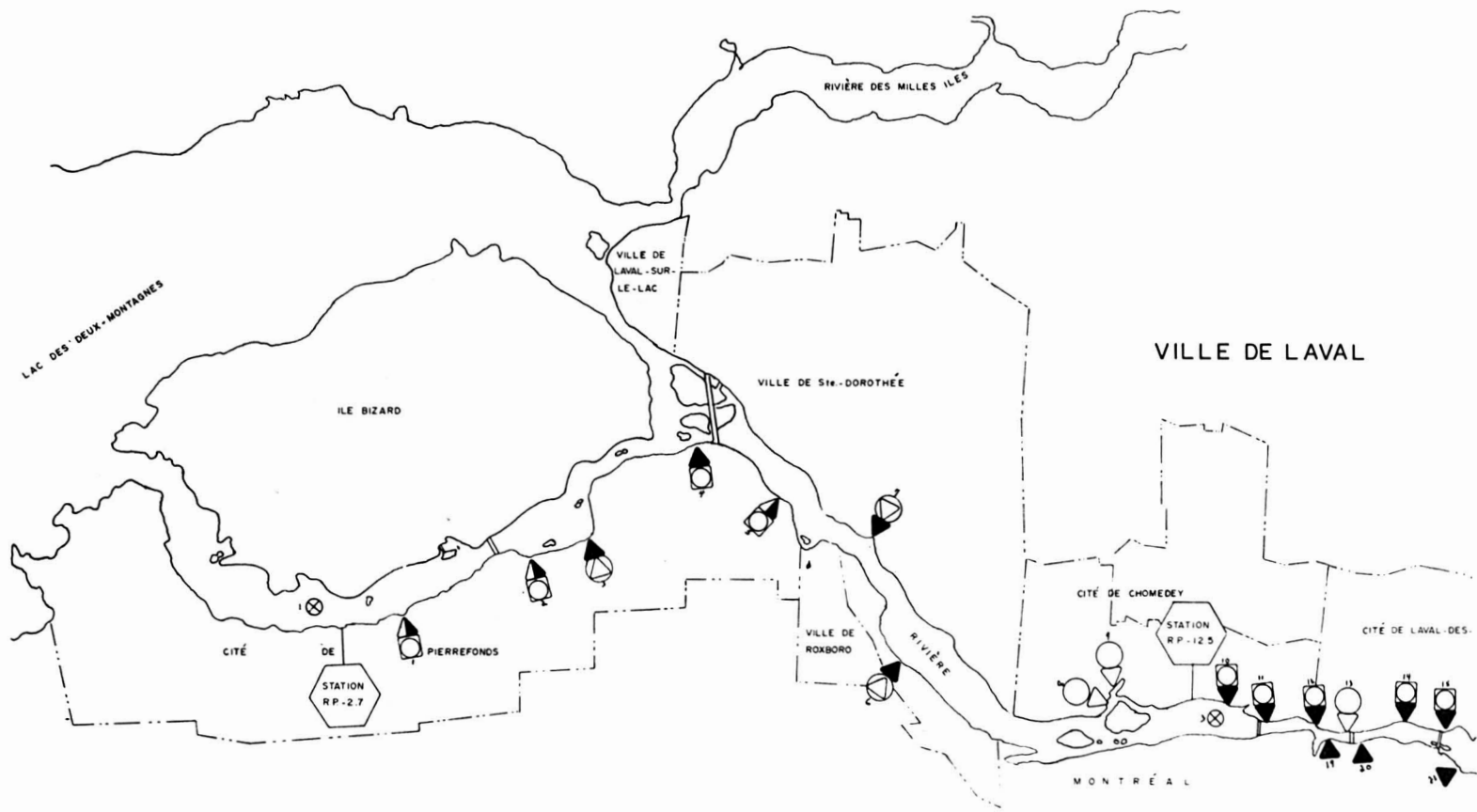
De plus, nous avons formulé l'hypothèse suivante: dans des eaux de qualité différente, la charge polluante introduite conditionne la nature du milieu; par suite, il y aura modification de l'habitat, i.e., on ne rencontrera pas nécessairement les mêmes organismes dans des eaux de degrés de pollution différents. Nous avons donc étudié la faune macroscopique du benthos à différents endroits de la Rivière des Prairies en vue d'établir un certain rapprochement entre l'abondance ou la rareté de certains organismes et les variations dans l'équilibre physico-chimique et bactériologique du milieu.

Basé sur des limitations pratiques, le choix de nos analyses fut le suivant: le débit du cours d'eau, l'oxygène dissous (O.D.), la demande biochimique en oxygène (D.B.O.), la température, le pH, la couleur, la turbidité et la teneur en colibacilles. Ces analyses permettent d'étudier de façon qualitative et quantitative la distribution des charges polluantes, la réaération et les valeurs de l'oxygène utilisé. Selon Nemerov (1963), on peut juger de façon satisfaisante de la qualité d'une eau en se limitant aux huit analyses mentionnées précédemment.

LA RIVIÈRE DES PRAIRIES

La Rivière des Prairies débute entre l'île Bizard et l'île de Montréal au point $73^{\circ} 55' 57''$ de longitude ouest et $45^{\circ} 28' 30''$ de latitude nord; elle coule vers le nord-est pour atteindre le fleuve Saint-Laurent au point $73^{\circ} 32' 27''$ de longitude ouest et $45^{\circ} 41' 23''$ de latitude nord à l'extrémité des îles de Montréal et Jésus (Figures 1 et 2). La longueur totale est d'environ trente milles, soit de la Cité de Pierrefonds à la Ville de Montréal, secteur Rivière-des-Prairies. La largeur varie de 1,500 à 4,000 pieds; la profondeur moyenne se situe autour de 27 pieds.

L'occupation des rives varie beaucoup. Tantôt les habitations approchent de l'eau, tantôt de grands espaces déboisés servent de plages ou de terrains de camping. Par ailleurs, on trouve encore sur la rive nord des secteurs boisés, rideaux d'arbres séparant des rives mêmes certains terrains cultivés. A ceci, ajoutons la présence de basses terres souvent inondées au printemps.



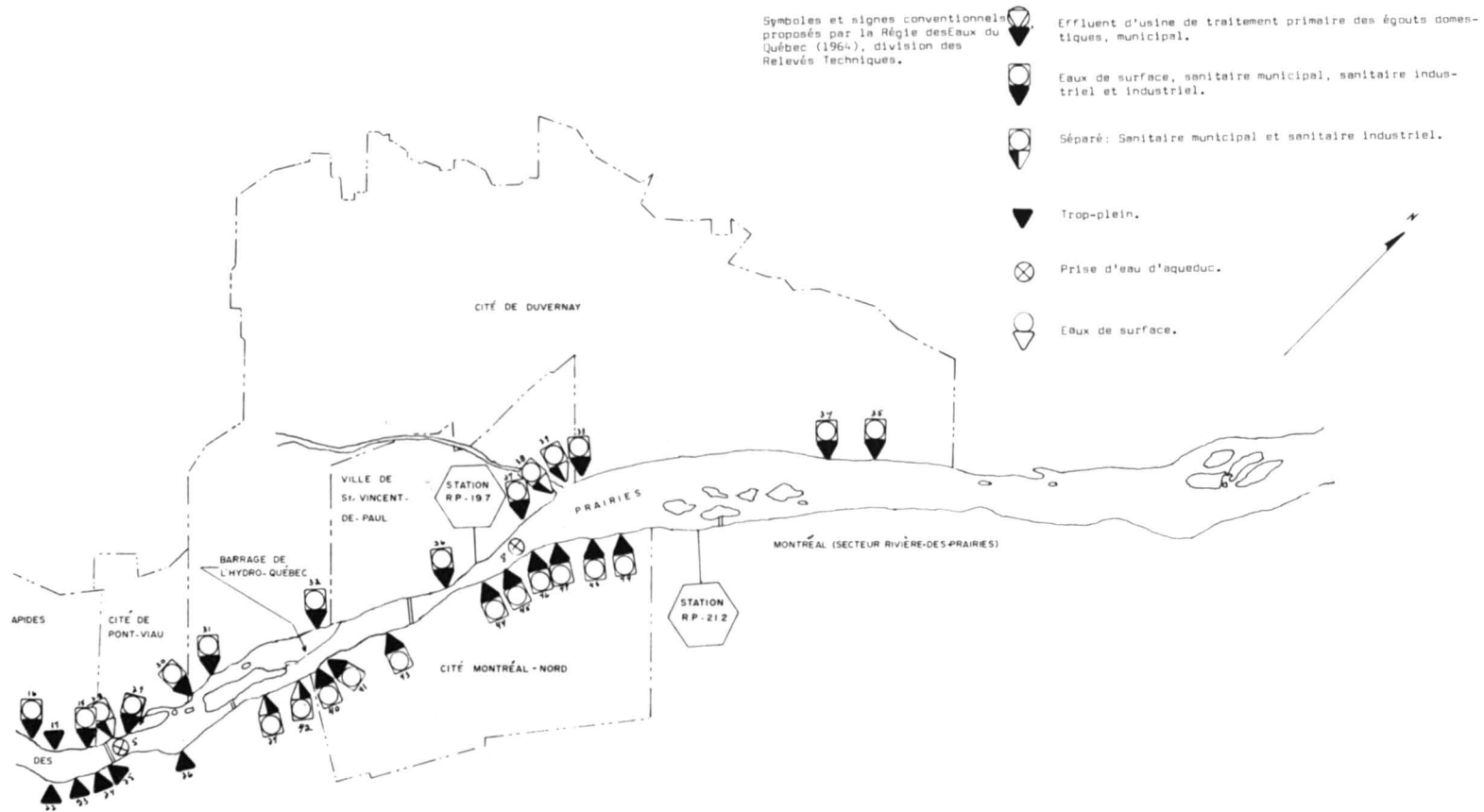


FIG. 1 - Carte géographique générale de la Rivière des Prairies.

TABLEAU I.

Débits de la Rivière des Prairies mesurés en pieds cubes/seconde au barrage de l'Hydro-Québec à Montréal-Nord en juillet, août, septembre et octobre 1964.

Jours du mois	Débits exprimés en p.c.s.			
	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1	31,390	21,260	18,860	19,930
2	29,630	19,990	19,010	20,050
3	31,900	16,980	19,810	22,150
4	33,680	18,360	19,500	21,320
5	32,500	17,100	20,160	19,260
6	30,300	19,290	20,040	18,790
7	18,400	20,230	17,330	20,580
8	28,430	20,230	15,960	21,040
9	28,880	20,230	17,970	20,790
10	30,900	19,850	18,860	21,570
11	29,120	17,640	19,690	21,360
12	25,660	20,120	20,150	18,910
13	24,340	23,590	18,930	19,670
14	24,600	19,780	16,860	20,310
15	25,340	20,650	17,050	22,060
16	25,440	19,760	17,870	21,770
17	25,150	18,250	18,800	21,400
18	24,450	20,460	19,370	21,320
19	23,680	20,080	18,250	20,400
20	21,890	20,110	16,840	20,350
21	21,100	20,560	16,040	21,140
22	20,850	20,090	17,120	21,470
23	20,390	20,260	17,980	22,390
24	20,260	19,680	19,590	22,140
25	21,580	19,150	19,930	20,970
26	22,060	20,380	19,350	19,100
27	20,660	20,770	18,140	20,180
28	19,870	20,170	17,680	20,590
29	21,450	20,150	17,200	21,880
30	23,010	20,050	19,570	24,530
31	22,240	18,315	—	23,980
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	25,450	19,790	18,460	21,010

Le lit de la rivière alterne de couches de sable fin, de gravier et de vase. Les herbiers abondent, surtout dans les baies avec eau relativement calme.

Le débit moyen des 41 dernières années, mesuré par les fonctionnaires du Ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, (1962-63), latitude nord de 45° 31' 20", longitude ouest de 73° 51' 11", est égal à 37,300 pieds cubes/seconde (p.c.s.). Le 18 avril 1951, on eut le débit quotidien maximum de 112,000 p.c.s., tandis que le 27 septembre 1921, on enregistra le plus faible débit, soit: 12,000 p.c.s.; à noter cependant, qu'une partie seulement du débit total passe à Pierrefonds, l'autre branche de la Rivière des Prairies contournant l'île Bizard par sa rive nord-est. Au moment des prélèvements, durant les mois de juillet, août, septembre et octobre 1964, les débits quotidiens moyens de la Rivière des Prairies étaient de 25,450 – 19,590 – 18,460 – 21,010 p.c.s. tels que mesurés à Montréal-Nord au barrage de l'Hydro-Québec (tableau I). Il y a des rapides au sud-ouest de l'île Bizard, dans les régions de Sainte-Dorothée, de Laval-des-Rapides, de Pont-Viau, de Montréal ainsi qu'en aval du barrage de l'usine hydro-électrique de l'Hydro-Québec située 2 milles en amont de Saint-Vincent-de-Paul, qui est celle déjà mentionnée pour Montréal-Nord.

La Rivière des Prairies est utilisée comme source d'eau potable par la Ville de Laval (Chomedey, Pont-Viau, pénitencier de Saint-Vincent-de-Paul) et aussi par la Ville de Pierrefonds. Malgré la population métropolitaine très élevée, peu de personnes s'adonnent dans la Rivière des Prairies, vu son état de pollution, aux plaisirs de la baignade, à l'exception de quelques milliers de baigneurs qui fréquentent des plages privées situées surtout sur le cours supérieur (ouest) de la rivière. En ce qui regarde sa navigabilité, seules des embarcations de plaisance peuvent utiliser ce cours d'eau, vu sa profondeur très variable.

Les municipalités de la rive nord de la Rivière des Prairies font partie de Ville de Laval depuis 1965; au temps de notre étude, ces municipalités se nommaient: Ville de Sainte-Dorothée, Cité de Chomedey, Cité de Laval-des-Rapides, Cité de Pont-Viau, Cité de Duvernay et Ville de Saint-Vincent-de-Paul (Figure 2). La population totale en 1964 y est d'environ 125,410 personnes. On trouvera au tableau II la liste complète des égouts collecteurs d'eaux usées traitées ou non traitées qui débouchent sur la Rivière des Prairies, la liste des égouts pluviaux (émissaires utilisés uniquement par les eaux de surface) et des trop-pleins (déversoirs), ainsi que la liste des prises d'eau. Ce tableau fournit en même temps certains détails qui permettent de localiser facilement les émissaires ou les prises d'eau. En résumé, la Rivière des Prairies reçoit donc sur la rive nord l'effluent d'une usine de traitement (traitement primaire), les eaux d'égouts de seize collecteurs combinés (eaux de surface et eaux usées), les eaux de surface de trois pluviaux, ainsi que les eaux d'égouts d'un trop-plein.

TABLEAU II

Numéro des émissaires, le site, la dimension, le type et la localisation des prises d'eau.

Emissaires		Site	Dimensions		Type			Prise d'eau	
* R.D.P.	Municipalité	Rue			San.	Pluv.	Comb.	Traité	No. Traitement
E 1	Pierrefonds	St-Jean Bap.	15"		×				P-1 Filtration
E 2	"	Bourget	30"		×				
E 3	"	Lot 154	36"					T.P.	
E 4	"	Balmoral	30"				×		
E 5	"	Chesnut	36"		×				
E 6	"	Rose	36"					T.P.	
E 7	Ste-Dorothée	Ter. Crevier						T.P.	
E 8	Chomedey	Leduc				×			P-3 Filtration
E 9	"	L'Elysée				×			
E 10	"	80e Avenue	30"				×		
E 11	"	69e Avenue					×		
E 12	Laval-des-Rapides	59e Avenue	15"				×		
E 13	"	52e Avenue	48"			×			
E 14	"	39e Avenue	60"				×		
E 15	"	31e Avenue	18"				×		
E 16	"	L'Angle Bleu	18"				×		
E 17	"	9e Avenue	15"					T.P.O.	
E 18	"	Boul. Martin	30"				×		
E 19	Montréal	Lavigne	96"	15'0"				T.P.O.	
E 20	"	Colbert						"	
E 21	"	Salaberry	36"	14'0"				"	
E 22	"	Tolhurst						"	
E 23	"	St-Laurent	72"					"	
E 24	"	D'Autreuil		10'0"				"	
E 25	"	St-Denis	48"					"	

Numéro des émissaires, le site, la dimension, le type et la localisation des prises d'eau. (suite)

Emissaires	Site	Dimensions	Type			Prise d'eau	
			San.	Pluv.	Comb.	Traité	No. Traitement
* R.D.P.	Municipalité	Rue					
E 26	"	Curotte		9'6"		"	
E 27	"	De Lille	30"		×		P-5 Filtration
E 28	Pont-Viau	St-Charles	30"		×		
E 29	"	"	24"			×	
E 30	Pont-Viau	N.D. de Fatima	60"			×	
E 31	Duvernay	Joubert	48"			×	
E 32	"	Montrose	42"			×	
E 33	"	Limoges	42"			×	
E 34	"	Cimon	60"			×	
E 35	"	Des Pins	36"			×	
E 36	S.V. de Paul	Belleville	42"			×	P-8 Filtration
E 37	"	St-Simon	42"			×	(Pénitentier)
E 38	"	M. Masson	60"		×		
E 39	"	"	9"		×		
E 40	Mont. Nord	Geo. Vanier	48"			×	
E 41	"	Cadieux	48"			×	
E 42	Montréal	Lauzanne		10'0"	×		
E 43	Mont. Nord	Plaza	60"			×	
E 44	"	Henault	72"			×	
E 45	"	Brunet	42"			×	
E 46	"	Lanthier	60"			×	
E 47	"	Desy	48"			×	
E 48	"	Rolland	12"			×	
E 49	"	Lots 5 - 7				×	

* R.D.P. Rivière des Prairies
 San. sanitaire
 Pluv. eaux de surface

Comb. eaux sanitaires et eaux de surface
 T.P.O. trop-plein en temps d'orage (déversoir)
 T.P. traitement primaire

Sur la rive sud, on trouve les municipalités suivantes: la Cité de Pierrefonds, Ville de Roxboro, Villes de Montréal-Nord et Montréal (secteur Rivière-des-Prairies) (Figure 2). La population riveraine est d'environ 92,000 âmes; cependant, les collecteurs de Montréal, Saint-Laurent, Mont-Royal, Outremont, Saint-Michel et Saint-Léonard y déversent les égouts émanant d'une population totale de plus d'un million de personnes (Roy, Audet et Audet, 1963). Le tableau II indique que les émissaires localisés sur cette rive sud de la Rivière des Prairies se répartissent comme suit: 5 émissaires sanitaires, 10 émissaires combinés, 8 trop-pleins utilisés en temps d'orage ainsi que deux effluents d'usines de traitement primaire. Tous les renseignements du tableau II sur les émissaires et les prises d'eau des rives nord et sud de la Rivière des Prairies se retrouvent à la Figure I: vue d'ensemble de la situation, chacun des émissaires et chacune des prises d'eau par rapport aux stations d'échantillonnage que nous décrivons maintenant.

DESCRIPTION DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE.

Le choix de nos stations d'échantillonnage sur la Rivière des Prairies se fonde sur les examens bactériologiques exécutés au cours des années 1961-62-63 et dont on trouvera les résultats au tableau III. A cette occasion, on avait délimité 4 zones de pollution différentes, soit une de pollution nulle, une autre de pollution légère, une troisième de pollution importante, enfin, la dernière de pollution extrême.

Les numéros de nos stations ont été établis d'après le code international utilisé pour les relevés d'un cours d'eau (New York State Department of Health, 1963). La distance de chaque station est calculée en milles à partir début de la rivière. Ainsi, R. P. - 2.7 veut dire que cette station sur la Rivière des Prairies est située à 2.7 milles du début de la rivière.

Station: R. P. - 2.7, Pierrefonds (plage Rivière).

Ce point d'échantillonnage est situé à la hauteur de la Cité de Pierrefonds sur la rive sud de la rivière en amont des émissaires qui véhiculent les égouts de cette localité. On remarque qu'à partir du lac des Deux-Montagnes jusqu'à ce point, il n'y a pas de source de pollution connue émanant d'égouts municipaux.

Station: R. P. - 12.5, Chomedey (plage Mon Repos).

A ce point précis sur la rive nord, la Rivière des Prairies subit déjà les effets des égouts sanitaires de la municipalité de Sainte-Dorothée située immédiatement en amont. Les eaux usées de cette municipalité de 7,290

âmes n'ont subi qu'un traitement primaire (réduction de 30% de la charge organique). A l'intérieur des limites de Chomedey, on remarque la présence de deux émissaires pluviaux en amont du point d'échantillonnage.

TABLEAU III

Résultats des analyses de colibacilles qui ont servi de guide dans le choix des stations d'échantillonnage.

Date		Colibacilles/100 ml			
		St. R.P.-2.7	St. R.P.-12.5	St. R.P.-19.7	St. R.P.-21.2
Janvier	1963			17,000	160,000
Février	1963			16,000	160,000
Avril	1962			54,000	240,000+
Mai	1963		1,100	22,000	22,000
Juin	1961	264			
Juin	1963		2,950	97,500	97,500
Juillet	1961	815			
Juillet	1962	1,543	790		
Juillet	1963	230	2,800		200,000
Août	1961	119	490		
Août	1963	580	3,475		240,000+
Septembre	1963		7,900		

Station: R. P. - 19.7, Saint-Vincent-de-Paul (face à la rue Saint-Simon).

Cette station se trouve sur la rive nord de la rivière et reçoit les eaux contenant les égouts de Sainte-Dorothée, Chomedey, Laval-des-Rapides, Pont-Viau, partie ouest de Duvernay et de Saint-Vincent-de-Paul, le tout représentant une population totale de 105,000 personnes. Les émissaires localisés en amont de ce point d'échantillonnage sur la rive nord se répartissent comme suit: émissaire dont les eaux usées ont subi un traitement primaire, 3 émissaires d'eau de surface, 1 trop-plein, 1 émissaire d'égouts séparés (égouts domestiques exclusivement) et 12 émissaires d'égouts combinés (égouts domestiques et eaux de surface).

Station: R. P. — 21.2, Montréal (secteur Rivière-des-Prairies, en amont du pont de l'île Rochon).

Ce point d'échantillonnage est établi sur la rive sud de la rivière en aval de Pierrefonds, Roxboro, la partie sud de Montréal et finalement Montréal-Nord, le tout représentant une population de près d'un million de personnes. Le nombre d'émissaires se déversant en amont de ce point d'échantillonnage sur la rive sud se répartit comme suit: 2 émissaires dont les eaux usées ont subi un traitement primaire, 8 trop-pleins, 5 émissaires d'égouts séparés et 10 émissaires d'égouts combinés.

Méthodes

PRÉLÈVEMENT ET ANALYSE DES ÉCHANTILLONS D'EAU.

Pour chacune des stations, les prélèvements furent effectués à environ 40 pieds du rivage; la profondeur moyenne approximative était d'environ 3 pieds.

a) *Oxygène dissous.* — Pour l'analyse de l'oxygène dissous, nous avons utilisé l'échantillonneur d'eau d'égout³, tel que recommandé par l' "American Public Health Association" (1960). Cet appareil métallique contient une bouteille de verre de 300 ml caractérisée par un bouchon allongé en forme de cône. Notre échantillonneur étant retenu à un pied sous la surface, une valve permettait l'entrée de l'échantillon directement au fond de la bouteille de verre de façon à chasser tout l'air en déplaçant trois fois le volume d'eau. Aussitôt la bouteille remplie, nous remplaçons le bouchon à bout conique afin qu'aucune bulle d'air ne reste captive dans la bouteille.

Pour le dosage de l'oxygène, nous avons utilisé la méthode de Winkler modifiée à l'azide telle que recommandée par l'A.P.H.A. (1960). Sur le terrain, sitôt retirée de l'échantillonneur, l'eau était traitée au sulfate manganéux et au réactif nitruire-iodure-alcalin. Une fois transporté au laboratoire, l'échantillon était titré au thiosulfate de sodium pour compléter le dosage.

b) *Demande biochimique en oxygène.* — Pour les analyses de la D.B.O., les prélèvements ont été faits à environ un pied sous la surface de l'eau dans des bouteilles de 300 ml telles que recommandées par l'A.P.H.A. (1960).

3. Vendu par « Central Scientific Company of Canada Limited », catalogue JC-300, numéro 20,009.

Ce sont des contenants à bouchon de verre à bout conique et dont l'encolure est relevée de façon à retenir une certaine quantité d'eau pour empêcher les échanges gazeux avec l'extérieur.

Le test consiste à doser l'oxygène dissous avant et après une période d'incubation d'une durée de 5 jours à 20°C (Théroux, Eldridge et Mallman, 1943). Cette analyse fut faite suivant la technique recommandée par l'A.P.H.A. (1960). Toutes les mesures en D.B.O. furent effectuées au laboratoire de la Régie des Eaux du Québec sous la direction de monsieur Florian Grenier, ingénieur chimiste.

c) *Température.* — Les lectures de température ont été faites sur le terrain à environ un pied sous la surface de l'eau au moyen d'un thermomètre gradué en centigrade (-10 à 150°C) et placé dans un étui désigné sous le nom de "Scoopmaster". L'eau retenue dans ce contenant prévient le retour rapide du thermomètre à la température ambiante.

d) *pH.* — Les lectures du pH ont été faites sur le terrain par la méthode colorimétrique en utilisant les disques de comparaison "Hellige" (A.P.H.A., 1960).

e) *Turbidité.* — L'"American Public Health Association" (1960) recommande l'emploi du turbidimètre de Jackson pour la mesure de la turbidité. La méthode est basée sur l'extinction de la lumière d'une bougie provoquée par l'opacité de l'échantillon; elle consiste à interposer entre la bougie et l'oeil une colonne d'eau de l'échantillon sous observation. La hauteur de cette colonne d'eau est une mesure de sa turbidité. Les résultats sont exprimés en unités de turbidité (mg/l de silice).

f) *Couleur.* — La couleur que nous avons déterminée est la couleur apparente qui inclut non seulement celle provenant des substances en solution, mais aussi celle conférée par la matière en suspension. On ne fait alors subir à l'échantillon aucune filtration ou centrifugation.

La technique recommandée par l'"American Public Health Association" (1960) est désignée sous le nom "platine-cobalt". L'unité de couleur est celle produite par un milligramme de platine sous forme d'ion chloroplatinate dissous dans un litre d'eau et modifiée par un demi milligramme de cobalt. La couleur de notre échantillon est déterminée par comparaison avec des eaux contenant un nombre connu d'unités standards.

g) *Teneur en bactéries coliformes.* — Les prélèvements d'eau pour la numération des colibacilles ont été faits à un pied sous la surface dans des bouteilles de 8 onces fermées par un bouchon de verre à l'émeri. Toutes

ces bouteilles sont stérilisées avant usage. Afin d'éviter toute contamination, la bouteille devra être retenue à son milieu entre le pouce et l'index et, décrivant un demi arc-de-cercle dans le sens contraire du courant à la profondeur voulue, on a les meilleures chances de ne point contaminer l'échantillon. Il est recommandé de ne pas emplir complètement la bouteille afin de laisser un peu d'espace qui permettra de bien mélanger l'échantillon lors desensemencements nécessaires pour calculer le "M.P.N."

L'évaluation de la densité de colibacilles a été faite en utilisant la technique du "M.P.N." recommandée par l'A.P.H.A. (1960). Cette méthode consiste en desensemencements de l'échantillon dans des milieux de culture types. L'analyse débute par un test de présomption dont le milieu type est un bouillon lactosé. Si ce test s'avère positif, i.e., s'il y a production de gaz, on passe au test de confirmation en milieu lactosé modifié à la bile et au vert brillant dans lequel seules les bactéries coliformes "fermentent" le milieu. Le comptage se fait par une méthode statistique bien particulière (Hauduroy, 1947) en partant du nombre de tubes où il y a eu fermentation.

Nous tenons à souligner que la numération des bactéries coliformes fut effectuée aux laboratoires du Ministère de la Santé sous la direction de monsieur Arnold Drapeau, ingénieur chimiste. Le fait que la numération dans bien des cas s'arrête à 240,000 bactéries/100 ml est dû au fait que les laboratoires du Ministère de la Santé sont organisés principalement pour le contrôle des eaux potables. Dans de tels cas, il est évident que si on s'arrête à 240,000, la mesure de la richesse en coliforme reste un outil de travail valable. Par contre, quand il s'agit de travaux de recherche, il est préférable d'effectuer des dilutions et pousser la numération plus à fond. Nous aurions voulu effectuer ces dilutions, mais malheureusement il nous fut matériellement impossible de le faire. Un (+) à la fin du 240,000 indique donc que le nombre précis de colibacilles est inconnu, mais qu'il est supérieur à 240,000.

PRÉLÈVEMENT ET INVENTAIRE DES ÉCHANTILLONS DU BENTHOS.

Pour l'étude du benthos, nous avons utilisé l'échantillonneur de fond de type "Surber" d'un pied carré de surface. Cet appareil fut conçu pour être utilisé dans des eaux rapides et peu profondes. Il est constitué de deux cadres carrés réunis par des charnières; un filet est rattaché à l'un des cadres tandis que l'autre à angle droit, détermine la surface du fond à être examinée. Dans ce dernier cadre, les roches et autres matériaux sont méticuleusement vérifiés pour en déloger les spécimens. Le courant transporte les organismes vers le fond du filet. Cet échantillonneur a le désavantage de permettre à certains organismes de s'échapper de chaque côté de l'ouverture. Pour remédier à ceci, on a placé des toiles qui les retiennent et les guident vers

TABLEAU IV

Variations des conditions physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de la Rivière des Prairies à différentes stations au cours de l'été et de l'automne 1964. Les chiffres indiquent les moyennes mensuelles des valeurs obtenues pour les déterminations chimiques, physiques et bactériologiques se rapportant à chacune des 4 stations d'échantillonnage.

Station Milles	O.D. mg/1	D.B.O. mg/1	pH	Temp. °C	Couleur ¹	Turbidité	Colibacilles n/100 ml
Juillet							
R.P.- 2.7	7.2	2.1	7.4	22.6	45.0	1.9	686
R.P.-12.5	7.1	2.7	7.4	22.7	46.9	5.7	6,140
R.P.-21.2	4.6	3.4	7.4	22.6	44.0	4.1	182,823
R.P.-19.7	6.2	2.6	7.4	22.7	45.3	5.6	81,587
Débit moyen: 25,450 p.c.s.							
Août							
R.P.- 2.7	9.5	1.9	7.4	20.3	47.0	2.4	757
R.P.-12.5	7.9	3.3	7.3	20.5	45.2	2.7	3,045
R.P.-19.7	7.0	3.6	7.3	20.2	47.0	2.3	48,347
R.P.-21.2	4.8	5.1	7.4	20.3	44.0	2.9	197,352
Débit moyen: 19,790 p.c.s.							
Septembre							
R.P.- 2.7	8.0	1.6	7.5	18.7	45.3	1.7	293
R.P.-12.5	7.6	2.9	7.4	18.5	42.0	3.5	2,878
R.P.-19.7	7.0	4.1	7.3	18.4	41.7	2.4	66,000
R.P.-21.2	4.6	5.3	7.3	18.4	45.6	2.6	240,000+
Débit moyen: 18,460 p.c.s.							
Octobre							
R.P.- 2.7	8.7	2.0	7.5	14.5	44.4	2.6	212
R.P.-12.5	7.7	3.0	7.5	15.0	47.1	1.9	2,110
R.P.-19.7	7.2	3.3	7.5	14.5	46.1	3.8	41,863
R.P.-21.2	4.9	4.9	7.3	14.4	41.4	2.0	240,000+
Débit moyen: 21,010 p.c.s.							

1. Selon L'A.P.H.A. (1960), les résultats des analyses de couleur et de turbidité sont exprimés en unité, laquelle est obtenue par comparaison avec un standard défini.

l'intérieur; par contre, cet appareil offre un très grand avantage car il est facilement transportable sur le terrain (Usinger, 1956).

La technique suivie pour prélever le benthos fut la suivante: l'ouverture du filet était placée face au courant de sorte qu'en lavant méticuleusement les roches présentes dans la surface de notre échantillonneur, les organismes étaient entraînés et retenus au fond du filet. Les fonds de rivière sur lesquels nous avons effectué nos prélèvements de benthos avaient à peu près les mêmes caractéristiques physiques, i.e., la grosseur (2 à 3 pouces de diamètre) et l'abondance des cailloux ne variaient que très légèrement dans l'ensemble; cependant, il est arrivé parfois que certains cailloux trouvés à l'intérieur de quelques quadrats inventoriés pendant notre période d'échantillonnage. Nous nous sommes assuré de ne pas ouvrir notre échantillonneur du courant était à peu près la même. Les prélèvements de benthos ont été effectués sur un pied carré de surface de fond à tous nos points de prélèvement, le premier mardi de chaque mois, pendant toute la période d'échantillonnage. Nous nous sommes assurés de ne pas ouvrir notre échantillonneur deux fois sur le même pied carré de la surface de fond à une station donnée, car les organismes de fond n'auraient pas nécessairement eu le temps de réoccuper de façon normale cette même surface. Le benthos recueilli était transporté vivant au laboratoire dans des contenants d'un gallon, puis versé immédiatement en petite quantité dans un plat à fond blanc. Au moyen d'un compte-gouttes, chaque organisme était capturé et placé individuellement dans une fiole de 20 ml contenant 10 ml de formaldéhyde à 10%.

Un fait intéressant à souligner a été l'introduction d'un peu de formaldéhyde directement sur nos organismes dans le plat utilisé pour les séparer. Sous l'influence de la formaldéhyde, nos organismes qui étaient habituellement quasi immobiles (conséquemment très difficiles à localiser), se mirent à bouger considérablement, ce qui nous a permis de les voir avec une grande facilité.

Aux jours où les prélèvements d'eau et de benthos ont été faits, les échantillons étaient transportés dans les deux heures qui suivaient aux laboratoires de la Régie des Eaux du Québec et à ceux du Ministère Provincial de la Santé pour les analyses requises.

Résultats

CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES DE L'EAU DE LA RIVIÈRE DES PRAIRIES EN 1964.

Le tableau IV indique les moyennes mensuelles des valeurs obtenues pour les déterminations chimiques, physiques et bactériologiques à chacune

des 4 stations d'échantillonnage. On retrouve les valeurs individuelles au tableau VII. Au cours de juillet et d'août, il y eut quatre ou cinq prélèvements par semaine; en septembre et octobre, deux prélèvements par semaine.

Nous allons étudier point par point les différents indices en fonction des stations d'échantillonnage et des mois.

Oxygène dissous (mg/l). — La concentration de l'oxygène dissous est un indice des plus importants de la qualité de l'eau; c'est entre autres un indicateur sur la pollution organique du milieu.

A la station R.P. - 2.7, la quantité d'oxygène dissous paraît satisfaisante pour toute la période d'échantillonnage (tableau IV).

En étudiant les données de l'oxygène dissous, il ressort qu'à tous les mois, il y a diminution progressive de l'oxygène dissous en fonction de la distance depuis le début de la rivière jusqu'à son extrémité en aval; conséquemment, ce serait un indicateur de la charge de matière organique. D'autre part, l'oxygène dissous est influencé par le débit et la température. Il est normal que l'oxygène dissous augmente avec une diminution de température et ceci est relié au débit, car à la station R. P. - 2.7, les valeurs moyennes de l'oxygène dissous passent de 9.5 à 8.0 bien que la température ait continué à baisser. Il semble donc dans ce cas-ci que l'oxygène dissous est relié davantage au débit qui, lui, a baissé d'août à septembre. Par contre, aux zones très polluées, R. P. - 21.2, la température et le débit ont peu d'influence, indice probable d'une saturation du potentiel autoépurateur de la rivière; c'est-à-dire qu'il y a un grand excès de matière sédimentée.

Vu la quantité d'oxygène dissous nécessaire à la majorité des poissons, soit 5 p.p.m. à 20°C (Ellis 1937), la présence d'oxygène dissous dans la Rivière des Prairies paraît satisfaisante à l'exception du point d'échantillonnage R. P. - 21.2 où les résultats d'analyses ont démontré que la quantité d'oxygène était nettement inférieure à celle enregistrée aux autres stations. Il semble qu'entre les points d'échantillonnage R. P. - 19.7 et 21.2, la charge organique taxe sévèrement le potentiel autoépurateur de la rivière: les effets résultant du déversement de ces eaux usées se manifestent par une pénurie d'oxygène dissous.

Demande biochimique en oxygène (mg/l). — Afin de nous guider dans l'interprétation des valeurs de la D.B.O. obtenues ici, nous allons comparer ces dernières à des normes définies ailleurs, appliquées à des eaux de rivière (Taylor, 1958).

Eau très pure	:	1 mg/litre	D.B.O.,	5 jours
Eau pure	:	2 " "	" "	5 jours
Eau plus ou moins pure	:	3 " "	" "	5 jours
Eau de pureté douteuse	:	5 " "	" "	5 jours
Eau franchement polluée:	:	10 " "	" "	5 jours

D'après ces normes, on s'aperçoit qu'à la station R. P. - 2.7, la qualité de l'eau semble excellente et ce, pour toute la période d'échantillonnage. Ces faibles valeurs de la D.B.O. semblent être reliées à l'absence d'émissaires d'eaux usées en amont de la station R. P. - 2.7. On peut également déduire que les valeurs d'oxygène dissous supérieures à toutes les autres stations enregistrées en ce point sont des corollaires résultant de ces faibles valeurs de la D.B.O.

Cette augmentation progressive des valeurs de la D.B.O., depuis le début jusqu'à l'extrémité inférieure du cours d'eau, provient du nombre croissant d'émissaires d'eau d'égouts rencontrés en amont des stations d'échantillonnage surtout aux points 12.5, 19.7 et 21.2, et de débits trop faibles de la rivière, incapables de diluer efficacement l'énorme charge de substances polluantes déversées entre ces points.

A nos différentes stations, d'après Taylor (1958), la qualité de l'eau s'établirait comme suit:

Station R.P. - 2.7: eau pure;

Station R.P. - 12.5: eau plus ou moins pure;

Station R.P. - 19.7: eau variant entre plus ou moins pure et douteuse;

Station R.P. - 21.2: eau de pureté douteuse.

Nous ne croyons pas que les critères de Taylor s'appliquent ici en raison du nombre élevé de colibacilles. Nous pensons qu'une eau à 240,000+ est plus que douteuse; autrement dit, il n'y a pas de doute que cette eau soit franchement polluée.

pH (unité). — Le pH peut difficilement servir à indiquer le degré de pollution d'une eau à moins que sa valeur ne soit extrêmement faible ou élevée. En général, en présence d'un pH supérieur à 9, les eaux ne sont pas propices au développement du poisson; un pH inférieur à 5.5 leur est généralement nuisible (Schäperclaus, 1962).

Les résultats, pendant la période d'échantillonnage à toutes nos stations, montrent que l'eau de la Rivière des Prairies est légèrement alcaline et que les variations de pH aux points de prélèvement ne dépassent pas 0.2 unité. Conséquemment, d'après les seules valeurs du pH, ces eaux paraissent favorables aux poissons et aux usages domestiques et industriels.

Température, °C. — Comme pour le pH, la température sert difficilement d'indice du degré de pollution d'une eau, à moins, évidemment, d'être en présence d'une source de matières polluantes thermales en un point du

cours d'eau; dans un tel cas, une hausse de la température de l'eau serait un indice possible de cette pollution.

Les données recueillies montrent en général des différences très minimes entre les moyennes mensuelles de température de l'une à l'autre de nos stations; mais les moyennes mensuelles de température de juillet et d'octobre diffèrent de près de 8°C.

Selon Klein (1957), qui utilise la loi de Van't Hoff, la température joue un rôle essentiel dans les réactions chimiques et biochimiques, en nature, et est un facteur important de l'autoépuration des cours d'eau. La vitesse des réactions chimiques et biochimiques est presque doublée et parfois plus que doublée par une augmentation de température de 10°C.

Est-ce à dire que pendant juillet, les réactions chimiques ne s'effectuaient pas aux mêmes vitesses que celles d'octobre? Le gradient de température octobre-juillet peut-il expliquer les valeurs moindres d'oxygène dissous et de la D.B.O. enregistrées en juillet comparé à des valeurs légèrement supérieures recueillies en octobre?

D'après Viehl (1935), les bactéries et les autres microorganismes qui décomposent la matière organique d'un cours d'eau sont gouvernés par la température de l'eau et sont plus actifs aux températures élevées. Il en résulte que l'autoépuration est plus rapide dans un cours d'eau et que la zone de recouvrement s'établira sur une distance plus courte pendant les journées chaudes de l'année que durant les jours froids.

Couleur (unité). — La Rivière des Prairies est naturellement colorée; la couleur résulte probablement du déversement des eaux usées ainsi que du drainage des sols tourbeux qui contiennent des acides "humiques" souvent fortement colorés, d'origine végétale. La couleur en elle-même n'est pas nécessairement nuisible puisque certains cours d'eau, fortement colorés, servent d'habitat à de nombreuses populations de poissons (Klein, 1957).

La couleur ne semble avoir ici aucune valeur comme critère indicateur de pollution puisque les variations semblent se répartir au hasard, ne suivent aucune tendance (augmentation ou diminution) en fonction soit des stations soit des mois.

Turbidité (unité Jackson). La turbidité est un excellent indicateur du degré de lessivage effectué par les eaux de ruissellement en plus de fournir un indice fiable relativement aux fortes sédimentations pendant les faibles niveaux des eaux. Les méthodes standardisées (Water Quality and Treatment, 1950) ont convenu de répartir le degré de turbidité des eaux de rivières

dans une échelle de 10 unités. D'après nos résultats d'analyses, il semble bien que l'eau de la Rivière des Prairies ne transporte pas tellement de matières en suspension et colloïdales. À la station 21.2, la quantité d'oxygène dissous est relativement faible comparativement aux autres points d'échantillonnage, mais, fait intéressant à souligner, la turbidité n'est pas plus élevée qu'aux autres stations.

Tout comme la couleur, l'indice de turbidité ne semble pas toujours sûrement valable car ses variations paraissent erratiques en fonction du temps et des stations.

Colibacilles (n/100 ml). La densité de colibacilles dans la Rivière des Prairies s'est avérée l'indicateur par excellence de la contamination par matière fécale. D'après les normes établies pour l'eau potable (1 à 3/100 ml) et la baignade (au-dessous de 1000/100 ml) (McKee et Wolf, 1963), les eaux du cours d'eau, à l'exception du point d'échantillonnage 2.7 (baignade), ne devraient pas se prêter à de tels usages sans traitement préalable d'épuration (le Ministère de la Santé de la Province de Québec tolère jusqu'à 2,400 coli/100 ml pour la baignade). À la station R.P. - 2.7, les données recueillies indiquent une légère contamination du milieu: à la carte générale de la Rivière des Prairies (Figure 1), on remarque l'absence totale d'émissaires d'eaux d'égouts immédiatement en amont de ce point de prélèvement R.P. - 2.7. On note toutefois, à cette station, une diminution du débit durant les mois d'août, septembre et octobre (tableau 1) ce qui devrait normalement produire une augmentation du nombre de colibacilles (tableau IV); au contraire, la diminution dans le nombre de colibacilles vue pour cette même période paraît bien plutôt liée à la chute de température de juillet à octobre.

En étudiant les données obtenues à la station R.P. - 12.5, on s'aperçoit que la densité de colibacilles est supérieure aux normes recommandées pour la baignade, chose beaucoup plus grave encore aux stations 19.7 et 21.2. Cette forte augmentation des colibacilles d'une station à l'autre vers l'aval de la rivière résulte du nombre toujours croissant d'émissaires qui déversent leurs eaux usées en amont des points d'échantillonnage. Si à R.P. - 12.5, la contamination par matière fécale est inférieure aux deux autres stations subséquentes, c'est probablement dû au nombre moins grand d'émissaires en amont de la station; conséquemment, le pouvoir de dilution favorise davantage l'autoépuration de cette section du cours d'eau.

À la station R.P. - 19.7, nous avons enregistré des variations sensibles d'un mois à l'autre de la densité de colibacilles. L'explication plausible de cet état serait une variation du débit, i.e., le débit plus fort de la rivière réduirait la densité de coliformes. Cependant, cet argument peut paraître faible puisque, en juillet, mois où la densité de coliformes est la plus élevée, le

Tableau V.
Matrice de corrélation établie d'après 184 observations.

	Station	Date	O.D.	D.B.O.	ToC	pH	Turbidité	Couleur	Log. coli.
Station	1.000000	0.009726 P > .05	-0.601592 P < .001	0.526285 P < .001	-0.025476 P > .05	-0.166696 P < .05	0.140345 P > .05	-0.152540 P > .05	0.921410 P < .001
Date	0.009726 P > .05	1.000000	0.222733 P < .01	0.166642 P < .05	-0.927925 P < .001	-0.048418 P > .05	-0.040738 P > .05	-0.085981 P > .05	-0.044758 P > .05
O.D.	-0.601592 P < .001	0.222733 P < .01	1.000000	-0.330772 P < .001	-0.174006 P < .05	0.119302 P > .05	-0.145955 P > .05	0.223906 P < .01	-0.601592 P < .001
D.B.O.	0.526285 P < .001	0.166642 P < .05	-0.330772 P < .001	1.000000	-0.110507 P > .05	-0.014694 P > .05	-0.058771 P > .05	-0.176071 P < .05	0.514596 P < .001
ToC	-0.025476 P > .05	-0.927925 P < .001	-0.174006 P < .05	-0.110507 P > .05	1.000000	-0.032082 P > .05	-0.056504 P > .05	0.121272 P > .05	0.011610 P > .05
pH	-0.166695 P < .05	0.048418 P > .05	0.119302 P > .05	-0.014694 P > .05	-0.032082 P > .05	1.000000	-0.143640 P > .05	0.050862 P > .05	-0.177897 P < .05
Turbi.	0.140345 P > .05	-0.040738 P > .05	-0.145955 P > .05	-0.058771 P > .05	-0.056504 P > .05	-0.143640 P > .05	1.000000	0.005661 P > .05	0.218177 P < .01
Couleur	-0.152540 P > .05	-0.085981 P > .05	0.223906 P < .01	-0.176071 P < .05	0.121272 P > .05	0.050862 P > .05	0.005661 P > .05	1.000000	-0.244759 P < .01
Log. Coli	0.921410 P < .001	-0.044758 P > .05	-0.658785 P < .001	0.514596 P < .001	0.011610 P > .05	-0.177897 P < .05	0.218177 P < .01	-0.244759 P < .01	1.000000

débit de la rivière est le plus grand (25,450 p.c.s.). Par contre, aux autres mois, il semble exister une relation entre les débits d'eau enregistrés pour la rivière et la densité des colibacilles: août (48,347/100 ml; débit: 19,790 p.c.s.), septembre (66.000/100 ml; débit: 18,460 p.c.s.), octobre (41,863/100 ml; débit: 21,010 p.c.s.) (tableau I). Le même phénomène se reproduit à la station 21.2 lorsque les débits calculés aux mois de juillet, août et septembre provoquent des réactions inverses de la densité de colibacilles; tandis qu'en octobre, bien que le débit de la rivière soit supérieur à celui d'août et de septembre, on obtient une densité de coliformes légèrement plus forte qu'au mois d'août et possiblement la même qu'en septembre. Ces variations observées paraissent encore ici liées à l'hypothèse énoncée lors de l'étude de l'oxygène dissous, à savoir, que le cycle des saisons affecte directement le débit de la rivière et la température de l'eau, contrôle la teneur en oxygène dissous par le truchement entre autre de la décomposition bactérienne.

Les analyses montrent que l'eau de la station R.P. - 21.2 est excessivement contaminée. Le débit d'eau de la rivière est nettement insuffisant pour diluer l'énorme quantité de substances polluantes déversées en amont de ce point de prélèvement. En effet, cet endroit de la rivière reçoit tous les déversements d'eaux usées provenant des émissaires affluant en amont, que la masse d'eau de la rivière n'a pu diluer en vue d'en permettre l'autoépuration.

ANALYSE STATISTIQUE DES RÉSULTATS: RELATION ENTRE LES NEUF FACTEURS GROUPÉS DEUX À DEUX.

Afin de calculer les coefficients de corrélation entre plusieurs facteurs groupés deux à deux, nous avons eu recours à un calculateur électronique de type CDC 3,400, récemment installé au centre de calcul de l'Université de Montréal.

Au tableau V, on remarque que l'étude des corrélations s'applique à la station, la date, l'oxygène dissous, la demande biochimique en oxygène, la température, le pH, la turbidité, la densité de colibacilles et la couleur. La matrice de corrélation fut établie d'après 184 observations sur un total de 252. On s'aperçoit qu'il existe une forte corrélation négative entre la STATION et l'oxygène dissous; une faible corrélation négative entre la STATION et le pH; une forte corrélation positive entre la STATION, la D.B.O. et la densité de colibacilles; finalement, aucune relation entre la STATION, la date, la température, la turbidité et la couleur.

Il existe une forte corrélation négative entre la DATE (exprimée en quantième) et la température; une forte corrélation positive entre la DATE

et l'oxygène dissous; une faible corrélation positive entre la DATE et la D.B.O.; il n'existe pas de relation entre la DATE, le pH, la turbidité, la couleur et la densité de colibacilles.

Une forte corrélation négative existe entre l'OXYGENE DISSOUS et la température; une forte corrélation positive existe entre l'OXYGENE DISSOUS et la couleur; il n'y a apparemment aucune relation entre l'OXYGENE DISSOUS, le pH et la turbidité.

Une forte corrélation positive existe entre la DEMANDE BIOCHIMIQUE en OXYGENE et la densité de colibacilles; une faible corrélation négative entre la D.B.O. et la couleur; aucune relation entre la D.B.O., la température, le pH et la turbidité.

Pour la TEMPERATURE, il semble n'y avoir aucune corrélation avec le pH, la turbidité, la couleur et la densité de colibacilles. D'autre part, il existe une faible corrélation négative entre le pH et la densité de colibacilles; mais aucune entre le pH, la turbidité et la couleur.

Une forte corrélation positive se manifeste entre la TURBIDITE et la densité de colibacilles tandis qu'on n'enregistre aucune relation entre la TURBIDITE et la couleur; finalement, on remarque une forte corrélation négative entre la COULEUR et la densité de colibacilles.

A la suite de l'étude des relations entre nos facteurs, on relève quelques phénomènes assez curieux! Comment se fait-il, par exemple, qu'on enregistre seulement une faible corrélation négative entre l'oxygène dissous et la température ainsi qu'une relation nulle entre l'oxygène dissous et la turbidité? Quelle est la cause principale de la relation négative, même faible, qui existe entre le pH et la densité de colibacilles?

Les facteurs qui ont provoqué ces ambiguïtés semblent très complexes, en particulier dans le cas de la faible relation négative entre l'oxygène dissous et la température. Ceci résulte probablement du fait que pendant toute notre période d'échantillonnage, les variations de température dans le milieu n'ont pas été assez fortes pour modifier directement la quantité d'oxygène dissous.

Pour ce qui est de la relation nulle entre l'oxygène dissous et la turbidité, la D.B.O. et la turbidité ainsi que la faible corrélation négative existant entre la D.B.O. et la couleur, on aurait été tenté de croire que la turbidité qui est étroitement liée à la couleur serait d'origine inorganique; conséquemment, la turbidité n'aurait pas influencé la quantité d'oxygène dissous et de D.B.O. Cependant, tel n'est pas le cas puisque la densité de colibacilles et la turbidité sont en étroites relations, ce qui laisse supposer que la turbidité résulte sur-

tout de la présence de matières organiques. Nous ne pouvons concevoir d'hypothèse valable afin d'expliquer ces relations nulles entre la turbidité, l'oxygène dissous, la turbidité et la D.B.O.

Pour ce qui est de la faible relation négative entre le pH et la densité de colibacilles, nous nous référons à une hypothèse formulée par Taylor (1958) qui dit que le pH optimum favorisant le développement de *E. coli* s'établit entre 6 et 7. D'après les unités de pH obtenues au cours de notre période d'échantillonnage dans la Rivière des Prairies, nous avons en général obtenu des valeurs supérieures à 7 unités, ce qui expliquerait la faible relation entre le pH et la densité de colibacilles.

CARACTÉRISTIQUES DE LA FAUNE DU BENTHOS

Tout en tenant compte des autres indicateurs de pollution, est-il possible d'obtenir un critère du degré de pollution d'un cours d'eau par l'examen des macroorganismes du benthos? Il est important de tenter un rapprochement entre les conditions physico-chimiques et bactériologiques de l'eau, les saisons et la fréquence de ces organismes. À cette fin, nous avons fait un inventaire sommaire de la macrofaune du benthos sans toutefois tenir compte des cycles saisonniers d'abondance, propres à chaque organisme. Nous avons surtout fait le relevé de facteurs écologiques d'ordre physique telles que la nature du fond, la température de l'eau, etc., pour tenter d'expliquer la rareté ou l'absence de certains groupes durant un mois en particulier.

L'analyse des échantillons tirés d'un pied carré de surface de fond à chacune des stations a révélé la présence de 11 ordres et 17 familles de macroorganismes benthoniques (2,399 individus). Les organismes recueillis aux quatre stations sont énumérées au tableau VI. Leur abondance comparée par zone et par mois se trouve aux Figures 4, 5, 6 et 7. Certains groupes d'organismes ne seront pas considérés comme indicateurs possibles de pollution soit parce qu'ils étaient trop peu nombreux dans l'échantillon total, soit parce qu'ils n'ont pas été observés dans les différentes stations, ne permettant pas ainsi une évaluation de l'augmentation progressive de la pollution de la rivière. Les organismes identifiés et dénombrés mais laissés de côté en tant que critères possibles de pollution sont les suivants: *Lepidostomatidæ* (2 individus à la station R.P. - 2.7), *Tipulidæ* (1 à R.P. - 2.7 et 1 à R.P. - 21.2), *Dytiscidæ* 41 à R.P. - 2.7) et *Pelecypoda* (49 à R.P. - 21.2).

Parmi les 17 familles identifiées (tableau VI), cinq seulement se présentent en nombre suffisant aux fins d'une interprétation générale: (*Gammaridae*, *Asellidae*, *Chironomidae*, *Naididae*, *Planariidae* (Figure 3). Les autres ne se présentent pas en assez grand nombre pour assurer un jugement sur leur va-

leur comme indices de pollution de la Rivière des Prairies dans le cadre du matériel et des méthodes utilisés.

Des conditions écologiques favorables, telles que les températures élevées et l'abondance de matières organiques, favorisent le développement d'une riche macro-faune de fond. De telles conditions furent observées dans la Rivière des Prairies en 1964.

TABLEAU VI

Pourcentage de tous les organismes capturés à chaque station d'échantillonnage sur un pied carré de surface de fond^{4, 5}.

(Le chiffre entre parenthèse indique le nombre réel d'organismes par pied carré de surface de fond).

	ST.R.P.-2.7	ST.R.P.-21.2	ST.R.P.-19.7	ST.R.P.-12.5
Gammaridae	50% (424)	32.2% (273)	14.5% (123)	3.3% (28)
Asellidae	8.9% (29)	17.1% (56)	55.7% (182)	18.3% (60)
Lepidostomatidae	100% (31)			
Chironomidae	60% (71)	10% (12)	11.7% (14)	18.3% (22)
Gerridae		66% (60)	34% (31)	
Tipulidae	80% (4)			20% (1)
Baetidae	51.7% (15)		44.8% (13)	3.5% (1)
Heptageniidae	80% (16)	5% (1)		15% (3)
Agrionidae	33.3% (11)	27.3% (9)	18.2% (6)	21.2% (7)
Dytiscidae	100% (41)			
Naididae (Chétogaster)	15.5% (63)	11.1% (45)	28.5% (116)	44.9% (183)
Aelosomatidae		7.7% (1)	92.3% (12)	
Glossiphoniidae		17.1% (6)	54.3% (19)	28.6% (10)
Planariidae		29.8% (62)	33.6% (70)	36.6% (76)
Gastropoda	6.5% (4)			93.6% (58)
Pelecypoda				100% (49)

4. La famille des Daphnidae (82 individus) a été complètement ignorée ici puisque ce ne sont pas des organismes de fond.

5. Pour l'identification des organismes, nous nous sommes servis des auteurs suivants: Miner 1950; Pennak 1953; Swain 1952; Usinger 1956; Ward et Whipple 1959.

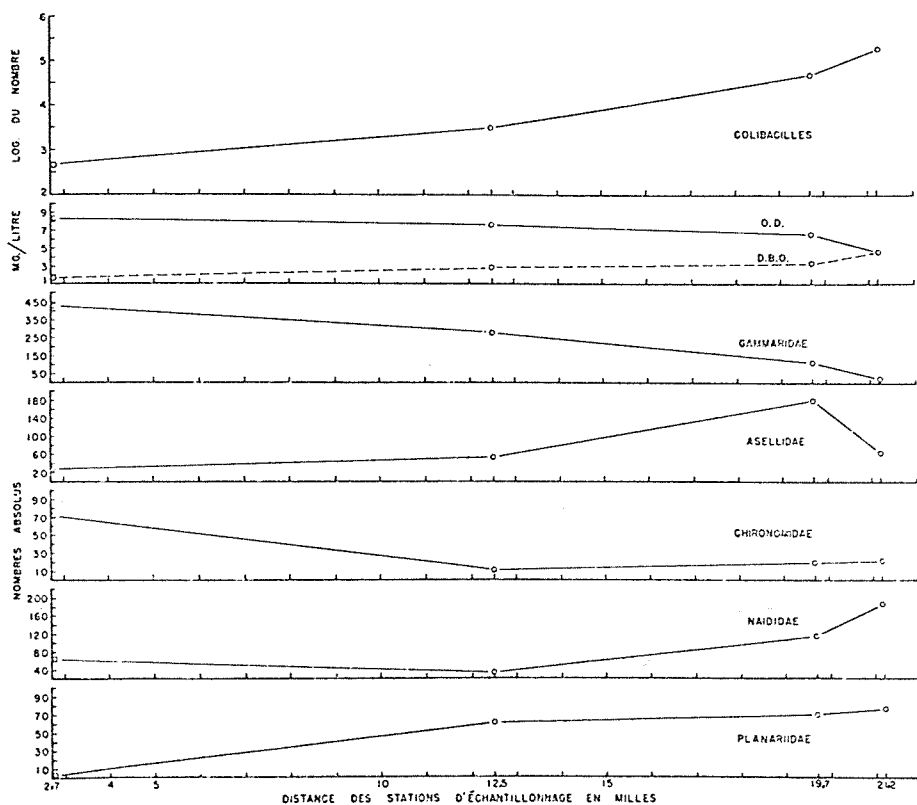


Fig. 3. — Relation existant entre la densité de colibacilles, l'oxygène dissous, la demande biochimique en oxygène et certains organismes de fond en fonction de la distance à partir de l'embouchure de la Rivière des Prairies (1964).

Pour l'interprétation des résultats, nous examinons les cinq familles animales dont l'abondance se voit illustrée à la Figure 3 et nous nous servons aussi des Figures 4, 5, 6 et 7 afin d'analyser la répartition de ces organismes mois par mois.

Famille des Gammaridae. — La station R.P. — 2.7 a fourni 50% des gammares. D'après les analyses physico-chimiques et bactériologiques, l'eau y est relativement moins polluée qu'aux autres stations. Le nombre décroissant des gammares, aux trois autres stations répond au degré accru de pollution de l'amont vers l'aval de la rivière.

L'examen de la répartition des gammares mois par mois montre qu'à R.P. — 2.7, les prises pendant les mois de juillet (173) et d'octobre (155) sont beaucoup plus riches qu'en août (57) et qu'en septembre (39). Pourtant, d'après les résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques, on

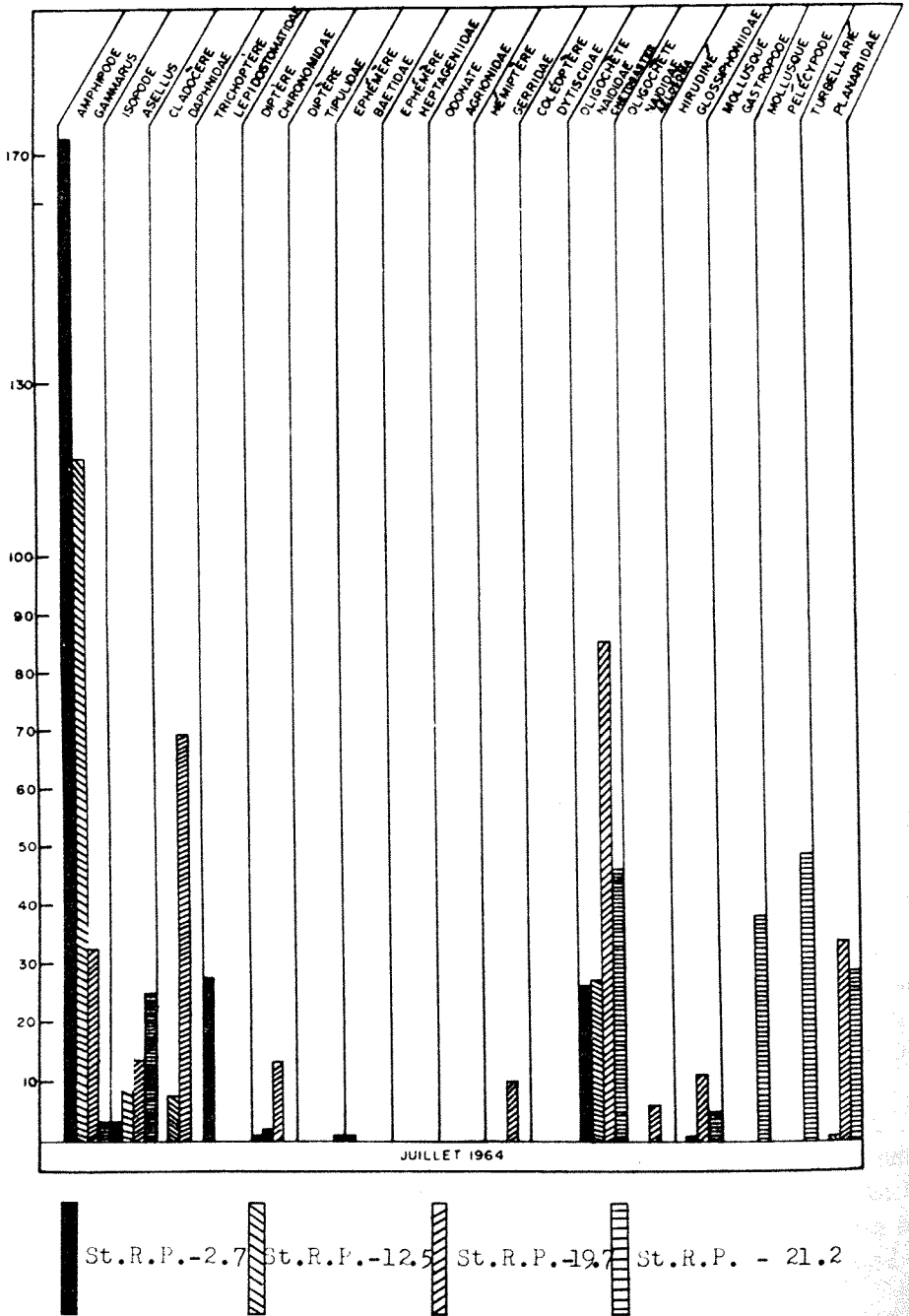


FIG. 4. - Répartition des macroorganismes benthiques à différentes stations de la Rivière des Prairies pour juillet 1964 par pied carré de surface de fond.

note que les mois où les gammares étaient les plus nombreux ne sont pas nécessairement les plus favorisés par les facteurs oxygène dissous, D.B.O. et colibacilles (tableau IV). Cette variation dans la densité des gammares d'un mois à l'autre dépend probablement de facteurs écologiques ayant joué dans l'intervalle des différentes périodes de l'échantillonnage. Ces variations des gammares d'un mois à l'autre s'appliquent également aux autres stations: la répartition des gammares y apparaît comme étroitement liée au degré de pollution de l'eau, mais peut varier à l'intérieur d'une même station suivant les périodes de prélèvements.

Famille des Asellidae. – Les individus de cette famille paraissent favorisés par l'enrichissement organique progressif de la rivière. Nous avons recueilli 55.7% des aselles à la station R.P. – 19.7 et 18.3% à R.P. – 21.2. Cependant, ayant trouvé 8.9% et 17.1% aux points d'échantillonnage R.P. – 2.7 et 12.5, il serait assez difficile, uniquement d'après l'abondance de cette famille, d'apprécier le degré de pollution de la Rivière des Prairies puisque nous avons trouvé des aselles dans tous les types d'eau. L'examen de la répartition mois par mois de ces organismes montre l'absence d'aselles au mois de septembre à la station R.P. – 2.7; tandis qu'au mois d'août, à la station R.P. – 19.7, nous avons échantillonné le plus grand nombre d'individus, soit 107. Est-ce à dire que pendant le mois d'août, les conditions physico-chimiques et bactériologiques du milieu étaient à leur optimum en faveur de l'abondance des aselles en ce point d'échantillonnage? Comment se fait-il qu'on enregistre une densité croissante d'aselles aux stations R.P. – 2.7, 12.5 et 19.7, puis une baisse appréciable du nombre au point 21.2? L'hypothèse peut-être la plus vraisemblable pour expliquer ce phénomène à la station 21.2 serait que l'eau y est tellement polluée qu'elle ne peut pourvoir un habitat répondant aux besoins de la famille des Asellidae.

Famille des Chironomidae. – Nous avons prélevé les individus de cette famille dans nos quatre types différents d'eau; cependant, la répartition totale vue au tableau VI montre que le plus haut pourcentage des organismes (60%) se trouva à la station R.P. – 2.7 où l'eau est beaucoup moins polluée qu'aux autres stations. Un fait intéressant à souligner est le nombre de diptères, soit 22, enregistrés à la station R.P. – 21.2, qui est supérieur aux nombres comptés au point 12.5, soit 12 individus et au point 19.7, soit 14 individus; donc, la première et la dernière stations présentent une densité de chironomides supérieure aux deux stations intermédiaires. Cependant, si on compare les différences d'une station à l'autre en nombre absolu d'organismes, on s'aperçoit qu'entre les points 12.5 (12), 19.7 (14) et 21.2 (22), les variations du nombre d'organismes sont relativement minimales; mais si on compare la quantité d'organismes recueillis au point 2.7 (72), la variation entre ce dernier point et les autres stations est très forte. Il semble donc

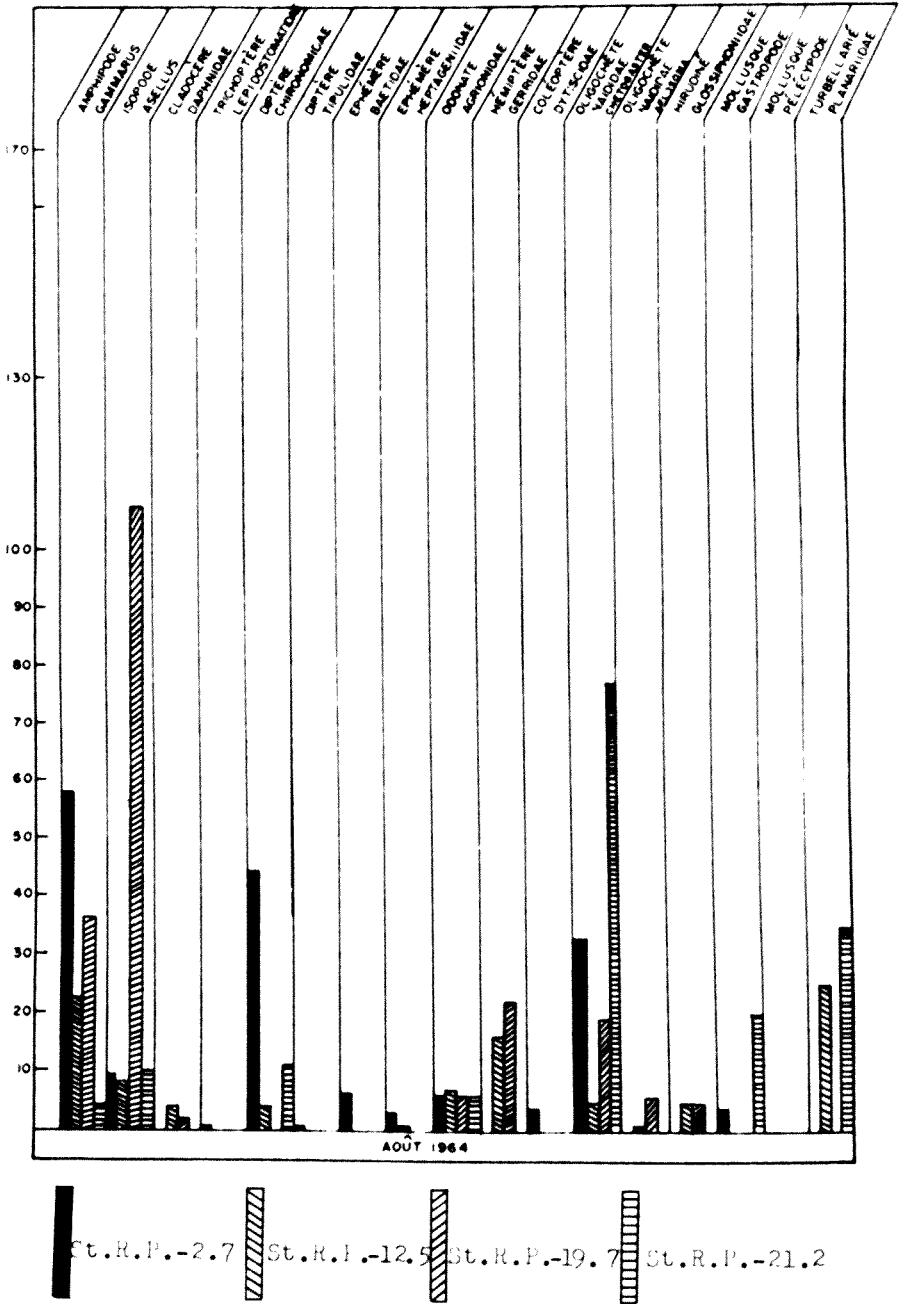


FIG. 5. - Répartition des macroorganismes benthiques à différentes stations de la Rivière des Prairies pour août 1964 par pied carré de surface de fond.

que les organismes échantillonnés préfèrent comme habitat une eau peu polluée.

La répartition mois par mois vue aux Figures 4, 5, 6 et 7 note l'absence de chironomides à la station 21.2 en juillet, à la station 19.7 en août, aux stations 19.7 et 21.2 en septembre, et aux stations 12.5 et 19.7 en octobre. Sauf au point de prélèvement 2.7, il y eut absence de chironomides au moins une fois à chacune des trois autres stations pendant les quatre mois d'échantillonnage. Quelle est l'explication de ce fait? On peut seulement proposer, à titre d'exemple, que ce fait peut être dû à l'action de facteurs écologiques tels que les faibles niveaux des eaux pendant les mois d'août et septembre qui ont changé en ce moment, l'épaisseur de la couche d'eau, sa température, ou encore les facteurs physico-chimiques ou bactériologiques.

Famille des Naididae. – Parmi les vers oligochètes Naididae recueillis, nous utilisons ici les seuls chétogasters comme indice de pollution. Dans la même famille, nous avons trouvé aussi 13 aélosomas mais nous n'utilisons pas ce groupe dans notre analyse critique car il apparaît comme négligeable en face des 398 chétogasters échantillonnés. La répartition semble indiquer que ces individus préfèrent vivre en eau très polluée bien que nous ayons localisé des individus dans la zone d'eau propre, soit à R.P. – 2.7. Les données présentées au tableau VI et à la Figure 3 montrent qu'à l'exception du point 2.7 où nous avons recueilli 63 organismes, les autres stations situées vers l'aval du cours d'eau avaient un nombre de plus en plus élevé de chétogasters, soient 36 à 12.5, 116 à 19.7 et 183 à 21.2. A ces trois stations, l'abondance croissante des oligochètes répond aux résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques illustrés à la Figure 3. A chacun des mois de l'échantillonnage, il y eut des oligochètes Naididae à toutes les stations. Certains mois semblent en favoriser l'abondance à une station donnée; par exemple, en juillet, au point 19.7, on a recueilli le plus grand nombre de chétogasters, soit 85; en août, le même phénomène se reproduisit pour la station 21.2, soit 77. Comment se fait-il qu'une période en particulier n'a pas favorisé l'abondance des chétogasters? Il semble que des facteurs du milieu interviennent pour faire varier l'abondance des chétogasters d'un mois à l'autre à l'intérieur d'une même station. Cela paraît être tout ce qu'on peut dire en ce moment, faute d'observations plus nombreuses.

Famille des Planaiidae. – L'abondance des planaires s'est montrée assez significative en tant qu'au titre d'indice de pollution; cependant, le faible nombre total de planaires recueillies, soit 208, pendant toute la période d'échantillonnage ne permet d'utiliser cet indice qu'avec réserve. Les quantités recueillies aux quatre stations (tableau VI) montrent la répartition des planaires comme étroitement liée au degré de pollution du cours d'eau. A la station R.P. – 2.7 où l'eau est moins polluée qu'aux autres stations, nous

n'avons recueilli aucune planaire, alors que vers l'aval de la rivière, les planaires étaient de plus en plus nombreuses, soit 62 au point 12.5, 70 à 19.7 et 76 à 21.2. Les données physico-chimiques et bactériologiques de la Figure 3, rapprochées de la répartition des planaires montrent la présence de ces organismes dans nos différents types d'eau.

L'examen de la répartition dans le temps des individus de la famille des Planariidae (Figure 4, 5, 6 et 7) a montré la présence de nombreuses planaires aux stations 19.7 et 21.2 en juillet, aux stations 12.5 et 21.2 en août, et aux stations 12.5 et 19.7 en octobre; alors qu'en septembre, le nombre de planaires aux trois stations était faible.

Quelle est la raison principale qui a fait varier la distribution des planaires d'un mois à l'autre? On ne peut répondre avec certitude à une telle question, mais il semble bien qu'une foule de facteurs soient intervenus dans le milieu.

GROUPES-INDICES DE LA POLLUTION ORGANIQUE.

Seuls les gammares présentent la possibilité d'être ramassés au cours des mois de juillet, août, septembre et octobre, ce qui n'est là qu'une partie de l'année; les autres groupes zoologiques ont une répartition trop discontinue, soit en fonction du temps soit en fonction du parcours géographique de la rivière. Au tableau VI, on voit certains organismes favorisés par la pollution, d'autres diminués en nombre. Dans les zones riches en matière organique des organismes prolifèrent en procédant à la transformation de cette matière, d'où effet d'autoépuration du cours d'eau.

Organismes semblant préférer ou préférant des eaux naturelles ou peu polluées: Gammaridae; Chironomidae; Heptageniidae; Dytiscidae.

Organismes semblant préférer ou préférant des eaux polluées ou très polluées: Asellidae; Naididae; Planariidae; Gastropoda; Gerridae.

Un fait important à souligner fut l'absence totale du tubifex dans les zones échantillonnées. Ces organismes ont souvent été considérés comme critère indiscutable de pollution organique.

L'étude du benthos de la Rivière des Prairies, avec les méthodes et le matériel utilisés, montre que seuls les gammares sont des organismes ayant valeur d'indice biologique du degré de pollution de l'eau d'une rivière sous nos latitudes.

Discussion

Les observations faites durant l'étude de l'état de la Rivière des Prairies en 1964 ont montré la valeur critique de certains indices sûrs de pollution.

Les variations du pH sont relativement peu importantes, l'eau de la Rivière des Prairies est légèrement alcaline tout au long de son cours sans changements appréciables liés aux charges polluantes. L'évaluation quantitative des unités de couleur, pouvant répondre au degré de pollution de l'eau, ne révèle rien de particulier non plus: la couleur est à peu près la même (41-47 unités) à toutes les stations, soit de R.P. - 2.7 à 21.2; cela est toutefois supérieur aux normes de l'A.P.H.A. (1960) qui tolère jusqu'à 15 unités pour l'eau potable. Il serait donc indiqué de traiter cette eau pour les usages de la consommation. L'indice de turbidité, pour sa part, ne signale aucun phénomène anormal: tous les points d'échantillonnage ne montrent que des variations très minimales, tant en eau propre qu'en eau polluée. Conséquemment, la pénétration de la lumière dans l'eau aux différentes stations ainsi que son effet sur la photosynthèse ne sont probablement pas influencés par l'apport de polluants.

Par contre, les concentrations de l'oxygène dissous paraissent assez significatives. En effet, l'oxygène des eaux relativement propres (station R.P. - 2.7) est plus élevé que dans les eaux polluées (station R.P. - 19.7; 21.2). Cependant, nos dosages n'ont fourni que les valeurs maximales de l'oxygène, vu que l'échantillonnage a été fait uniquement durant le jour. La nuit, en absence de photosynthèse, la respiration animale continuant, l'oxygène dissous diminue; les valeurs moyennes de l'oxygène dissous auraient sans doute été plus basses si elles avaient été calculées pour une journée entière. Cela aurait sans doute été le cas des stations 19.7 et 21.2, vu leurs nombres très élevés de macroorganismes (tableau VI). En effet, si dans le jour, la photosynthèse ne suffit pas à maintenir l'oxygène à saturation, il n'est pas impossible que durant la nuit l'oxygène dissous tombe à zéro ou presque, particulièrement en profondeur, où les chances d'aération de surface sont minimales. Nous savons, d'autre part, qu'une diminution d'oxygène sous le point de saturation réduit la croissance, le développement embryonnaire et la capacité de nage du poisson (Doudoroff et Warren, 1965). Dans le cas de la Rivière des Prairies, l'oxygène dissous n'est probablement pas un facteur limitant envers le poisson à en juger par la pêche sportive qui s'y fait.

Par ailleurs, les valeurs de la demande biochimique en oxygène ont pratiquement toujours suivi le gradient de pollution, c'est-à-dire que nous avons enregistré de faibles valeurs de la D.B.O. dans la zone d'eau propre et une demande plus élevée dans les eaux polluées. Il ne semble pas non

plus y avoir de dilution constante tout le long du cours d'eau; cela se reflète par l'augmentation graduelle de colibacilles à mesure que l'on se déplace vers l'aval de la rivière. La densité de colibacilles demeure l'indice par excellence de la présence de matière fécale dans l'eau. Le nombre de coliformes est constamment relié à la quantité de substances organiques introduites dans le milieu au fur et à mesure que s'ajoutent des émissaires d'égouts (Figure 1). A l'exception du point d'échantillonnage R.P. - 2.7, la contamination bactérienne indique une eau franchement polluée.

De plus, l'étude de la distribution des organismes du benthos montre que seule la présence de gammares a une valeur certaine comme indice de pollution. La répartition de ces gammares est étroitement liée au degré de pollution, et la quantité de gammares diminue en fonction de la distance qui sépare le début de la fin du cours d'eau depuis l'amont vers l'aval (Figure 3). La quantité de gammares inventoriée dans la zone d'eau propre est toujours supérieure à celle échantillonnée dans les eaux polluées. Enfin, la fréquence de ces gammares est relativement élevée, comparée aux autres organismes capturés, et ils eurent une grande fidélité de présence durant toute la période d'observation.

Une étude similaire à la nôtre, orientée surtout vers la recherche d'organismes du benthos comme indices de pollution a déjà été faite par Gaufin et Tarzwell (1952) sur la rivière Lytle Creek située environ 45 milles au nord-est de Cincinnati, Etat de l'Ohio. Ce cours d'eau dont la principale source de pollution provenait des déchets sanitaires de la ville de Wilmington (10,000 habitants) se prêtait particulièrement bien à des études de la pollution, occasionnée par une diminution de l'oxygène: il y avait là tous les degrés de pollution, depuis les eaux propres jusqu'aux eaux profondément septiques.

Selon Gaufin et Tarzell (1952), aucune espèce d'organisme benthique de la rivière Lytle Creek ne peut servir d'indicateur absolu de pollution; c'est l'abondance relative qu'il faut considérer. Par conséquent, ce serait à la fois la composition qualitative et quantitative de la population de ces organismes aquatiques qui constituerait un indice valable de la pollution des divers segments d'un cours d'eau. Les associations caractérisant la présence de pollution seraient limitées en espèces, mais abonderaient en individus. L'appauvrissement nocturne en oxygène dissous serait souvent le facteur critique déterminant la répartition des organismes dans le milieu.

Nos observations sur la Rivière des Prairies ont conduit en plusieurs points à des conclusions semblables à celles de Gaufin et Tarzwell (1952) sur la rivière Lytle Creek. Cependant, nous avons montré que l'oxygène dissous était étroitement lié au degré de pollution et, par surcroît, que parmi

tous les organismes échantillonnés, un groupe au moins, les gammares, pourrait servir d'indice de pollution.

Un relevé sanitaire de la Rivière des Prairies a été effectué en juin et juillet 1963 par Roy, Audet et Audet. Les analyses physico-chimiques et bactériologiques faites par ces auteurs furent les mêmes que les nôtres; cependant, ils n'ont pas examiné le benthos. Les données recueillies par ces auteurs s'accordent parfaitement aux nôtres. Ils ont aussi observé une diminution constante de l'oxygène dissous en fonction de la distance de la rivière vers l'aval (une variation de saturation de 93% à 66%), un accroissement de la demande biochimique en oxygène (0.2 à 1.8 mg/1) et une augmentation de la densité de colibacilles (20 à 240,000 + coli/100 ml).

Selon Roy (1964), dans les conditions actuelles, la Rivière des Prairies, en aval de la prise d'eau de la Cité de Pont-Viau, ne peut être utilisée comme source d'eau potable à moins d'y effectuer, en plus d'une désinfection et d'une filtration, un traitement auxiliaire tel que l'emmagasinement prolongé.

Asselin (1966) soutient que le pouvoir autoépurateur de la Rivière des Prairies est tel qu'il lui permet de « digérer » en une vingtaine de minutes les 200 pieds-cubes-seconde d'égouts domestiques déversés par l'émissaire d'un intercepteur de la Ville de Montréal qui dessert une population de 500,000 habitants; bref, selon Asselin (1966), la Rivière des Prairies se purifie en 20 minutes.

Asselin (1966) semble confondre dilution et autoépuration. Lorsqu'il y a dilution, les solides en suspension sont alors ou dispersés ou décantés, exception faite des préservatifs qui flottent toujours au gré du courant. En somme, les polluants demeurent toujours dans le milieu, tandis que l'autoépuration tend à transformer les matériaux polluants introduits dans le cours d'eau en substances inoffensives (Brière et Lechelle, 1966).

D'après nos résultats d'analyses (tableaux IV et VII), le degré de pollution de la Rivière des Prairies augmente progressivement de l'amont vers l'aval. Pendant toute la période d'échantillonnage, nous avons obtenu à la station 2.7, 8.3 mg/1 d'oxygène dissous et 1.9 mg/1 de D.B.O.; à la station 12.5, 7.6 et 2.9 mg/1; à 19.7, 8.6 et 3.4 mg/1; au point 21.2, 4.7 et 4.7 mg/1. Quant à la densité de colibacilles, nous affirmons qu'à la hauteur de Chomedey (3,543 coli/100 ml), Saint-Vincent-de-Paul (59,449 coli/100 ml) et Montréal, au secteur Rivière-des-Prairies (215,044 coli/100 ml), l'eau est dangereusement contaminée. La capacité de dilution et le potentiel autoépurateur de la Rivière des Prairies sont tous deux nettement insuffisants pour diluer ou épurer les charges énormes de polluants déversées dans le cours d'eau entre les points de prélèvement 12.5 et 21.2.

APPLICATIONS PRATIQUES DE NOTRE ÉTUDE.

Aspect physique. Dans son état actuel, la Rivière des Prairies exhibe une détérioration esthétique. En effet, lorsqu'on navigue sur cette rivière, on constate un contraste frappant entre la zone d'eau peu polluée à la hauteur de Pierrefonds et le reste du cours d'eau plus en aval. Dans la région de la station R.P. - 2.7, les débarcadères sont très propres et on ne voit nulle part de dépôts de saleté, encore moins d'immondices flottant sur l'eau; bref, le coup d'oeil est plaisant. Cependant, ce n'est certes pas la même chose dans les zones polluées (Chomedey, Saint-Vincent-de-Paul et secteur Rivière-des-Prairies) où l'on voit des quais malpropres et où les odeurs pestilentielles et les immondices rendent les lieux tout simplement repoussants.

Sur les plans sociaux et économiques, la terrible condition de la Rivière des Prairies empêche l'utilisation optimum de ces eaux. La baignade doit ou devrait y être proscrite, et la pêche et le yachting s'y voient aussi affectés par détérioration des embarcations. Il n'est pas impossible que l'état de pollution avancé de la Rivière des Prairies exige des traitements plus poussés de l'eau de consommation qui, de ce fait, augmenteront le coût d'opération des usines de filtration des villes situées sur le cours inférieur de la rivière. Il est évident aussi que l'état actuel de la Rivière des Prairies affecte sensiblement la valeur des propriétés riveraines.

Aspect écologique. Dans les eaux polluées de la Rivière des Prairies, les effets directs sur le poisson pourraient s'exprimer par une réduction de l'oxygène sous le point de saturation, ce qui engendrerait une diminution de l'éclosion, de la croissance et une réduction de la capacité de nage du poisson.

D'autre part, comme effets indirects, il pourrait y avoir une diminution du nombre des organismes susceptibles de servir régulièrement comme nourriture aux poissons. Un tel milieu pollué favoriserait possiblement le développement de parasites ou organismes pathogènes des poissons d'intérêt sportif (Allard, 1955); enfin, les frayères sont sans aucun doute altérées par la déposition de matières organiques ou par la prolifération de plantes aquatiques résultant de l'enrichissement organique.

Conclusion

Dans ce travail, notre but était d'établir les indices les plus sûrs servant à déterminer le degré de pollution de la Rivière des Prairies.

Suite aux séries de données recueillies et étudiées, il ressort que l'analyse de l'oxygène dissous, la demande biochimique en oxygène, la densité

de colibacilles, et la présence de macroorganismes aquatiques tels que les gammars, sont les indicateurs les plus certains permettant d'évaluer la qualité du milieu; tandis que la température, le pH, la couleur et la turbidité de l'eau sont de moindre importance.

Aux fins de notre travail, il semble que le choix de nos stations d'échantillonnage fut correct. En effet, on constate que tous les degrés de pollution y furent rencontrés; conséquemment, les indices obtenus sont les plus probants parce qu'ils reflètent les conditions de l'eau dans chaque type de milieu à chacun des points de prélèvement.

Nous affirmons que la Rivière des Prairies est polluée sur les 2/3 de son parcours et que, dans la section comprise entre Chomedey (Ville de Laval) et Rivière-des-Prairies (aujourd'hui Montréal), le potentiel d'auto-épuration est nettement insuffisant pour éliminer par décomposition les masses énormes de substances polluantes qui sont déversées dans le cours d'eau. Les mesures correctives à appliquer seront difficilement exigibles puisqu'il n'existe dans la province de Québec aucun système de normes contre la pollution des eaux.

Malgré le peu de ressources financières et d'assistance technique dont nous avons bénéficié, nous croyons avoir abouti à une méthode applicable à d'autres relevés de rivières. Certains indices obtenus paraissent très révélateurs et pourront certainement s'appliquer à l'étude de nombre d'autres cours d'eau. Ils pourront servir dans les relevés futurs entrepris par les autorités qui verront à l'étude des eaux du Québec.

Remerciements

Ce travail a débuté sous la direction du Révérend Frère Robert aujourd'hui décédé, professeur au Département de Biologie de l'Université de Montréal, auquel je dois toute la planification de la recherche; je lui exprime ma profonde gratitude.

Je remercie sincèrement le professeur Adolphe Roy, du Département des Sciences biologiques de la même Université, qui a bien voulu continuer à assurer la direction de cette thèse.

J'exprime ma profonde reconnaissance au Dr Gérard Leduc, professeur au Département de Biologie de l'Université Sir George Williams, pour l'aide généreuse qu'il a bien voulu accorder dans la révision générale de ce travail ainsi qu'au Dr Jean-Guy Pilon, professeur au Département de Biologie de l'Université de Montréal, qui a révisé la section entomologique.

Je remercie Monsieur Vianney Legendre, biologiste, directeur du Laboratoire de Recherches du Service de la Faune du Québec au Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche, qui a accepté de réviser ce travail avant sa présentation finale.

Je tiens également à remercier les Autorités de la Régie des Eaux du Québec, spécialement Monsieur LeSauteur, chimiste, anciennement de ce Service et maintenant au Ministère de la Santé de la province de Québec, ainsi que Monsieur Arnold Drapeau, ingénieur chimiste, anciennement du Ministère de la Santé de la province de Québec et actuellement professeur au Département de Génie Sanitaire de l'École Polytechnique de l'Université de Montréal, de même que Monsieur Florian Grenier, ingénieur chimiste, anciennement de la Régie des Eaux du Québec et actuellement au Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche, pour l'assistance technique qui m'a été fournie.

Je veux souligner la compréhension des autorités du Centre des Etudes Universitaires de Trois-Rivières qui m'ont permis de compléter ce travail pendant que j'étais à leur emploi.

APPENDICE A :

Compilation des résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques pendant la période d'échantillonnage.

TABLEAU VII

Station R.P. - 2.7 Sainte-Geneviève-de-Perrefonds (Plage Rivière)

Juillet 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
2	6.1	1.4	24	7.2	4	40	330
6	6.4	2.1	22	7.5	2	45	1,700
7	5.4	1.3	22	7.3	2	46	490
8	6	2.2	21	7.3	3	43	700
9	5.8	0.7	22	7.6	3	45	220
10	5.2	1.6	21.5	7.4			
13	6.4	1	22	7.3	1	45	170
14	5.3	0.8	22	7.2	2	43	1,700
15	6.4	1.5	22.5	7.4	2	45	1,300
16	7.1	1.2	22.5	7.6	2	36	1,300
17	7.3	2.5	22.5	7			
20	9.5	1.0	24	7.5	1	50	490
21	7.1	0.7	24	7.6	1	42	170
22	7.9	0.9	23.5	7.5	1	42	1,300
23	8.8	6.3	23	7.5	1	45	45
24	9.4	2.7	22.5	7.4			
27	10.4	6.8	25	7.6	1	52	45
28	8.4	2.8	24	7.4	2	50	130
29	7.9	2.4	23	7.3	2	48	790
30	6.4	2.9	22	7.7	2	48	790
31	7.3	2.7	20	7.6			

Août 1964

3	10.7	1.3	22	8	8	44	1,300
4	6.3	1.7	21.5	7.2	3	44	790
5	5.9	2.0	20	7.5	4	42	170
6	6.5	2.0	21	7.6	2	49	130
7	6.5	1.4	20	7.6			
10	11.0	1.4	20.8	7.2	2	49	130
11	9.6	0.5	20	7.3	2	54	45
12	7.7	2.2	21.5	7.6	4	40	4,900
13	8.4	1.4	20	7.4	2	48	2,400
14	9.9	2	21	7.3			
17	10.7	2.3	19	7.4	1	49	790
18	10	2.3	19.5	7.4	2	48	220
19	10.5	3.9	20	7.6	1	41	78
20	10.9	1.4	21	7.5	1	42	130
21	10.9	2.7	20	7.3			
24	12.4	2.3	20.5	7.7	3	53	130
25	10.2	2.5	20	7	1	44	170
26	10.8	2.6	19.5	7.8	1	50	1,300
27	10.6	1.9	20	7.5	2	48	170
28	12	2.0	20.0	7.3			
31	8.7	.5	20.5	7.1	2	54	20

APPENDICE A: (suite)

Station R.P. - 2.7 Sainte-Geneviève-de-Pierrefonds (Plage Rivière)

Septembre 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
1	7	1.9	20	6.4	2	44	240
2	7.2	1.1	19	7.7	0	40	20
3	10.4	0.5	19.5	7.5	0	42	450
4	7.7	2.7	20	7.4			
8	7.2	2.8	20.5	7.7	0	59	200
10	9	0.8	20.5	7.5			
14	5	3.9	20	8.4	0	53	180
15	8.6	1.3	17	7.4	1	42	610
17	10.2	1.2	17.5	7.5			
22	7.4	1.6	18	7.7	1	44	410
23	6.2	1.1	17.	7.5			
28	8.1	1.9	16.5	7.6	2	42	450
29	7.9	1.0	17.0	7.3	9	42	78

Octobre 1964

1	8.5	1.9	16.5	7.3	8	48	180
5	9.8	2.4	16	7.5	2	40	130
7	8.7	1.6	15.5	7.5	4	44	790
13	8.6	2.0	14	7.4	1	49	45
14	9.1	1.5	14.5	7.6	1	49	130
20	8.5	2.0	13	7.5	1	42	130
21	7.9	2.8	13.5	7.4	3	40	78
27	8.5	2.1	13	7.6	2	43	220

APPENDICE A: (suite)

Station R.P. - 12.5 Chomedey (Plage Canon)

Juillet 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
2	6.6	2.3	24	7.3	8	—	1,300
6	8.4	2.1	23	7.4	3	55	4,900
7	6.4	3.2	22	7.0	3	49	2,200
8	6.7	2.0	21.5	7.4	3	40	13,000
9	6.4	3.9	22	7.6	9	—	7,900
10	6	1.3	21	7.4			
13	7	.9	23	7.3	9	—	3,300
14	6.5	2.5	22	7.4	4	46	1,300
15	6.8	4	22	7.4	4	49	2,400
16	8.1	2.2	22.5	7.5	2	40	4,900
17	8.2	1.8	22.5	7			
20	6.9	3.8	23.5	7.3	11	—	13,000
21	6.9	1.2	24	7.6	1	48	3,300
22	7.1	1.8	23.5	7.5	2	44	3,300
23	7.4	5.1	23	7.6	10	—	4,900
24	8.1	3.8	22	7.0			
27	7.7	2.1	25	7.4	20	—	4,900
28	7.6	2.2	24	7.6	12	—	4,900
29	7.1	2.0	23.1	7.3	3	48	24,000
30	6.3	2.0	22.5	7.4	4	50	4,900
31	7.2	5.9	20	7.6			

Août 1964

3	8.3	2.3	21.5	7.4	12	—	1,300
4	5.3	2.4	20.5	6.9	1	45	790
5	6.6	4.2	21	7.3	3	43	1,700
6	7	6.4	20	7.5	2	43	2,400
7	8.6	5.5	21	7.5			
10	8	2.4	20.5	7.6	2	49	1,300
11	8.3	2.7	19.5	7.8	2	52	790
12	7.8	3	20	7.6	2	45	2,400
13	8	2.3	20	6	5	48	4,900
14	8.4	4.1	21.5	6.4			
17	8.4	3.2	20.0	6.9	3	49	9,200
18	7.8	1.8	19.5	7.6	2	48	2,400
19	7.9	1.4	19.5	7.4	1	42	1,300
20	7.7	3.8	20	7.6	1	40	790
21	8.3	5.6	21	7.5			
24	9.4	3.1	20.5	7.4	1	40	7,900
25	8.5	3.8	21.5	7.5	1	42	4,900
26	8.1	2.5	21	7.4	1	44	4,900
27	7.5	2.6	20.5	7.5	3	49	3,300
28	7.8	4.5	20.0	7.5			
31	7.9	2.2	20.5	7.2	2	48	4,000

APPENDICE A: (suite)

Station R.P. - 12.5 Chomedey (Plage Canon)

Septembre 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
1	6.6	1.2	20	7	2	44	3,300
2	7.3	5.0	19	7.7	1	40	2,300
3	7.6	2.6	19.5	7.4	—	42	7,000
4	7.1	3.1	20.0	7.4			
8	8.3	2.1	20.5	7.4	2	44	3,100
10	7.4	2.8	20.0	7.5			
14	7.7	3.7	17.5	7.4	1	40	1,300
15	8.0	3.1	17.5	7.4	2	42	2,300
17	7.0	2.5	18.0	7.5			
22	8.1	3.4	18.5	7.4	1	42	3,300
23	7.6	4.1	17.0	7.1			
28	7	2.5	16.5	7.2	11	—	17,000
29	8.9	2.2	17.5	7.2	8	—	13,300

Octobre 1964

1	7.6	3.1	16.5	7.3	3	45	2,400
5	8.4	3.5	16.5	7.5	2	43	790
7	8.6	3.3	16	7.5	1	43	1,700
13	7.4	3.1	15	7.4	1	49	1,300
14	7.8	3.1	15	7.5	2	52	3,300
20	7.3	3.0	14	7.6	2	48	1,700
21	7.5	1.5	13.5	7.5	5	49	2,400
27	7.3	3.4	13	7.4	1	48	3,300

APPENDICE A: (suite)

Station R.P. - 19.7 Saint-Vincent-de-Paul (Rue St-Simon)

Juillet 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
2	6.8	2.4	24	7.4	15	—	92,000
6	6.2	3.4	23	7.3	2	50	92,000
7	6.8	1.9	22	7	2	48	28,000
8	6	3.9	21.5	7.2	2	39	240,000+
9	7.2	4.5	22	7.5	3	42	240,000+
10	5.6	3.8	21	7.5			
13	7	2.3	23	7.5	8	—	35,000
14	6.6	1.5	22	7.3	4	48	92,000
15	8.6	1	22	7.4	3	42	54,000
16	6.1	1.8	22.5	7.5	2	40	17,000
17	5.7	1.5	22.5	7.5			
20	9.2	3	23.5	7.6	2	52	2,300
21	4.3	2.3	24	7.5	1	49	35,000
22	6.1	1.1	23.5	7.5	1	40	24,000
23	5.1	5	23	7.6	13	—	24,000
24	5.5	6.6	22	7.4			
27	5.8	0.8	25	7.5	2	49	14,000
28	5.7	1.2	24	7.4	8	—	54,000
29	5.5	2.1	23.1	7.2	2	47	35,000
30	5.1	2.5	22.5	7.5	3	43	92,000
31	5.9	3	20	7.5			

Août 1964

3	6.6	2	22	7	5	49	72,000
4	6.5	2.9	21	7.5	5	45	92,000
5	6.1	3.1	20.5	7.3	4	42	54,000
6	6.2	2.8	20	7.5	3	42	24,000
7	7.4	2.6	21.5	7.4			
10	5.4	3.7	20.5	7.1	2	51	7,900
11	4.7	1.7	19	7.6	2	52	35,000
12	7.5	3.4	21	7	2	48	35,000
13	7	2.9	19.5	7.4	1	47	54,000
14	6.1	4.7	19	7.4			
17	8.9	4.1	20	7.6	2	56	11,000
18	7	6.4	21	7.4	2	49	92,000
19	7.6	2	19.5	7.6	1	42	54,000
20	7.7	3.6	19	7.5	4	49	22,000
21	8.3	4.1	20.5	7.4			
24	7.4	5.2	20.5	8.3	1	53	13,000
25	7.9	7.2	19.5	7.5	1	40	17,000
26	7.5	1.8	20.5	7.4	1	42	35,000
27	7.4	3.6	20	6.7	3	48	92,000
28	7	2.2	20	7			
31	8.3	6.8	20	6.6	1	48	92,000

APPENDICE A: (suite)

Station R.P. - 19.7 Saint-Vincent-de-Paul (Rue St-Simon)

Septembre 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
1	7.3	3.2	20	7	2	45	22,000
2	5.9	5	19	7.6	1	40	17 000
3	6	4.3	19.5	7.4	0	40	92,000
4	5.7	5.1	20	7.3			
8	8.6	3.1	20.5	7.5	0	42	11,000
10	6.8	7.1	20	7.1			
14	8.5	2.4	17	7.3	2	40	54,000
15	6.9	3.2	17.5	7.4	3	42	92,000
17	8.1	3.5	18	7.4			
22	6.4	4.1	17	7.3			54,000
23	7.2	3.8	17.9	7.4			
28	6.5	5.4	17	7.1	8	—	92,000
29	7.2	3.9	16.5	7.1	3	43	160,000

Octobre 1964

1	7.9	3.8	16.5	7	5	40	22,000
5	7.8	4.4	16	7.6	5	42	92,000
7	8	5.4	15	7.4	4	49	54,000
13	7.2	4	15.5	7.8	3	49	35,000
14	6.5	3.9	14	7.8	2	40	35,000
20	6.2	2.4	13	7.4	2	48	7,900
21	6.3	1.8	13	7.4	5	50	35,000
27	8.3	1.3	13	7.3	4	51	54,000

APPENDICE A: (suite)

Station R.P. - 21.2 Rivière-des-Prairies (Municipalité) (Pont Île Rochon)

Juillet 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
2	5.6	2.3	24	7.2	5	48	240,000+
6	5.6	3.4	23	7.3	8	—	92,000
7	5	3.1	22	7.2	5	48	240,000+
8	5.5	1.7	21.5	7.4	1	38	35,000+
9	5.6	3.8	22	7.5	4	42	240,000+
10	5	1.3	21	7.4			
13	4.2	1.4	23	7.5	5	43	92,000
14	3.9	3.7	22	7.2	5	44	240,000+
15	4.7	3.3	22	7.4	5	42	240,000+
16	5	4	22.5	7.5	5	43	240,000+
17	5	3.1	22.5	7.5			
20	5.5	4.3	23.5	7.2	1	54	35,000
21	3.8	3.8	23	7.3	1	43	240,000+
22	3.9	3.8	23.5	7.5	2	41	160,000
23	3.9	3.3	23	7.5	1	42	240,000+
24	3.9	3.4	22	7.4			
27	5.1	5.1	25	7	2	44	54,000
28	2.7	3.4	24	7.2	2	43	240,000+
29	3.8	3.8	23.1	7.3	3	45	240,000+
30	3.9	3.9	22.5	7.5	8	—	240,000+
31	5.4	5.4	20	7.4			

Août 1964

3	5	3.9	22	7.2	1	46	92,000
4	2.9	4.6	21.5	7.3	4	43	240,000+
5	3.3	3.9	20	7.3	4	43	240,000+
6	4.2	4.3	20.5	7.5	4	45	240,000+
7	4	4.2	21.5	7.4			
10	5.9	5.4	20.5	7.6	2	52	54,000
11	4.5	4.3	19.8	7.6	3	52	240,000+
12	4.9	4.4	21	7.6	4	48	240,000+
13	5.6	4.7	19.6	7.4	4	40	240,000+
14	5	4.5	19.5	7.4			
17	5.1	4.4	20	7.4	2	40	35,000
18	5.9	7.8	21	7.4	2	43	240,000+
19	5.2	5	19.5	7.6	3	42	240,000+
20	5.4	7.9	19.5	7.6	5	40	240,000+
21	4.7	4.5	20.5	7.5			
24	5.7	3.1	20.5	7.5	2	40	240,000+
25	5	7.6	19.5	7.5	3	40	240,000+
26	4.3	8.4	20	7.4	2	40	240,000+
27	5.3	4.1	20	7.5	4	48	240,000+
28	4	3.6	20.5	7.4			
31	4.6	7.3	20	7.1	1	48	54,000

APPENDICE A: (suite)

Station R.P. - 21.2 Rivière-des-Prairies (Municipalité) (Pont Île Rochon)

Septembre 1964

Date	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	T° C.	pH	Turbidité Unité	Couleur Unité	Coli./100 ml
1	4	4.3	20	7.1	2	47	240,000+
2	3.9	5	19	7.6	1	40	240,000+
3	4.4	8.8	19.5	7.4	0	40	240,000+
4	3.7	8.1	20	7.4			
8	4.1	7.3	20.5	7.2	2	40	240,000+
10	4.6	4.1	20	7.1			
14	5.2	3.9	17	7.1	2	38	240,000+
15	4.8	6	17.5	7.2	5	39	240,000+
17	7.5	5.5	18	7.3			
22	4.2	3	17	7.2			240,000+
23	5.6	4.1	16.5	7.3			
28	5.5	4.7	17	7.4	4	39	240,000+
29	4.8	4	17.1	7.2	5	41	240,000+

Octobre 1964

1	6.3	4.2	16	7.6	2	47	240,000+
5	7.8	6.7	16	7.2	1	40	240,000+
7	6.3	6.9	15	7.3	1	40	240,000+
13	5.3	5.1	15.5	7.4	0	38	240,000+
14	6.1	4.7	14	7.1	2	40	240,000+
20	5.2	4.1	13	7.1	4	47	240,000+
21	5	2.7	13	7.3	1	40	240,000+
27	6.6	4.5	13	7.3	5	39	240,000+

Références

- ALLARD, C., 1955. Étude de la pollution des eaux de la province de Québec. *Montréal: Fédération des Associations de Chasse et Pêche*, p. 40.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1960. Standard methods for the examination of water and wastewater. 11th ed., New York. pp. 44, III, 261, 318, 494.
- AQUATIC LIFE ADVISORY COMMITTEE OF THE OHIO RIVER VALLEY WATER SANITATION COMMISSION, 1956. Aquatic life water quality criteria, Part I. *Sewage ind. Wastes*, **27**(3): 321.
- AQUATIC LIFE ADVISORY COMMITTEE OF THE OHIO RIVER VALLEY WATER SANITATION COMMISSION, 1956. Aquatic life water quality criteria, Part II. *Sewage ind. Wastes*, **28**(5): 678.
- ASSELIN, J.-C., 1966. Stream digestion oxygen-sag and pollution index. *Eng. J.*, June, pp. 15-17.
- BABBITT, H.E. and E.R. BAUMAN, 1958. Sewerage and sewage treatment. New York: John Wiley and Sons Inc., New York. p. 359.
- BRIÈRE, F. et J. LÉCHELLE, 1966. Les eaux polluées de la rivière des Prairies. *La Revue municipale*, septembre, pp. 12-15.
- CHURCHILL, M.A., 1956. How much pollution can a stream assimilate? *Publ. Wks*, **87**: 96.
- COBURN, S. E., 1949. Limits for toxic waster in sewage treatment. *Sewage Wks J.*, no. 21, 522-524.
- DAWSON, P.S.S. and S.H. JENKINS, 1950. The Oxygen requirements of activated sludge by manometric methods. II. *Sewage ind. Wastes*, **22**:490-507.
- DEPARTMENT OF SCIENCES AND INDUSTRIAL RESEARCH, 1961. Some effects of pollution on fish. *Notes on Water pollution (Britain)*, No. 13.
- DOUDOROFF, P., 1956. Some experiments on the toxicity of complex cyanides to fish. *Sewage ind. Wastes*, **28**: 1020-1040.
- DOUDOROFF, P. and M. KATZ, 1950. Critical review of literature on the toxicity of industrial waster and their components to fish. I. Alkalies, acids and inorganic gases. *Sewage ind. Wastes*, **22**: 1432.
- DOUDOROFF, P. and M. KATZ, 1953. Critical review of literature on the toxicity of industrial Wastes and their components to fish. II. The Metals as salts. *Sewage ind. Wastes*, **25**: 802.
- DOUDOROFF, P. and C.E. WARREN, 1957. Biological indices of water pollution with special references to fish populations. Cincinnati: R.A. Taft Sanitary Engineering Center (*U.S. Publ. Health Serv.*): 144-158.
- DOUDOROFF, P. and C.E. WARREN, 1965. Dissolved oxygen requirements of fishes. *In*: Biological problems in water pollution, third seminar. Cincinnati: R.A. Taft Sanitary Engineering Center, (*U.S. Publ. Health Serv.*): 144-158.
- DOUDOROFF, P., M. KATZ and C.M. TARZWELL, 1953. Toxicity of some organic insecticides to fish. *Sewage ind. Wastes*, **25**: 840.

- DOUDOROFF, P., G. LEDUC and C.R. SCHNEIDER, 1966. Acute toxicity to fish of solutions containing complex cyanides, on relation to concentrations of molecular hydrocyanic acid. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **95** (1):6-22.
- ELLIS, M.M., 1937. Detection and measurement of stream pollution. U.S. Bureau of Fisheries, Bull. 22.
- GAUFIN, A.R. and C.M. TARZWELL, 1952. Aquatic invertebrates of stream pollution. Cincinnati: *Environ. Health Center (Publ. Health Serv.)*, 57-64.
- GUELIN, A., 1952. Bactériophage et entero-bactéries chez les poissons de mer et le problème des eaux polluées. *Annls Inst. Pasteur (Paris)*, **83**: 46-56.
- HAUDUROY, P., 1947. Microbiologie générale et technique microbiologique. Lausanne: Froth et Cie, 441-454.
- HOLLIS, B.F. and G.E. MCCALLUM, 1959. Dilution is no longer solution for pollution. *Wastes Engng. J.*, **30** (10): 578.
- HOAK, R.D. and H.C. BRAMER, 1961. Diurnal variation of dissolved oxygen in natural streams. *Proc. 16th ind. Waste Conf. (Purdue University)*, p. 167.
- KLEIN, L., 1957. Aspects of river pollution. London, Butterworks Scientific Publications, pp. 37, 146.
- LUECK, B.F., A.S. WILEY and T.F. WISNIEWSKI, 1957. Approaches to determination of stream purification capacity. *Proc. 12th Ind. Waste Conf. (Purdue University)*, pp. 525-542.
- MCKEE, J.E. and H.W. WOLF, 1963. Water quality criteria. Resources Agency of California State Water Quality Control Board, Publ. no. 3-A, pp. 88, 118.
- MINER, R.W., 1950. Field book of seashore life. New York, G.P. Putnam's Sons.
- MINISTÈRE DU NORD CANADIEN ET DES RESSOURCES NATIONALES, 1962-63. Eaux de surface, bassins du Saint-Laurent et de la baie d'Hudson sud. Ressources hydrauliques, Ottawa, Bull. 140, p. 208.
- NEMEROW, N.L., 1963. Industrial waste treatment. Addison-Wesley Publishing Company, U.S.A.
- NEW YORK STATE DEPARTMENT OF HEALTH, 1963. Upper Hudson drainage basin. Survey Series, Report No. 1, 2.
- PATRICK, R., 1949. A Proposed biological measure of stream conditions. *Proc. 5th ind. Waste Conf. (Purdue University)*, pp. 379-399.
- PENNAK, R.W., 1953. Fresh water invertebrates of United States. New York, The Ronald Press Company.
- PRESCOTT, S.C., C.E. WINSLOW and McH. MCGRADY, 1946. Water bacteriology. New York, John Wiley and Sons, pp. 187-188.
- RÉGIE DES EAUX DU QUÉBEC, 1964. Ministère des Affaires municipales, Gouvernement de la Province de Québec.
- REICH, S.S., 1956. The effects of the reduction of sanitary and industrial wastes on the Delaware River. *Proc. 11th ind. Waste Conf. (Purdue University)*, pp. 595-600.

- ROY, J.-A., C. AUDET et G. AUDET, 1963. Étude préliminaire de la pollution des eaux de la rivière des Prairies et de la rivière des Milles-Iles, Québec: Ministère de la Santé, Division du Génie sanitaire, 1-44.
- ROY, J.-A., 1964. Étude complémentaire de la pollution des eaux de la rivière des Prairies et de la rivière des Milles-Iles. Québec, Ministère de la Santé, Division du Génie sanitaire, 1-44.
- SCHÄPERCLAUS, P.W., 1962. Les Maladies des Poissons. III. Maladies non parasitaires. *Bull. Fr. Piscicul.*, no 202, pp. 5-17.
- STREETER, H.W., 1949. Nomographic solution of the oxygen sag equation. *Sewage Wks J.*, no. 21, pp. 884-890.
- SWAIN, R.B., 1952. *The Insect Guide*. New York, Doubleday and Company Inc.
- TARZWELL, C.M., 1962. Development of water quality criteria. *Water Pollution Control Federal Journal*, 34(11)1178.
- TARZWELL, C.M. and A.R. GAUFIN, 1953. Some important biological effects of pollution often disregarded in stream surveys. *Proc. 8th ind. Waste Conf. (Purdue University)*, p. 295.
- TAYLOR, E.W., 1958. *The examination of waters and water supplies*, 7th ed., London, J. and A. Churchill Ltd., pp. 266, 268, 409, 456.
- THÉROUX, F.R., E.F. ELDRIDGE and W.L. MALLMAN, 1943. *Laboratory manual for chemical and bacterial analysis of water and sewage*, 3th ed. London, McGraw-Hill Book Company Inc., p. 176.
- THOMAS, H.A., 1948. Pollution load capacity of streams. *Wat. Sewage Wks*, 95(II):409.
- UNITED STATES PUBLIC HEALTH SERVICES, 1963. *Water Quality Conditions. Report on the Illinois River System*. U.S. Department of Health Education and Welfare, Washington.
- USINGER, R.L., 1956. *Aquatic insects of California*. Berkeley and Los Angeles, University of California Press.
- VELZ, C.S., 1953. Recovery of polluted streams. *Wat. Sewage Wks.*, 100(12):495.
- VIEHL, K., 1935. Effect of temperature on biological water purification. *Gesundheitsing*, 58:555-558.
- WARD, H.B. and G.C. WHIPPLE, 1959. *Fresh water biology*. 2th ed., New York, John Wiley and Sons Inc.
- WARREN, C.E. et AL., 1964. Trout production in a experimental stream enriched with sucrose. *J. Wild, Mgmt*, 28:618-654.
- WATER IN INDUSTRY, 1965. National Association of Manufacturers, New York.
- WATER QUALITY AND TREATMENT, 1950. 2th ed., American Water Works Association.

COMMUNICATIONS BRÈVES**CAPTURE D'UN POISSON-TAPIR *NOTACANTHUS NASUS* BLOCH
(NOTACANTHIDAE) À L'ENTRÉE DU GOLFE SAINT-LAURENT**

JULIEN BERGERON

Centre de Biologie, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec.

Au cours de la saison de pêche 1967, l'équipage du chalutier Doreen Elaine rapporta un poisson rare à la Station de Biologie marine de Grande-Rivière (Gaspé-sud). Le spécimen avait été capturé le 6 octobre 1967, dans le détroit de Cabot (47°23'00"N - 60°10'00"W) à une profondeur de 220 brasses (402 m).

L'examen du spécimen révéla qu'il s'agissait de l'espèce *Notacanthus nasus* Bloch (Notacanthiformes = Heteromi) dont ce serait, selon nous, la première capture certaine dans les eaux du golfe Saint-Laurent. Voici quelques données qui ont servi à son identification :

Longueur totale: 1075 mm

Longueur de la tête: 124 mm

Distance du museau à la base des pectorales: 143 mm

Distance du museau à la base des pelviennes: 318 mm

Distance du museau à l'anus: 403 mm

Formule de la nageoire dorsale: XI(1), la première épine étant enfouie dans le tissu

Formule de la nageoire anale: XXI(140), les deux premières épines étant enfouies dans le tissu.

Il s'agissait d'une femelle dont le stade de maturité des ovaires était très avancé.

Selon Leim et Day (1959), cette espèce serait assez commune sur les Bancs de Terre-Neuve et le plus grand spécimen capturé mesurait 991 mm. Tucker et Jones (1951) signalent qu'il n'existait que cinq spécimens de *Notacanthus phasganorus* Goode dans les différents musées de l'Amérique du Nord. *Notacanthus nasus* Bloch est considéré comme synonyme de *N. phasganorus* Goode et de *N. chemnitzii* Bloch par Leim et Scott (1966).

D'après la taille de notre spécimen, cette espèce atteindrait des tailles beaucoup plus élevées que l'espèce méditerranéenne *Notacanthus bonapartei* Risso, dont la taille maximale serait de 283 mm (Cabo, 1952).

La famille des Notacanthidae est actuellement représentée par trois espèces dans les eaux canadiennes: *Macdonaldia rostrata* (Collett) et *Notacanthus nasus* Bloch dans les eaux de l'Atlantique (Leim et Scott, 1966); et *Macdonaldia challengerii* (Vaillant) dans les eaux du Pacifique (Peden, 1968).

Le spécimen est déposé dans la collection de poissons de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière sous le numéro 67-1.

Références

- CABO, F. L., 1952. Estudio preliminar sobre la biometria, la biologia y la anatomia general de *Notacanthus bonapartei* Risso. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, **49**: 1-30.
- LEIM, A. H. and L. R. DAY, 1959. Records of uncommon and unusual Fishes from Eastern Canadian Waters, 1950-1958. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **16** (4):503-514.
- LEIM, A. H. and W. B. SCOTT, 1966. Fishes of the Atlantic coast of Canada. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **155**: 1-485.
- PEDEN, A. E., 1968. Two new specimens of the notacanthid fish *Macdonaldia challengerii* in the Eastern North Pacific Ocean. *J. Fish Res. Bd. Can.*, **25** (1):181-188.
- TUCKER, D. W. and J. W. JONES, 1951. On a rare deep-sea fish *Notacanthus phasganorus* Goode (Heteromi-Notacanthidae) from the arctic Bear Isle fishing-grounds. *Bull. Brit. Mus. nat. Hist.*, **1** (5):69-79.

UNE PREMIÈRE MENTION OUBLIÉE POUR LE QUÉBEC ET POUR LE CANADA

LUC FERNET et JEAN-GUY PILON

*Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Montréal,
C.P. 6128, Montréal.*

Nous aimerions attirer l'attention sur une première mention pour l'espèce *Tachopteryx thoreyi* Hagen (Odonata: Petaluridae) complètement oubliée dans la distribution du Québec et du Canada.

En faisant une révision des Odonates de la Collection Provancher au Musée Provincial, Faculté des Sciences, Pavillon Vachon, Université Laval, un mâle de *T. thoreyi*, No 64, première collection, a attiré notre attention. Ce spécimen, provenant des environs même de la ville de Québec, fut récolté par Provancher et décrit dans le *Naturaliste Canadien* (Provancher, 1877) dans le genre *Petalura* (Hagen, 1861). Le spécimen est très bien conservé et l'identification exacte.

Cette première mention canadienne a passé complètement inaperçue par les auteurs qui se sont intéressés aux Odonates du Québec: Walker (1934) n'inclut pas cette espèce dans l'inventaire du Québec, Robert (1963) ne fait aucunement mention de cette espèce dans son volume sur les Libellules du Québec, Needham et Westfall (1955) n'incluent pas cette espèce dans la distribution canadienne.

Cette mention oubliée porte actuellement à 134 le nombre d'espèce d'Odonates rencontrées au Québec.

Références

- HAGEN, H. A., 1861. Synopsis of the Neuroptera of North America, Odonata (in *Petalura*). *Smithson. Misc. Coll.*, 4: 55-187.
- NEEDHAM, J. G., and M. J. WESTFALL, 1955. *Dragonflies of North America*. Univ. of Calif. Press. Berkeley and Los Angeles, 615 pp.
- PROVANCHER, L., 1877. Faune canadienne. *Nat. can.*, 9: 38-43.
- ROBERT, A., 1963. Libellules du Québec. Service de la Faune du Québec, Bull. no 1, 223 pp.
- WALKER, E. M., 1934. A preliminary list of the insects of the Province of Quebec. Odonata. Part 4. *Rept. Quebec Soc. Prot. Plants*, 26: 3-12.

REVUE DES LIVRES

LAUFF, G. H. (éditeur), 1967. *Estuaries*. American Association for the Advancement of Science, Washington, D. C., *Publication No. 83*. X + 757 p., 85 tab., 525 fig. 20 × 27 cm. Relié, U. S. \$27.00; prix de faveur pour les membres de l'AAAS, U.S. \$24.00.

Le volume *Estuaries* est basé sur les contributions présentées à la Conférence sur les estuaires tenue, en 1964, sur l'île Jekyll en Georgie et sur quelques textes additionnels qui y furent ajoutés dans le but d'en faire un ouvrage complet sur le sujet. Au total, soixante et onze articles y sont réunis autour des thèmes suivants: facteurs physiques, géomorphologie, sédiments et sédimentation, microbiota, éléments nutritifs et production biologique, écologie et populations, physiologie et évolution, pêche, influence humaine.

Dans un premier chapitre, trois auteurs tentent d'abord de donner une définition de l'estuaire; du point de vue physique (Pritchard), du point de vue biologique (Caspers) et du point de vue de ses relations avec le continent (Emery). Vient alors le chapitre consacré aux facteurs physiques où se trouvent réunies sept contributions sur la circulation de l'eau dans les différents types d'estuaires et les mesures de sa salinité et de ses courants. Le troisième chapitre comporte six articles sur la géomorphologie des estuaires, suivis, dans le chapitre quatre, de treize contributions sur les origines des sédiments, leur transport, leur taux de sédimentation et leur variabilité en fonction de la concentration de leurs éléments constitutifs d'origine microfaunique ou microflorale. C'est alors que cinq auteurs traitent de la microflore et de la microfaune estuariennes et notamment du plancton. Ces textes sont suivis de onze contributions sur la valeur nutritive des eaux et sur leur production biologique. Le chapitre suivant, le septième, est consacré à l'écologie des communautés animales et à l'étude des populations surtout du zooplancton. Cette emphase sur le monde animal est maintenue au cours du chapitre suivant consacré à la physiologie et à l'évolution qui réunit sept articles consacrés, en majorité, aux problèmes physiologiques des animaux habitant les eaux estuariennes. Vient, ensuite, un chapitre sur les pêcheries traitant des problèmes qui s'y rattachent et qui furent étudiés dans les estuaires des différentes parties du monde. Enfin, le rôle de l'homme dans la pollution des estuaires est évoqué dans le dixième chapitre du livre alors que le dernier chapitre est consacré à un résumé de Hedgpeth sur le sens de la Conférence.

En plus de la variété et de la haute teneur scientifique des communications, appuyées sur 1,639 citations bibliographiques, le lecteur trouvera dans ce volume 437 références bibliographiques supplémentaires classées en fonction des dix chapitres du livre et un index des matières de plus de 14,000 entrées.

Il s'agit de l'ouvrage le plus complet, publié en langue anglaise, sur les divers aspects de la recherche scientifique touchant les problèmes des estuaires; ouvrage que toute bibliothèque devrait posséder et que tout spécialiste d'écologie ou de biologie marine aura avantage à consulter.

OLSON, T. A., and BURGESS, F. J. (Editors), 1967. **Pollution and Marine Ecology.** Proceedings of the Conference on the Status of Knowledge, Critical Research Needs, and Potential Research Facilities Relating to Ecology and Pollution Problems in the Marine Environment. Held at Texas A & M. University Marine Laboratory and the Jack Tar Hotel, Galveston, Texas, March 24-26, 1966. Interscience Publishers of John Wiley & Sons, New York, XIII + 364 p., 21 tab., 88 fig. 15.5 × 23.5 cm. Relié, U.S. \$12.00.

A mesure que l'Humanité progresse, l'homme acquiert de plus en plus d'influence sur son environnement. Malheureusement ses connaissances des lois régissant les écosystèmes qui l'entourent n'évoluent pas au même rythme de sorte que le progrès technologique avec ses quantités innombrables de procédés et de produits nouveaux finit par devenir la source de pollution et de déséquilibres graves. Les voies d'eau et les zones côtières, en particulier, furent altérées de la sorte au point que rares sont aujourd'hui les régions pouvant se prévaloir d'eaux non polluées. Alors que faire? Certes, il ne serait pas réaliste de vouloir maintenir les écosystèmes dans leur état primitif; les solutions doivent être cherchées du côté de la création d'équilibres nouveaux compte tenu de la présence de l'homme et de sa puissance technologique grandissante. C'est principalement pour discuter de ces problèmes, en particulier du problème de la pollution dans le milieu marin, que fut convoquée la Conférence de Galveston. Son but, et par le fait même celui de ce livre, était de réunir les informations sur la nature, les causes, les effets, la détection, les mesures et le contrôle de la pollution afin d'augmenter les connaissances dans ce domaine pour en arriver finalement au développement des méthodes de contrôle efficaces des changements dans l'environnement qui accompagnent la pollution.

Le volume réunit au total 21 contributions et de nombreuses discussions regroupées en 6 parties. La première sur les ressources du milieu marin utiles à l'homme, la seconde sur la dynamique des communautés littorales, la troisième sur les systèmes écologiques avec, notamment, un article sur la simulation des communautés animales naturelles, la quatrième sur le transfert de l'énergie, la cinquième sur les interactions entre les biota et le milieu chimico-physique et enfin, la sixième partie sur les paramètres de la pollution marine proprement dite: paramètres biologiques, physiologiques, physiques et chimiques.

Un index des auteurs et un autre des sujets terminent ce volume très intéressant traitant d'un problème de grande importance et d'actualité.

Miroslav M. GRANDTNER

SCULTHORPE, C. D., 1967. **The Biology of Aquatic Vascular Plants.** Edward Arnold, London, XVIII + 610 p., 13 tab., 206 fig. 15 × 23.5 cm. Relié, \$20.00. Distribué par Macmillan of Canada Ltd.

Bien qu'il existe une volumineuse littérature concernant les plantes aquatiques vasculaires, les traités entièrement consacrés à ce sujet sont plutôt rares et surtout rarement orientés vers la biologie comparative. C'est précisément le thème principal de cet ouvrage remarquable qui réunit l'ensemble des connaissances sur les manifestations morphologiques physiologiques et écologiques des plantes vasculaires résultant des relations réciproques qui existent entre ces dernières et le milieu aquatique. Ainsi le souligne l'auteur lui-même, ce thème exige une comparaison constante entre fonction et structure et, implicitement, entre les plantes aquatiques et les plantes terrestres.

Le livre comporte 15 chapitres. L'auteur définit d'abord les hydrophytes vasculaires, discute de leur classification en fonction de leurs formes biologiques et examine les principaux facteurs physiques du milieu aqueux. Il passe ensuite, à la comparaison entre la structure et la physiologie des feuilles flottantes et des feuilles émergentes, des organes submergés et des organes enfouis dans le sol. Après, un chapitre consacré à l'hétérophylle, l'étude sur les différents types de reproduction et de la distribution des plantes aquatiques et, finalement, sur les communautés végétales et leur portée pratique; notamment les problèmes d'invasion des voies de navigation et du contrôle des mauvaises herbes et la valeur esthétique et commerciale de cette végétation.

Ce volume qui contient aussi plus de 1,700 références bibliographiques, un index d'organismes et un autre de sujets, est à conseiller non seulement aux étudiants pré- et postgradués pour lesquels il fut écrit mais à tous les enseignants de biologie et aux chercheurs engagés dans le domaine d'écologie ou de biologie aquatique en général.

Miroslav M. GRANDTNER

SAUER, J. D., 1967. **Plants and Man on the Seychelles Coast.** A study in Historical Biogeography. The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin. X + 132 p., 1 tab., 20 fig. 20 photographies en noir et blanc. 14 × 22 cm. Relié, U. S. \$5.00.

Les Iles Seychelles forment un archipel isolé situé dans l'Océan Indien à 600 milles au nord-est de Madagascar. Leur particularité? Qu'elles soient formées de granite précambrien et par conséquent, géologiquement parlant, plus continentales que tout autre île. Plus anciennes aussi et pourtant parmi les dernières à être colonisées par l'homme, leur occupation daterait de 1770 seulement. La transformation du paysage végétal naturel se serait donc produite en 200 ans environ. Malgré la durée relativement courte de cette période la flore côtière compte plus de la moitié, plus exactement 62 sur 119, espèces introduites. Les meilleurs sols sont d'origine alluviale mais leur étendue est facile; ce sont les sables et les sols latéritiques, plutôt pauvres en éléments nutritifs et facilement enlevés par érosion qui prédominent. Le climat est par contre très favorable: la température se maintient autour de 80° F et la précipitation atteint 100 pouces par an. Ces conditions favorisent la croissance des végétaux au point que, selon l'auteur, les îles auraient été largement couvertes par la forêt dense sempervirente dominée, aux endroits les plus favorables, par les palmiers, les Sapotacées et les *Dipterocarpus*. Le sous-bois de ces forêts aurait été formé de relativement peu d'espèces: environ 70 fougères et 170 plantes à fleurs dont la moitié largement répandues en dehors de l'Archipel. Une douzaine de fougères et une centaine de plantes à fleurs furent endémiques. Elles diffèrent plus ou moins fortement de leurs proches parents de l'extérieur. Au point de vue de leurs affinités phytogéographiques, la majorité de ces espèces ont des relations étroites avec les flores africaines et malgache. La faune indigène elle aussi fut relativement pauvre à part de nombreux insectes et invertébrés. Il y avait, entre autres, une douzaine d'oiseaux endémiques à côté des espèces largement répandues en dehors de l'Archipel dont quelques mammifères, des alligators et des tortues géantes. Le nombre relativement peu élevé d'espèces, leurs affinités géographiques diffuses et les fortes variations dans le degré de leurs ressemblances avec leurs proches parents de l'extérieur, indiqueraient, selon l'auteur, qu'il s'agit là d'une accumulation d'immigrants à long rayon de dispersion, certains arrivant une seule fois, d'autres suivis, occasionnellement ou régulièrement, par d'autres individus de leur espèce.

La végétation actuelle ne présente pas, d'une île à l'autre, de différences attribuables à l'isolement ou à la présence de barrières quelconques. Le pattern dépendrait uniquement des facteurs bio-physiques, y compris l'influence de l'homme. Tout le chapitre 5 est consacré aux problèmes de la distribution de la végétation côtière actuelle. L'auteur y présente une série de transects très démonstratifs et des cartes schématiques à très grande échelle montrant les principales séries physiographiques de l'Archipel et le pattern des espèces qui les composent.

Un index des sujets et une bibliographie de 161 références complète ce petit livre très bien documenté et d'une très belle facture qui s'adresse aux botanistes et aux écologistes d'abord mais aussi aux géologues, aux historiens, aux géographes et aux naturalistes en général.

Miroslav M. GRANDTNER

MAC ARTHUR, R. H. and WILSON, E. O., 1967. **The Theory of Island Biogeography.** Coll. *Monographs in Population Biology*, 1. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, XI + 203 p., 13 tab., 60 fig. 14 × 22 cm. Relié, \$8.00. Distribué au Canada par Saunders of Toronto, Ltd., Don Mills, Ont.

Ce livre est résultat d'un dialogue entre un écologiste et un zoogéographe tous deux intéressés à la biogéographie et tous deux convaincus que cette dernière devrait sortir de sa phase d'histoire naturelle et entrer dans la phase expérimentale, voire théorique. Utilisant les modèles mathématiques les auteurs présentent la première base théorique pour l'étude du pattern des espèces animales des îles. Ils débent par l'examen du nombre d'espèces en fonction de la dimension des îles et de la distance à laquelle celles-ci se trouvent par rapport au lieu d'origine des arrivants. Suit une critique des modèles d'équilibre et des considérations concernant le taux d'extinction des populations dont la survivance dépend de la densité. De là naissent des généralisations sur la stratégie évolutive que les espèces doivent adopter si elles veulent réussir leur colonisation. Finalement, les auteurs discutent des échanges entre continents et d'un cas concret concernant les origines de la faune de la Nouvelle-Guinée.

Un glossaire de termes techniques suivi d'une bibliographie groupant 100 titres et d'un index des sujets termine ce volume très bien présenté qui marque une étape importante dans l'évolution de la biogéographie et que nous recommandons vivement à tous ceux qu'intéressent les problèmes de la répartition des être vivants à la surface du Globe.

Miroslav M. GRANDTNER

SLATYER, R. O., 1967. **Plant-Water Relationships.** Coll. *International Series of Monographs in Experimental Botany*, vol. 2 Academic Press, London and New York. XII + 366 p., 12 tab., 89 fig. 16 × 24 cm. Clothbound.

Mr. Slatyer, whose reputation in the field of plant-water relationships is world-wide, has now produced a concise but comprehensive monograph on his specialty. This volume is the second in the *International Series of Monographs in Experimental Botany*. Its nine

chapters range from physical properties of water and aqueous solutions through the states and movement of water in soil and plants to transpiration and the development and significance of internal water deficits. M. Slatyer has admirably succeeded in presenting recent theory and developments in these fields.

The outstanding characteristics of the monograph are its thermodynamic approach to plant-water relations and the mathematical expression of relationships. Although this is evidence of a very desirable advance in the subject, many readers will be unfamiliar with the terms and symbols used. Fortunately, considerable background material is included and references to basic papers are plentiful, many of them to Mr. Slatyer's own work. The bibliography is, in itself, an important part of the book.

Mr. Slatyer must be congratulated for this excellent volume which can serve as a text to the graduate level and as a valuable reference work for physiologists and ecologists, indeed for all who have a special interest in plant-water relationships.

Carl H. WINGET

CHAUVIN, R., 1967. **La distribution temporelle des activités animales et humaines.** Collection *Problèmes de comportement*. Masson, Paris. 192 p., 15 tabl., 1 pl., 77 fig., 16.5 × 24.5 cm. Cartonné, 40 FF.

Le professeur Rémy Chauvin, spécialiste du comportement animal, rassemble dans son premier volume d'une collection intitulée *Problèmes de comportement* des textes d'une haute valeur scientifique. Ces travaux originaux furent présentés à la Quatrième session d'Études de la section de Psychologie Expérimentale et Comportement Animal de l'Union Internationale des Sciences Biologiques. C'est Jean Médioni, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, qui organisa les assises de cette session d'études.

Les problèmes de comportement présentent un large éventail scientifique difficile à délimiter et le thème du présent ouvrage *La distribution temporelle des activités animales et humaines* ne pouvait être mieux choisi pour inaugurer cette collection scientifique. Il suscite présentement une attention particulière de la part de nombreux biologistes et plus spécialement des psychologues du comportement. Des quinze travaux présentés, on retient certains domaines qui reçoivent une attention spéciale: les rythmes journaliers; quelques aspects des migrations saisonnières des animaux; l'ontogénèse du comportement et des fonctions psychologiques.

Ce volume présente un aspect interdisciplinaire qui retient aussi bien l'attention du psychologue, du médecin que du naturaliste. Pour le chercheur qui oeuvre dans les domaines de psychologie expérimentale et de comportement animal, un tel recueil répond parfaitement à l'ébauche de nouvelles hypothèses de travail.

Lucien HUOT

Sommaire

Le Fjord du Saguenay : I. Contribution à l'Océanographie	GÉRARD DRAINVILLE	809
Les crevettes des eaux côtières du Québec : taxonomie et distribution	RICHARD COUTURE et PIERRE TRUDEL	857
Âge et croissance de <i>Macoma balthica</i> L. à Cacouna-est dans l'estuaire du St-Laurent	R. LAVOIE, J.-L. TREMBLAY et G. FILTEAU	887
Déplacement du doré jaune <i>Stizostedion vitreum</i> (Mitchill) du fleuve Saint-Laurent d'après les données du marquage	ÉTIENNE MAGNIN et GÉRARD BEAULIEU	897
Étude comparé de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la Touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>), lac Mistassini, Québec	ALFRED DUBOIS et ROBERT LAGUEUX	907
Changements cycliques annuels se produisant dans les ovaires de <i>Perca fluviatilis flavescens</i> (Mitchill) de la région de Montréal	ANGELO MALSERVISI et ÉTIENNE MAGNIN	929
<hr/>		
Une nouvelle espèce s'introduit au Québec : le saumon rose <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum)	VIANNEY LEGENDRE et WILFRID CARTER	947
Sur quelques algues marines nouvelles pour le golfe Saint-Laurent	ANDRÉ CARDINAL	951
A collection of marine algæ from Newfoundland. I. Introduction and Phæophyta.	ROBERT K. S. LEE	957
Indices de pollution des eaux de la rivière des Prairies	GUY VAILLANCOURT	979
 <i>COMMUNICATIONS BRÈVES</i>		
Capture d'un poisson-tapir <i>Notocanthus nasus</i> Bloch (Notacanthidæ) à l'entrée du golfe Saint-Laurent	JULIEN BERGERON	1031
Une première mention oubliée pour le Québec et pour le Canada	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	1033
REVUE DES LIVRES		1035

REVUES PUBLIÉES PAR L'UNIVERSITÉ LAVAL

RECHERCHES SOCIOGRAPHIQUES

Revue publiée par le département de sociologie et d'anthropologie de l'université Laval avec le concours du Centre de Recherches sociales. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$2.00 (3 numéros par an).

LAVAL THÉOLOGIQUE ET PHILOSOPHIQUE

Publiée par les facultés de théologie et de philosophie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$4.00, à l'étranger \$4.50, le numéro: \$2.00 (2 numéros par an).

SERVICE SOCIAL

Publiée par l'école de service social de l'université Laval. Elle traite de travail social, de bien-être, de médecine, de psychiatrie et de psychologie, de législation, d'administration publique et de sociologie. Abonnement annuel: au Canada \$3.00, à l'étranger \$3.50, le numéro: \$1.25 (3 numéros par an).

CAHIERS DE GÉOGRAPHIE DE QUÉBEC

Publiée par l'Institut de géographie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$8.00, le numéro: \$3.00 (3 numéros par an).

RELATIONS INDUSTRIELLES / INDUSTRIAL RELATIONS

Publiée en français et en anglais par le département des relations industrielles de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro: \$1.50 (revue trimestrielle).

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE / VOCATIONAL GUIDANCE

Publication officielle de la Corporation des Conseillers d'orientation professionnelle du Québec. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$1.25 (5 numéros par an).

Pour abonnements, s'adresser au
Service des revues,

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL,
C.P. 2447, Québec 2.

Sommaire

Le Fjord du Saguenay : I. Contribution à l'Océanographie	GÉRARD DRAINVILLE	809
Les crevettes des eaux côtières du Québec : taxonomie et distribution	RICHARD COUTURE et PIERRE TRUDEL	857
Âge et croissance de <i>Macoma balthica</i> L. à Cacouna-est dans l'estuaire du St-Laurent	R. LAVOIE, J.-L. TREMBLAY et G. FILTEAU	887
Déplacement du doré jaune <i>Stizostedion vitreum</i> (Mitchill) du fleuve Saint-Laurent d'après les données du marquage	ÉTIENNE MAGNIN et GÉRARD BEAULIEU	897
Étude comparé de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la Touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>), lac Mistassini, Québec	ALFRED DUBOIS et ROBERT LAGUEUX	907
Changements cycliques annuels se produisant dans les ovaires de <i>Perca fluviatilis flavescens</i> (Mitchill) de la région de Montréal	ANGELO MALSERVISI et ÉTIENNE MAGNIN	929
Une nouvelle espèce s'introduit au Québec : le saumon rose <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum)	VIANNEY LEGENDRE et WILFRID CARTER	947
Sur quelques algues marines nouvelles pour le golfe Saint-Laurent	ANDRÉ CARDINAL	951
A collection of marine algæ from Newfoundland. I. Introduction and Phæophyta.	ROBERT K. S. LEE	957
Indices de pollution des eaux de la rivière des Prairies	GUY VAILLANCOURT	979
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Capture d'un poisson-tapir <i>Notocanthus nasus</i> , Bloch (Notacanthidæ) à l'entrée du golfe Saint-Laurent	JULIEN BERGERON	1031
Une première mention oubliée pour le Québec et pour le Canada	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	1033
REVUE DES LIVRES		1035

Volume 95,

N° 5,

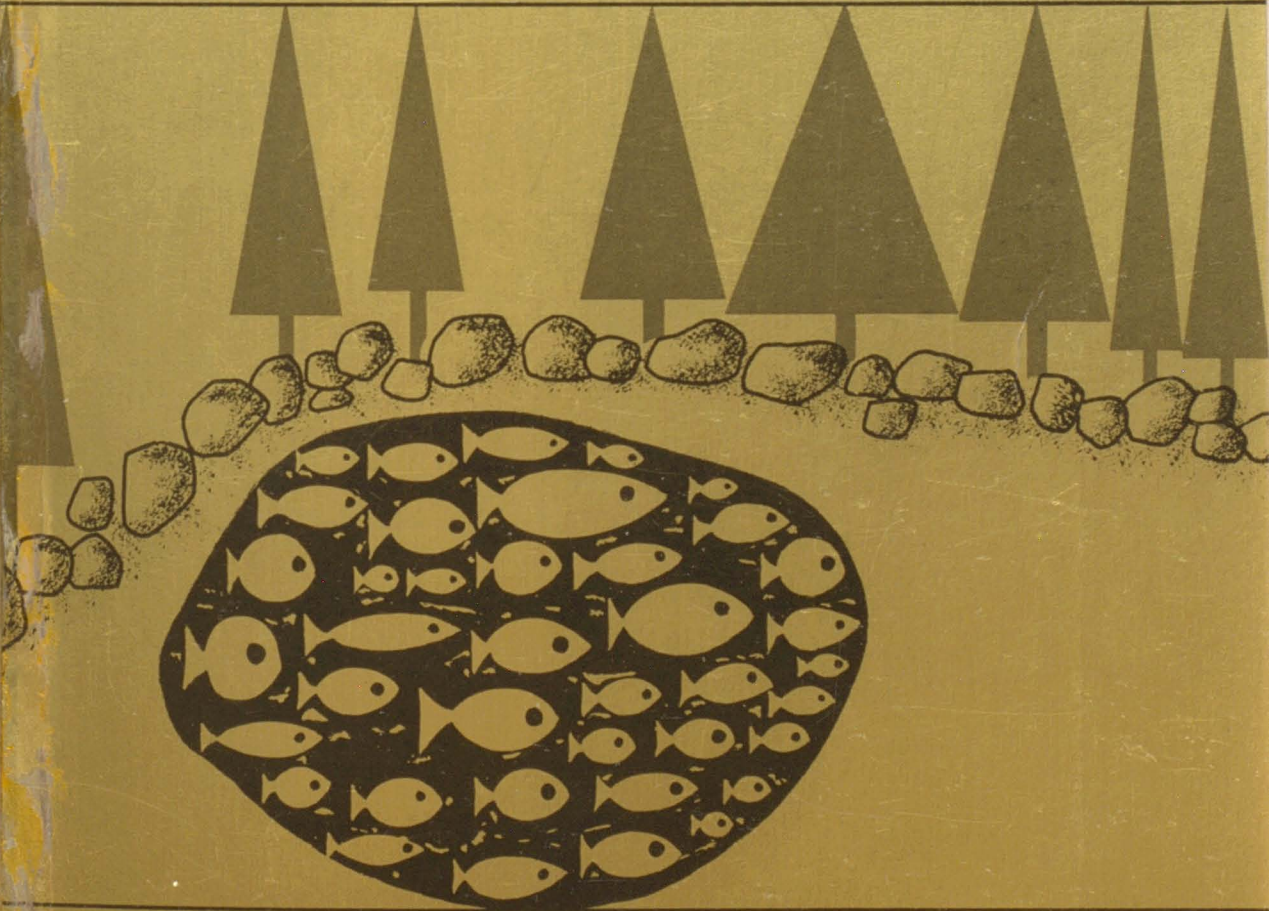
septembre - octobre

ÉDITIONS SPÉCIALES DU CENTENAIRE

1868 - 1968

ZOOLOGIE

Le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉIQUE, *Université Laval*

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences
de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOL, *Faculté catholique
de Lyon*

LLOYD M. DICKIE, *Institut océano-
graphique de Bedford*

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire
naturelle de Paris*

WILLIAM S. HOAR, *Université de la
Colombie-Britannique*

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 6.00

— à l'étranger : \$ 7.00

— le numéro : \$ 1.50

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le NATURALISTE CANADIEN accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1 500 mots, titre et bibliographie compris. La préparation générale de ces notes doit être particulièrement soignée, car aucune épreuve n'est adressée aux auteurs, et ce, en vue d'en accélérer la publication.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétaire de la rédaction**, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Le Ministère des Postes, à Ottawa, a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication.

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Présentation des manuscrits

Le manuscrit, écrit en français ou en anglais, doit être dactylographié sur papier de format 8½ x 11 avec double interligne, au recto seulement de chaque feuille, sans ratures. Chaque page sera numérotée et des feuilles séparées seront utilisées pour les références bibliographiques, les tableaux, les légendes des figures et des graphiques.

Au début de chaque mémoire on indiquera dans l'ordre:

- le titre du mémoire; il devra être bref et précis, ne comporter ni abréviations, ni formule chimiques (il est permis d'utiliser les symboles chimiques pour indiquer les isotopes).
- le nom de l'auteur ou des auteurs, précédé des initiales ou du prénom; il est préférable d'omettre les grades et titres académiques.
- le nom de l'établissement dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.
- un bref résumé en français et un autre en anglais, n'excédant pas 300 mots chacun, doivent précéder le texte.

Références bibliographiques

Les références peuvent être citées dans le texte par un numéro ou par le nom de l'auteur et l'année de publication. Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné, suivi de: *et al.*

A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs.

Chaque citation comprendra: 1) nom et prénom (ou initiales des prénoms) de L'AUTEUR; 2) année de publication; 3) titre de l'article; 4) titre du périodique en abrégé (selon la *Word List of Scientific Periodicals* ou *Chemical Abstracts*); 5) le tome du volume, en **chiffres arabes**; 6) première et dernière pages du mémoire.

Pour les livres cités dans la bibliographie, on indiquera: 1) nom et initiales des prénoms de l'AUTEUR; 2) date de publication; 3) titre de l'ouvrage; 4) nom de l'éditeur; 5) ville; 6) nombre de pages.

Plan du manuscrit

Les mémoires seront rédigés, autant que possible, d'après le plan suivant: introductions, méthodes expérimentales, matériel utilisé, résultats, discussions et conclusion, remerciement, et références. L'importance des titres et sous-titres doit être mise en évidence par l'emploi judicieux des italiques et capitales. Les caractères soulignés d'un trait sont composés *en italique*, de deux traits en PETITES CAPITALES, de trois traits en GRANDES CAPITALES, d'un trait ondulé en **caractères gras**.

Les noms latins d'espèces et de variétés doivent être soulignés en vue de leur impression en italiques.

Les noms communs d'êtres vivants prennent une majuscule initiale lorsqu'ils sont employés pour désigner l'espèce dans son ensemble.

Les notes infrapaginales doivent être réduites à un strict minimum et numérotées successivement dans tout le texte.

Illustrations du manuscrit

La direction de la revue limite ses frais de clichage à trois clichés par manuscrit; tous clichés additionnels seront à la charge de l'auteur.

Les photographies doivent être de bonne qualité et finies sur papier glacé. Deux, quatre ou huit photographies peuvent être groupées sur une même planche, collées sur un carton rigide de 7" x 10", numérotées proprement et visiblement à l'extrémité droite de chaque photographie. On indiquera à l'endos le nom de l'auteur, le titre du texte et le numéro correspondant à la citation du texte.

Les graphiques ou autres dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc de type « Bristol » avec légende complète. Dans certains cas, la photographie ou le dessin doit comporter une échelle de référence indiquant la grandeur.

Les tableaux seront numérotés en chiffres romains. Leur nombre et leur dimension seront réduits au minimum. Les mêmes données numériques ne doivent pas être publiées deux fois, une fois sous forme de tableaux, une autre fois sous forme de courbes.

GUIDE TO CONTRIBUTORS

Presentation of paper

Papers in either French or English should be typewritten, double-spaced throughout, (including tables, references and legends) on white bond paper 8½ x 11. Each sheet should be numbered; and references, tables, figures and legends should be on separate sheets.

The title page should give the following informations:

- Title: short and precise, without any abbreviations or chemical formulæ (except isotopes).
- Name of author or authors preceded by initials.
- Address; Author's institution.
- Abstract; both an English abstract not exceeding 300 words, and a French *résumé* should precede the text.

References

IN THE TEXT: — They should be cited either by a number or by the name of the author with the year of publication. Only the first author followed by *et al* should be given when the article has more than three authors.

REFERENCE SECTION: — Authors should be listed alphabetically or numerically and indicated the following way for periodicals (with the punctuation shown): Author's name and initials. Year of publication. Title. Name of journal spelled out or abbreviated in accordance with *the World list of scientific periodicals or Chemical Abstracts*, volume number: inclusive pagination. In the case of books, references should be listed the following way: Author's name and initials. Year of publication. Complete title. Name of publisher. Address of publisher. Number of pages.

Example: OSBORNE, F. F., 1956, Geology near Quebec City. *Naturaliste Can.*, **83**, 157-223.

Form of paper

Considerable latitude is allowable in the arrangement of the contents of a paper, however, it is felt that in many papers it is possible to adhere to an arrangement as follows: Introduction, Methods, Materials, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgments, and References.

Underlining in the text should be avoided. Contributors should know that words underlined by a single line appear in *italics* in the printed form. They appear as SMALL CAPITALS when underlined twice, and FULL CAPITAL when underlined three times.

Footnotes, which are to be avoided as far as possible, should bear consecutive numbers.

Illustrations

PHOTOGRAPHS: — Plates should bear a reasonable relationship to the length of the text and must be meaningful. A paper of 20 printed pages should have no more than 3 plates. The author can be required to pay for additional plates. For good reproduction, they should be a good quality, of high contrast, and printed on glossy paper. A plate can be made up by mounting 2-4-8- or more pictures mounted on cardboard of 7" x 10". Each picture should have a figure number on the lower right corner. The author is responsible for providing figures of a size and quality suitable for grouping into plates. The reverse side of each photograph or plate should bear the author's name with the figure number used for reference in the text.

GRAPHS AND LINE DRAWINGS: — They should be made with India ink on white drawing paper or Bristol board and have a complete legend.

TABLES: — They should bear consecutive Roman numbers. The same data should not be presented in two forms *i.e.* tables and curves.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 95

Septembre-Octobre 1968

N° 5

MORPHOLOGIE COMPARÉE DE L'ABDOMEN DU MÂLE DES CANTHARIDAE SILINI (COLÉOPTÈRES, CANTHAROIDEA)

NOËL MAGIS

*Université de Liège, Institut Ed. Van Beneden, Laboratoire de Morphologie,
Systématique et Écologie animales.*

Résumé

Contrairement à ce qu'ont affirmé plusieurs auteurs, l'abdomen des mâles appartenant à la tribu des Cantharidae Silini présente sept sternites apparents, soit un de moins que chez tous les autres Cantharidae.

Le sclérite qui a été considéré comme représentant ce huitième sternite abdominal apparent correspond, en réalité, à la pièce basale du tegmen, parfois visible de l'extérieur.

Cette différence provient du fait que, chez les Silini, le sternite du segment génital est en régression et demeure en permanence dans la cavité abdominale.

En complément, les particularités structurales de l'éédéage des Silini sont également décrites.

Abstract

In the tribe Silini, only seven sternites are present in the male abdomen, instead of the usual eight, found in the others Cantharidae.

What was considered to be the eight sternite is in fact a basal part of the tegmen, sometime visible from the outside.

The sternite of this genital segment have regressed and is now permanently located in the abdominal cavity.

The paper describes also the aedeagus of the Silini.

Dans un travail consacré à la morphologie abdominale des espèces du genre *Malthodes* Kiesenwetter (Magis, 1963), nous avons montré que l'adoption d'un mode copulatoire en tête-bêche se traduisait notamment par d'importants remaniements des derniers urites abdominaux des mâles. Chez toutes les espèces, l'urotergite du neuvième segment reste apparent de façon permanente, alors que chez des Cantharidae plus primitifs, où l'accouplement se fait par chevauchement, cet urotergite ne devient visible qu'au moment de la copulation. Bien

plus, chez certains *Malthodes*, le dixième urite abdominal – ou segment périanal – se sclérifie partiellement et peut prendre ainsi la valeur d'un segment apparent, au même titre que ceux qui le précèdent.

Si les mâles des Malthinini comptent des segments abdominaux apparents en nombre plus grand que les Podabrini, Cantharini ou Chauliognathini, l'abdomen des mâles des Silini se composerait, au contraire, d'un nombre inférieur d'urites apparents. L'accord sur ce nombre n'est d'ailleurs pas unanime. Certains systématiciens (Mulsant, 1863; de Marseul, 1884) prétendent que l'abdomen des mâles du genre *Silis* Charpentier est formé de sept segments, d'autres auteurs (Bourgeois, 1884; Champion, 1915) affirment, au contraire, qu'il est constitué de huit urites apparents, nombre identique à celui observé chez les mâles de tous les autres Cantharidae.

Cette contradiction nous a incité à réexaminer soigneusement l'anatomie abdominale de ces Cantharidae. Les données obtenues ici, ajoutées à celles apportées précédemment en comparant la structure de l'abdomen des Cantharini et des Malthinini (Magis, l.c.), seront utilisées ultérieurement avec d'autres caractères morphologiques encore à l'étude, en vue d'établir la Systématique des Cantharidae sur des bases plus stables que celles sur lesquelles repose actuellement la classification de la famille proposée par Delkeskamp (1939) dans le cadre du « Coleopterorum Catalogus ».

Matériel et méthodes

Grâce à l'amabilité de notre collègue, M. J.W. Green, que nous remercions ici, nous avons pu disposer de quelques spécimens de *Polemus laticornis* Say, espèce nord-américaine. Nous avons utilisé conjointement des mâles de *Silis ruficollis* Fabricius, provenant de nos récoltes en Belgique ainsi que différents individus appartenant au genre *Silidius* Gorham, capturés pendant un séjour en Afrique Centrale.

L'état de ce matériel n'a pas permis l'analyse de la musculature qui aurait facilité la compréhension des mouvements relatifs des derniers urites abdominaux et de l'édéage au moment de la copulation. Cependant, l'expérience acquise lors de l'étude des *Malthodes* (Magis, l.c.) a montré que le seul examen des sclérites et des membranes permet de réunir tous les éléments nécessaires à l'homologation des structures observées chez les différents types.

Les cuticules sont traitées pendant quelques heures dans une solution de soude normale à 40°C. Elles sont ensuite lavées et nettoyées dans l'eau distillée avant d'être placées dans un mélange d'alcool et de glycérine. Ce traitement modéré dans la solution alcaline n'altère pas les membranes. Il présente surtout l'avantage de laisser en place le proctodéum ainsi que l'extrémité du tractus génital, c'est-à-dire des fractions d'organes fort utiles pour établir correctement les homologues des pièces abdominales et génitales. Dans les descriptions, les

pièces seront toujours supposées dans leur position naturelle. C'est ainsi que les qualificatifs « antérieur » ou « proximal », « postérieur » ou « distal » s'appliqueront aux membranes et aux sclérites situés respectivement du côté céphalique et du côté anal.

Morphologie de l'abdomen des Silini

LES URITES ABDOMINAUX APPARENTS

Jeannel et Paulian (1944), Jeannel (1949, 1955) font une distinction entre segments abdominaux apparents, dont toute la surface s'étale extérieurement de façon permanente, et segments abdominaux invaginés, rétractés pratiquement entièrement dans la cavité abdominale en période d'inactivité sexuelle. Il s'agit, dans ce dernier cas, de l'urite IX ou « segment génital » et de l'urite X ou proctigère, auxquels peuvent parfois s'ajouter des segments plus antérieurs.

On a déjà pu se rendre compte que, chez les Cantharidae, cette distinction entre segments apparents et segments invaginés est assez relative. Elle sera cependant maintenue car elle s'adapte bien aux données des descripteurs qui, dans leurs diagnoses d'espèces, cherchent avant tout des caractères pratiques, faciles à manipuler.

La figure 1 montre côte à côte une vue latérale de l'abdomen d'un mâle de *Rhagonycha fulva* Scopoli (Cantharini) et de celui d'un *Silidius circumcinctus* Pic du même sexe.

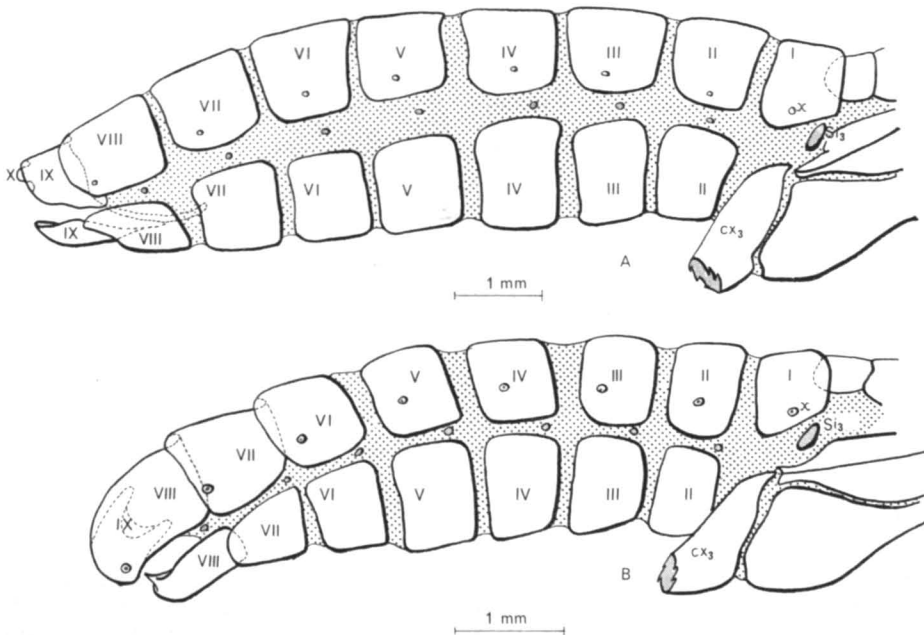


FIG. 1.—Vue latérale de l'abdomen du mâle de *Rhagonycha fulva* Scopoli (A) et de *Silidius circumcinctus* Pic (B). Comme pour toutes les autres figures, les abréviations sont définies dans le texte.

En se référant au gros stigmate métathoracique (Si_3) et aux stigmates abdominaux qui lui sont postérieurs¹, on constate immédiatement que le IXème urite abdominal, partiellement apparent chez *Rhagonycha fulva*, surtout du côté sternal (fig. 1A), n'est plus du tout visible chez le mâle de *Silidius* (fig. 1B), tant du côté tergal que du côté sternal. L'abdomen de ce dernier compte

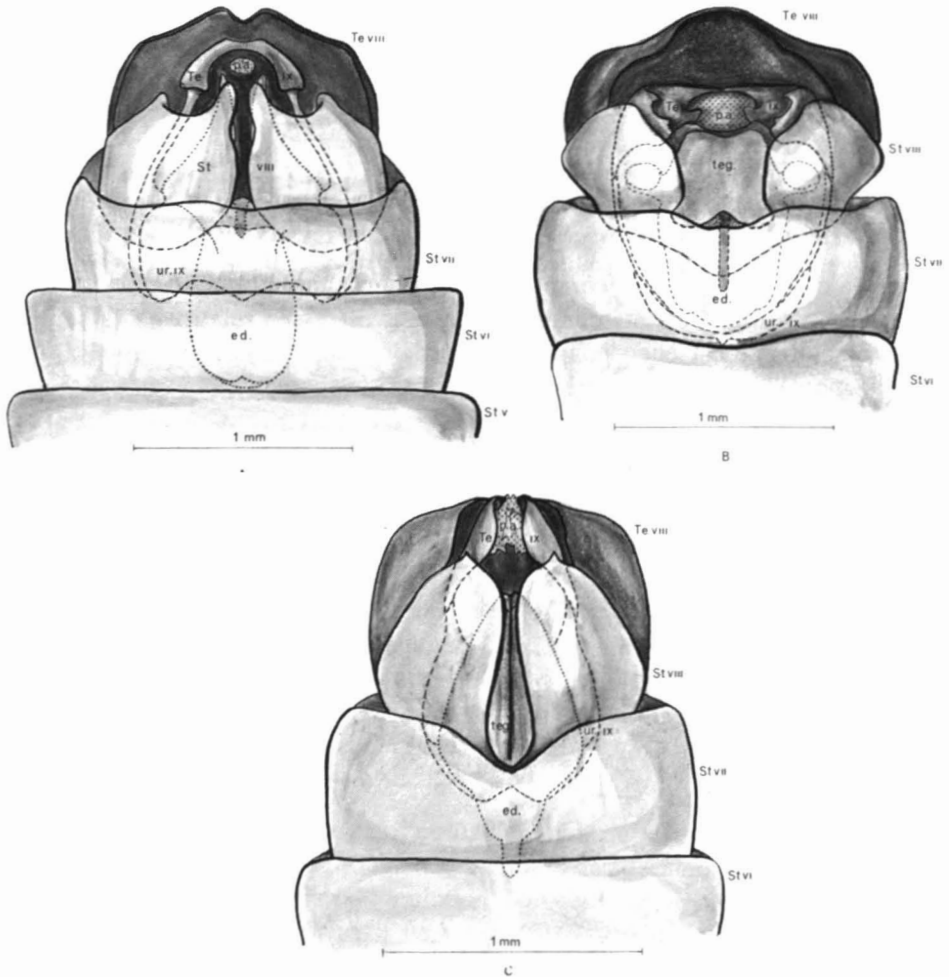


FIG. 2. — Derniers segments abdominaux des mâles, vus par la face sternale.

A: *Silidius circumcinctus* Pic. B: *Silis ruficollis* Fabricius. C: *Polemius laticornis* Say

1. On peut également se fier à la présence des pertuis (x), localisés dans la région latérale des tergites. Ces formations, mimant des orifices stigmatiques, représentent vraisemblablement des pores glandulaires. Contrairement à ce que pense Miskimen (1961), ces pertuis ne sont donc pas caractéristiques des seuls Chauiognathini, tribu que cet auteur érige, erronément selon nous, au rang de famille. Si la nature exacte de ces orifices reste à définir, leur présence est effectivement constante chez tous les Cantharidae.

donc huit tergites et sept sternites visibles extérieurement soit, par conséquent, un urite apparent en moins que dans l'abdomen des Cantharini. Etant donné que chez les Cantharoidea, seul le premier sternite abdominal est involué dans les cavités coxales métathoraciques (abdomen du type hologastre selon Jeannel et Paulian, 1944), les sept sternites abdominaux apparents correspondent *morphologiquement* à ceux des urites II à VIII. C'est effectivement tout ce que l'on peut voir, même en examinant l'abdomen de cette espèce par la face sternale (fig. 2A). Toutefois, chez *Silis ruficollis* (fig. 2B) et *Polemium laticornis* (fig. 2C) on discerne, par l'échancrure médiane du sternite VIII, une pièce (teg.) en forme d'ogive, fortement sclérifiée. Luisant et glabre, ce sclérite, dont la signification apparaîtra plus tard, s'individualise nettement de ses voisins qui sont, au contraire, mats et densément pubescents.²

LES URITES ABDOMINAUX IX ET X.

La figure 3 représente une vue latérale du « segment génital » de *Rhagonycha fulva*, isolé par dissection de l'urite VIII et de l'édéage.

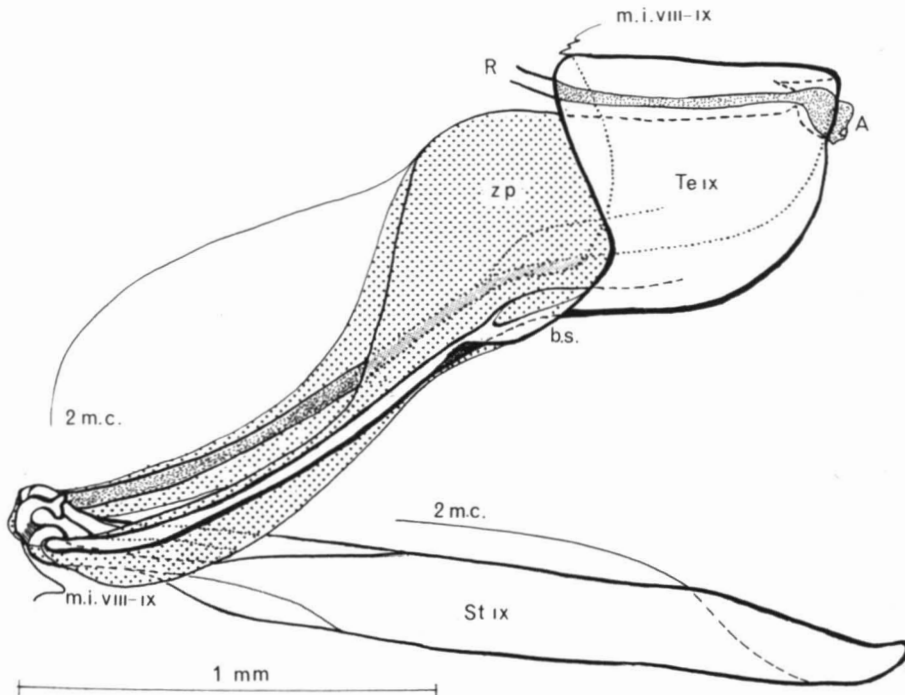


FIG. 3 — *Rhagonycha fulva* Scopoli: chambre génitale vue de profil.

2. Pour des raisons de clarté, la pubescence n'a pas été représentée sur les trois dessins composant la fig. 2.

Comme nous l'avons montré (Magis, 1963), les urites IX et X interviennent dans l'édification d'une chambre dans laquelle repose l'édéage en position invaginée. Le plafond de cette chambre génitale comprend, distalement, une portion sclérifiée formée par le tergite IX et, proximale, une partie membraneuse beaucoup plus étendue. Cette dernière prend naissance dans la plaque sous-anale, appliquée contre la face interne du tergite; elle constitue la seconde membrane connective (2 m.c.), telle que l'ont définie Sharp et Muir (1912). Le plancher de la chambre génitale est constitué par la portion ventrale de la seconde membrane connective laquelle, très ample, tapisse pratiquement toute la face interne du sternite IX. Latéralement, les flancs gauche et droit sont soutenus vers le bas par une baguette sclérifiée (b.s.). Cette dernière prend naissance dans un processus situé à l'angle latéro-inférieur du tergite et se dirige obliquement vers l'extrémité antérieure de l'urite où elle s'articule de façon lâche avec le sternite.³

A l'exception de ces baguettes fortement sclérifiées, les flancs de la chambre génitale restent donc largement membraneux. Au voisinage du bord antérieur du tergite IX on remarque cependant, sur chaque face, une zone pigmentée de façon diffuse, désignée z.p. sur la figure 3.

Chez les *Silini* retenus dans cette étude, le « segment génital » présente des différences d'aspect importantes selon l'espèce considérée. Elles résident notamment dans le modelage de la face interne du tergite IX, sur laquelle apparaissent des replis plus ou moins fortement sclérifiés. Ces reliefs ont pour principal effet de masquer les connections fondamentales entre les sclérites et les membranes. Par rapport à *Silis* et à *Silidius*, la chambre génitale de *Polemius laticornis* reste relativement simple et présente le maximum de ressemblance avec celle du *Rhagonycha fulva*, choisi comme terme de comparaison.

Pour rendre sa description plus aisée, le « segment génital » de *Polemius* est représenté (figure 4) sous un angle latéro-ventral assez prononcé.

Malgré sa forme assez différente, le tergite de l'urite IX s'identifie aisément. Il présente, en effet, exactement les mêmes connections que chez *Rhagonycha*. Une membrane intersegmentaire le réunit au tergite VIII (m.i. VIII-IX) et, d'autre part, sa face interne est doublée par le proctodéum (R) et son ampoule rectale. De plus, comme chez *Rhagonycha*, l'angle latéro-inférieur de ce sclérite se prolonge en une baguette sclérifiée (b.s.) qui conserve ici la même orientation oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

3. Chez certains *Malthodes* l'urite IX forme une sorte de pince qui maintient l'extrémité de l'abdomen de la femelle pendant l'accouplement. L'articulation entre les baguettes sclérifiées et le sternite devient alors beaucoup plus franche.

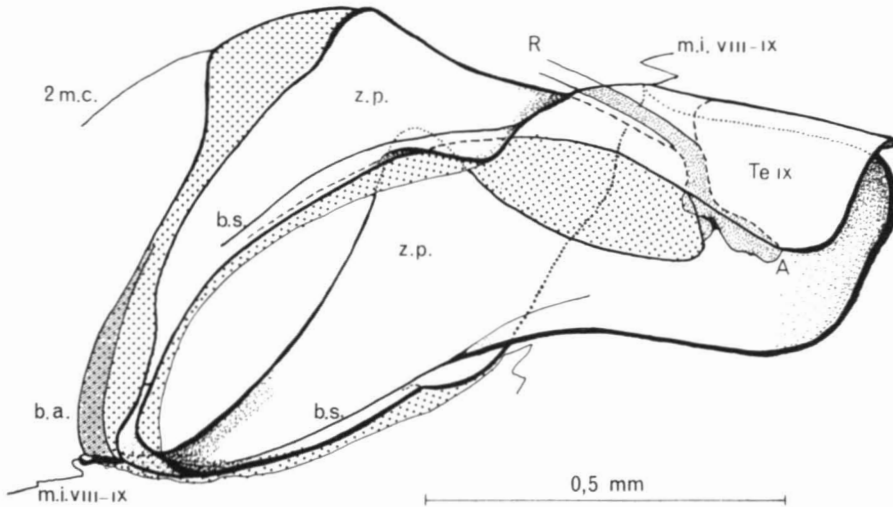


FIG. 4 – *Polemius laticornis* Say: vue latéro-ventrale de la chambre génitale.

Toutefois, la comparaison des figures 3 et 4 permet de constater que ces baguettes sont, chez *Polemius*, moins bien individualisées que chez l'autre espèce. Au lieu de se terminer, vers l'avant, en une sorte de rotule, chacune tend à se confondre dans une plaque sclérisée approximativement triangulaire, plaque qui, de chaque côté, s'étend latéralement et vers le haut de la chambre génitale. En suivant les limites de cette zone sclérisée, on voit qu'elle pénètre sous le tergite IX et, de surcroît, vient se joindre à la membrane sous-anale. Ces plaques, par conséquent, sont homologues de la zone pigmentée (z.p.) déjà signalée chez *Rhagonycha*.

Du côté sternal, la chambre génitale de *Polemius* ne montre aucune disposition immédiatement comparable à celle du *Rhagonycha*. Chez une dernière espèce, la membrane intersegmentaire VIII-IX vient se fixer à l'extrémité antérieure du sternite IX, portion du sclérite restant invaginée en permanence dans la cavité abdominale. Chez *Polemius*, cette membrane – d'ailleurs beaucoup plus courte – vient seulement s'attacher à un léger épaissement médio-ventral d'une bride sclérisée (b.a.) qui double en quelque sorte l'anneau formé par les baguettes principales (b.s.). Dans les genres *Silis* et *Silidius*, cette bride est encore plus développée et peut parfois s'accoler étroitement au bord proximal des ailes latérales sclérisées (*Silidius*). Même dans ce cas extrême, une ligne de démarcation très nette sépare ces deux zones de sclérisation. La persistance de cette solution de continuité conduit à penser qu'il s'agit par conséquent de deux centres de sclérisation morphologiquement distincts.

Avant d'achever la partie descriptive de cette étude, nous croyons utile de résumer les résultats de nos observations sur les autres *Silini* considérés dans ce travail.

Chez *Polemius*, les baguettes sclérifiées soutenant les flancs de la chambre génitale forment un angle obtus avec le tergite IX (fig. 4). Chez *Silis ruficollis*, cet angle est encore plus ouvert, tandis que les baguettes se trouvent pratiquement dans le prolongement direct du bord inférieur du tergite IX. Chez *Silidius*, la suppression de l'angle a pour résultat d'allonger sensiblement la chambre génitale dans le sens antéro-postérieur. Corrélativement, on remarque que la bride antérieure (b.a.) ne s'étend pas latéralement (*Polemius*, fig. 4) ou latéro-dorsalement (*Silis*) mais se développe, au contraire, dans sa région ventrale. Il se forme ainsi une véritable plaque ventrale, étirée transversalement et légèrement recourbée au niveau de ses bords latéraux.

Chez *Silidius*, la chambre génitale présente une autre particularité, dont on ne trouve aucun équivalent chez *Polemius*. Chaque baguette sclérifiée, devenue pratiquement horizontale, donne naissance à un processus faisant saillie vers l'intérieur de la chambre. Celui-ci se termine en une sorte de cupule dans laquelle vient se recevoir un épaississement latéral de l'édéage (marqué X sur la figure 6). Il s'agit donc d'une véritable articulation permettant à l'édéage de pivoter dans le plan sagittal. La coaptation est à ce point étroite qu'il devient impossible d'extraire l'édéage d'un *Silidius*, sans extirper simultanément le « segment génital ». Cette tendance à la fusion s'esquisse déjà chez *Silis ruficollis*, mais l'articulation y est moins parfaite.

L'ÉDÉAGE.

Sharp et Muir (1912) ont attiré l'attention sur l'allure fort particulière de l'édéage des *Silis*. Champion (1915) et Green (1966) ont étendu cette observation à d'autres genres de la tribu. Devant ces difficultés, ils se sont bornés à donner des figures schématisées à l'extrême et par conséquent peu utilisables pour une étude morphologique. Tout en prenant la précaution d'isoler soigneusement les pièces d'origine strictement génitale des pièces de nature abdominale, nous ne sommes pas arrivés à nous faire une idée entièrement satisfaisante de l'origine de certaines pièces. L'interprétation que nous donnons ici de l'organe copulateur exigera d'être confirmée après étude d'un matériel mieux échantillonné et en meilleur état de conservation.

En dépit de certaines incertitudes, nous avons pu délimiter exactement le tegmen, en prenant comme point de référence les attaches de la seconde membrane connective (2mc.). C'est, d'ailleurs, le seul résultat qui nous manquait pour achever l'interprétation de la structure abdominale, ébauchée précédemment.

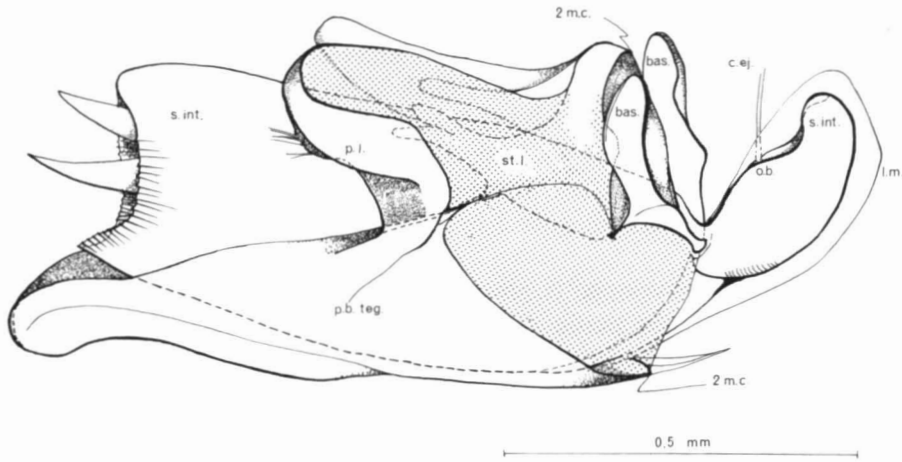


FIG. 5 – *Polemius laticornis* Say: vue latérale de l'édéage. Les zones pointillées représentent la région membraneuse de la pièce basale du tegmen ainsi que la membrane complétant les prolongements lamelleux (p.l.) du tegmen.

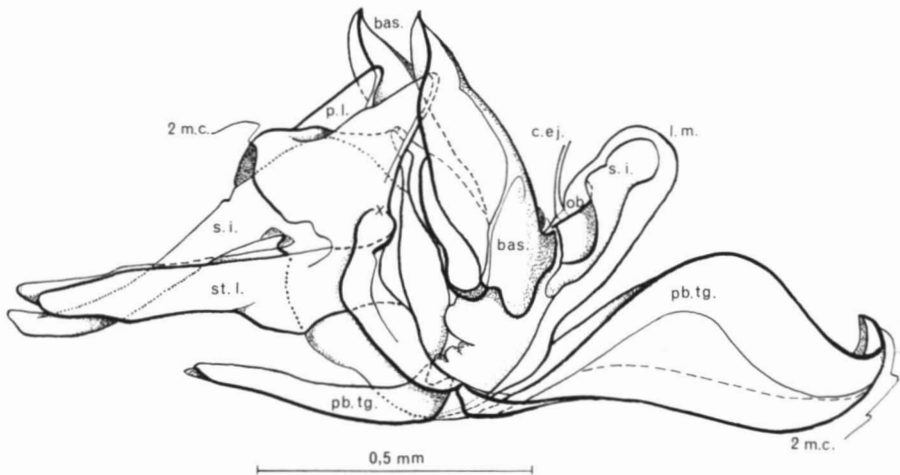


FIG. 6 – *Silidius* sp. (originaire du Katanga). Dessin schématique de l'édéage, vu latéralement.

Chez *Polemius laticornis* (fig. 5), et *Silidius* sp. (fig. 6), la portion sclérisée du tegmen⁴ se décompose facilement en deux entités. Du côté sternal, on trouve une pièce ayant l'aspect d'une gouttière, plus ou moins profonde selon les cas. Celle de *Polemius* est de grande dimension et surtout développée du côté

4. Nous utilisons la terminologie proposée par Sharp et Muir (1912) qui est également celle adoptée par Jeannel (1949, 1955).

distal. Chez *Silidius*, au contraire, cette languette est très courte mais, par contre, se prolonge considérablement vers l'avant. Entre la languette distale, sclérifiée et pigmentée, et son prolongement proximal, légèrement sclérifié et transparent, subsiste une zone souple. Cette dernière permet indiscutablement le mouvement de ces pièces l'une par rapport à l'autre. Qu'elle se présente d'une seule venue ou fragmentée en deux régions, cette pièce (pb.tg.) est indiscutablement impaire et doit donc être homologuée à la pièce basale du tegmen.

Dorsalement, l'enveloppe la plus périphérique de l'édéage se présente sous l'aspect d'une bague. Sa partie supérieure porte des prolongements lamelleux (p.l.) orientés horizontalement vers l'arrière (*Polemius*, fig. 5) ou bien obliquement vers l'avant (*Silidius*, fig. 6). Dorso-latéralement, la face interne de cet anneau présente un repli donnant naissance aux styles latéraux (st.l.), particulièrement bien développés chez le *Silidius*. En plus, chez ce dernier, on distingue un repli latéral dont le sommet, marqué X sur la figure 6, vient s'appuyer dans les cupules des baguettes sclérifiées.

En avant de la base des styles, on voit encore chez les deux espèces une paire d'appendices aliformes (bas.), dont la surface, marquée de nombreux plis, s'étale dans plusieurs plans de l'espace. Green (1966) les observe constamment chez toutes les espèces nord-américaines du genre *Silis* et les désigne sous le terme de « basophyses ». A notre connaissance, il s'agit d'une formation dont on ne trouve aucun équivalent dans les autres tribus de Cantharidae.

Etant donné l'état et le nombre restreint d'individus dont nous disposions pour ce travail, il ne nous est pas encore possible de nous prononcer sur l'origine exacte de ces « basophyses ». Autrement dit, nous ne savons pas avec certitude si elles dépendent du tegmen – ce qui semble être admis – ou du lobe médian.

Cette dernière pièce de l'organe copulateur (l.m.) reste excessivement rudimentaire chez les espèces examinées. Elle se limite à cette sorte d'ampoule, située dorsalement à l'extrémité antérieure de l'organe copulateur, dans laquelle vient s'ouvrir l'extrémité du canal éjaculateur (o.b.). Cet orifice, on le voit sur les figures, ne s'abouche pas à l'extrémité apicale du lobe médian mais bien vers le milieu de la partie dorsale de l'ampoule.

La régression du lobe médian a pour corollaire de laisser le sac interne (s.i.) apparent, de façon permanente. Comme le montrent les figures 5 et 6, celui-ci est remarquablement développé, aussi bien en avant qu'en arrière de l'orifice du canal éjaculateur. Chez les deux espèces, il s'étend d'abord à l'intérieur de l'ampoule formée par le lobe médian. Ensuite, flanqué à gauche et à droite par les « basophyses » il pénètre dans le tegmen en s'élargissant. Chez *Polemius*, le sac interne reste membraneux mais contient plusieurs groupes de phanères dont le plus

distal, constitué par deux grosses épines, fait partiellement saillie à l'extérieur. Chez *Silidius circumcinctus* – comme chez d'autres espèces du même genre – la moitié distale du sac interne se développe en une sorte de cornue. On y distingue aucune phanère mais, en compensation, sa paroi s'épaissit et se durcit considérablement. Le sac interne effilé et durci, et les styles latéraux, constituent ainsi un dispositif parfaitement capable d'ouvrir les voies génitales de la femelle au moment de la copulation.

Discussion

En étudiant la composition de la chambre génitale de différents Silini, nous avons reconnu, du côté ventral, l'existence constante de deux centres de sclérification distincts: le premier dépend des ailes latérales (z.p. fig. 4) soutenues par les baguettes sclérifiées (b.s.); le second (b.a.) lui est antérieur et sert d'attache à la membrane intersegmentaire VIII-IX. On est par conséquent tenté de voir dans cette bride b.a. les vestiges du sternite IX. Nous avons vu d'ailleurs que chez les *Silidius*, la zone sclérifiée correspondant à b.a. se développe surtout ventralement, en raison de l'éirement antéro-postérieur de la chambre génitale. Ainsi constituée en plaque, elle présente tout à fait l'aspect et la position habituelle d'un sternite. On pourrait même se demander si cette disposition n'est pas plus primitive que celle observée dans les genres *Silis* et *Polemius*. Nous n'accepterons pourtant pas ce point de vue car l'édéage et la chambre génitale des *Silidius* présentent trop de traits de spécialisation. Il suffit de rappeler l'articulation très perfectionnée qui permet à l'édéage de pivoter autour d'un axe de rotation formé par les processus issus des baguettes sclérifiées. Il faut également citer la division en deux parties mobiles de la pièce basale du tegmen et son allongement dans le même sens que celui de la chambre génitale.

Tout en conservant une grande souplesse adaptative, il n'en reste pas moins que le sternite du neuvième urite abdominal manifeste une régression remarquable dans la tribu, puisqu'il ne s'y développe jamais au-delà du bord distal du sternite VIII.

Contrairement à ce que l'on observe chez les mâles de tous les autres Cantharidae, le sternite IX ne fait donc plus partie du nombre des sternites apparents de l'abdomen des Silini. Mulsant (1863) et de Marseul (1884) avaient par conséquent raison en citant le nombre de sept segments ventraux libres parmi les caractères servant à distinguer le genre *Silis*.

Si, chez *Polemius*, le sternite IX est particulièrement régressé, la pièce basale du tegmen se développe, par contre, considérablement en arrière du point d'attache de la seconde membrane connective. L'allongement de la pièce basale est tel que son sommet atteint approximativement l'extrémité du huitième ster-

nite. Celui-ci étant profondément échancré, la pièce peut ainsi être visible de l'extérieur. C'est en prenant abusivement cette pièce, d'origine strictement génitale, pour un sternite abdominal que Bourgeois (1884) et Champion (1915) ont fixé à huit le nombre de segments ventraux libres des *Silini*. Cette erreur ne leur a pas permis de déceler les véritables particularités qui isolent les *Silini* des autres tribus réunies dans la famille des Cantharidae.

Ces particularités ne se limitent d'ailleurs pas à la seule organisation de la chambre génitale. L'examen de l'édéage montre que la réduction du lobe médian et le développement corrélatif du sac interne sont d'autres caractéristiques tout aussi importantes, sur lesquelles les systématiciens n'ont d'ailleurs jamais insisté.

Conclusions

- 1) Chez les *Silini*, l'abdomen comprend le même nombre de segments abdominaux chez les mâles et les femelles. On dénombre ainsi huit tergites et sept sternites apparents. Ces derniers correspondent morphologiquement aux urites II à VIII.
- 2) Le sternite du neuvième urite abdominal (« segment génital ») des mâles est profondément régressé et reste invaginé en permanence dans la cavité abdominale. Contrairement à tous les autres Cantharidae, le neuvième urite ne figure donc plus parmi les segments abdominaux apparents.
- 3) L'édéage des *Silini* reste symétrique, comme celui des Podabrini, des Cantharini et des Malthinini. Dans ces dernières tribus, le lobe médian est largement sclérifié et entièrement invaginé dans le tegmen. En outre, le sac interne est lui-même enfermé dans la tubulure du lobe médian. Par contre, chez les *Silini* étudiés, le lobe médian reste membraneux et rudimentaire. Cette régression a pour conséquence de laisser le sac interne à nu et définitivement apparent.

Références

- BOURGOIS, J., 1884-1892. Faune gallo-rhénane. Coléoptères. T.IV: Malacodermes. *Rev. Entom. (suppléments)*, 1-208.
- CHAMPION, G.C., 1915. Revision of the mexican and central american Telephorinae (Fam. Telephoridae), with descriptions of new species. *Trans. ent. Soc. London*, 1915 (1), 16-146.
- DELKESKAMP, K., 1939, in SCHENKLING, S. Coleopterorum Catalogus. Pars 165: Cantharidae. s'Gravenhage, W.Junk, édit.

- GREEN, J.W., 1966. Revision of the nearctic species of *Silis* (Cantharidae, Coleoptera). *Proc. Calif. Acad. Sci.*, **32** (16), 447-513.
- JEANNEL, R., 1949, in GRASSÉ, P.P., *Traité de Zoologie*, t.IX. Paris, Masson, édit.
- JEANNEL, R., 1955. L'édéage. Initiation aux recherches sur la Systématique des Coléoptères. *Publ. Mus. Hist. nat. Paris*, **16**, 1-155.
- JEANNEL, R. et PAULIAN, R., 1944. Morphologie abdominale des Coléoptères et Systématique de l'ordre. *Rev. fr. Entom.*, **11**, 65-110.
- MAGIS, N., 1963. La structure abdominale des espèces du genre *Malthodes* Kiesenwetter (1852). (Coleoptera, Cantharidae, Mathinini). *Bull. Soc. r. Sci. Liège*, **32** (7-8), 498-515.
- MARSEUL, P. (de), 1884. Monographie des Téléphorides, tribu de la famille des Malacodermes. *L'Abeille*, **1**, 1-108.
- MISKIMEN, G.W., 1961. A new family of beetles found in the Cantharoidea. *Col. Bull.*, **15** (1), 17-25.
- MULSANT, E., 1863. Tribu des Mollipennes. *Ann. Soc. linn. Lyon*, n.s. **9**, 57-487.
- SHARP, D. et MUIR, F., 1912. The comparative anatomy of the male genital tube in Coleoptera. *Trans. ent. Soc. London*, **1912** (3), 477-642.

STATUT, AFFINITÉS ET ORIGINES DES ANTHIDIINAE PARASITES
(HYMENOPTERA, APOÏDEA, MEGACHILIDAE)

JEAN J. PASTEELS

Faculté de Médecine et Pharmacie, Université Libre de Bruxelles, Belgique.

Résumé

Les deux genres d'Anthidiinae parasites, *Stelis* et *Euaspsis*, apparaissent totalement distincts. Le premier présente des affinités avec le genre (statut nouveau) non parasite *Bathanthidium* d'Asie orientale. Ce genre est redécrit et subdivisé en trois sous-genres. Une description morphologique, inédite, de *Euaspsis* permet de déceler des caractères singuliers qui le placent dans une position unique au sein des *Anthidiinae*.

Abstract

The two *Anthidiinae* parasitic genera *Stelis* and *Euaspsis* appear to be entirely different. The first has great similarities with the non parasitic, eastern asiatic genus (stat. nov.) *Bathanthidium*. This genus is redescribed and divided into three subgenera. A new morphological analysis of *Euaspsis* allows the conclusion that its position is unique among the actual *Anthidiinae*.

Introduction

La position des deux genres parasites *Euaspsis* Gerstaecker et *Stelis* Panzer est restée confuse. En 1926, Alfken n'hésitait pas à mettre le premier en synonymie avec le second. Nous verrons que cette position n'est pas défendable. Autant dire que le genre *Euaspsis* était resté à peu près inconnu, une étude morphologique, même élémentaire, n'en ayant jamais été faite. Quant à *Stelis*, les études récentes ne sont relativement nombreuses (Noszkiewicz, Popov, 1935, 1956), mais son unité a été mise en question et ses affinités éventuelles avec d'autres *Anthidiinae*, non parasites, n'ont jamais été envisagées.

Une revue d'ensemble des *Anthidiinae* de l'Ancien Monde, et dont les conclusions diverses paraîtront dans des travaux en préparation nous permettent d'affirmer dès à présent: (1) que la structure des *Stelis*, en dépit de diversifications subgénériques parfois délicates à apprécier, présente des éléments ma-

jeurs d'une grande constance et qui permettent d'établir l'unicité du genre; (2) que cette structure fondamentale rapproche singulièrement *Stelis* d'un genre peu connu d'Asie orientale; (3) que le genre *Euaspis* présente une unicité profonde telle qu'une distinction subgénérique entre les espèces d'Afrique et d'Asie (« *Parevaspis* ») paraît complètement superflue; (4) que la structure de ce genre présente certaines caractéristiques uniques chez les *Anthidiinae* qui les distinguent intégralement des *Stelis* et qui empêchent même d'établir des affinités avec quelque groupe que ce soit d'*Anthidiinae*.

Précisons notre position à l'égard de la systématique du groupe « *Anthidium* » au sens ancien. Michener (1948) en a fait la tribu des *Anthidiini*, alors que Moure (1947) distinguait les *Anthidiini* cardeurs des *Dianthidiini* résiniers. Cette séparation nous paraît légitime, mais encore insuffisante, les *Anthidiini*, sensu Moure, paraissant encore très hétéroclites; plusieurs groupes peuvent en être détachés et élevés au rang de tribus autonomes. Cette analyse paraîtra ailleurs. Qu'il nous suffise de dire, pour le moment, que l'ensemble des *Anthidiini* sensu Moure peut être élevé au rang de sous-famille (*Anthidiinae*) et que les genres étudiés dans la présente note appartiennent aux *Dianthidiini sensu restricto*. Notons enfin que le genre *Dianthidium* Cockerell est strictement limité au Nouveau-Monde et que tous les sous-genres de l'Ancien Monde attribués à cette rubrique sont en réalité de véritables entités génériques.

L'unicité du genre *Stelis*

Ce genre comporte un nombre assez considérable d'espèces, réparties en Europe, Asie, Afrique (y compris la région éthiopienne) et en Amérique. La diversification y est grande et porte sur l'étendue de la carénation (toujours faible, souvent nulle), la forme des mandibules, du clypeus, du 7^e tergite chez le ♂. Des coupures subgénériques ont pu être faites, parfois sur de bons critères, mais parfois aussi de façon déraisonnable. Nous ne pouvons accepter le système de Noskiewicz (1961) basé exclusivement sur les minuties de structure des sternites du ♂, mais nous approuvons la position de Popov (1935) constatant le caractère composite et artificiel de *Protostelis* Friese. En revanche, contrairement aux vues de Popov (1956) nous constatons que tous les *Stelis*, quels qu'ils soient (y compris les *Afrostelis* africains dont on avait cru faire un genre) ont les caractéristiques suivantes:

Dans les deux sexes, le sillon mesonoto-scutellaire est creusé de deux fossettes profondes, ovalaires, nettement séparées l'une de l'autre par un pont médian (fig. 1 et 2). Chez le ♂, le 4^e sternite, normalement caché par le 3^e, présente au milieu de sa marge un peigne de dents fortement sclérifiées (fig. 2 et 3). Chez la ♀ (évidemment dépourvue de scopa), le 6^e tergite est déprimé, sans échancrure médiane et à marge souvent denticulée. A ces bons caractères génériques, il y a lieu évidemment d'ajouter ceux de la tribu: les arolia présents, les dents mandibulaires peu nombreuses et courtes chez le ♀.

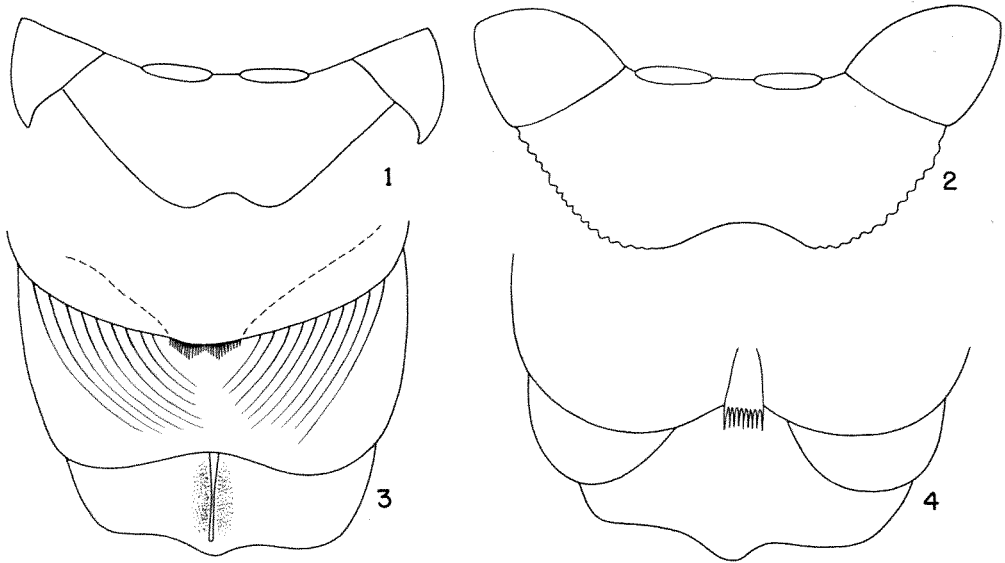


FIG. 1, Scutellum de *Stelis beaumonti* Noszkiewicz. FIG. 2, Scutellum de *Stelis frey-gessneri* Friese. FIG. 3, Trois derniers sternites de *Stelis beaumonti* Noszkiewicz, ♂. FIG. 4, Trois derniers sternites de *Stelis frey-gessneri* Friese, ♂.

Un certain doute persiste toutefois à l'égard du genre *Heterostelis* Timberlake de l'Amérique du Nord. Grâce à la très grande amabilité du professeur Karl V. Krombein (Smithsonian Institute) et de Mr. R.W. Thorp (University of California, Davis) nous avons eu l'occasion d'examiner deux couples (paratypes) de *Heterostelis hurdi* Thorp ainsi qu'une femelle de *Heterostelis australis australis* (Cresson). Il en résulte que *Heterostelis* est certainement de la même lignée que *Stelis*, les sternites abdominaux du ♂ ayant absolument le même type de structure (Thorp, 1966). Cependant, le sillon mesonoto-scutellaire n'est pas nettement subdivisé en deux fossettes, mais simplement quelque peu rétréci sur la ligne médiane. Malgré les particularités (carénation plus forte, carène et sillon sur les basitarses III) relevées par Thorp, nous aurions plutôt tendance à faire de *Heterostelis* un sous-genre de *Stelis* en raison de la similitude des sternites, en particulier du 4e.

Ajoutons que l'examen des formes peu connues ou inédites de la région néarctique pourrait nous réserver quelques surprises.

Les affinités du genre *Stelis*

Les mêmes fossettes du sillon mesonoto-scutellaire (fig. 5 et 8), le même peigne du milieu du 4e tergite (fig. 6 et 9), le même 6e tergite de la ♀ déprimé et denticulé, sans émargination médiane, se retrouvent chez un genre

d'Extrême-Orient: *Bathanthidium* Mavromoustakis (statut nouveau, ce genre ayant été décrit comme sous-genre de *Dianthidium*).

Les peignes des sternites du δ sont fréquents (mais sporadiques) chez les *Anthidiinae* et ce caractère ne paraîtrait pas avoir une telle importance, d'autant plus que chez *Bathanthidium*, le bord entièrement échancré du 5e sternite est aussi entièrement hérissé de dents, ce qui n'est pas le cas chez *Stelis* (fig. 7). Mais l'association du petit peigne médian du 4e sternite *et* des deux fossettes du sillon mesonoto-scutellaire nous paraît un indice rendant très vraisemblable l'affinité profonde et l'identité de souche des *Stelis* et des *Bathanthidium*. Les données biogéographiques ne vont pas à l'encontre d'une telle hypothèse. Tout au plus, peut-on considérer que la lignée assez pauvre des *Bathanthidium* – cf. ci-dessous – est restée très limitée à l'Est de l'Asie tandis que les *Stelis*, riches en espèces, se sont disséminés dans toutes les régions du globe, à l'exclusion des régions indo-malaise et océanienne.

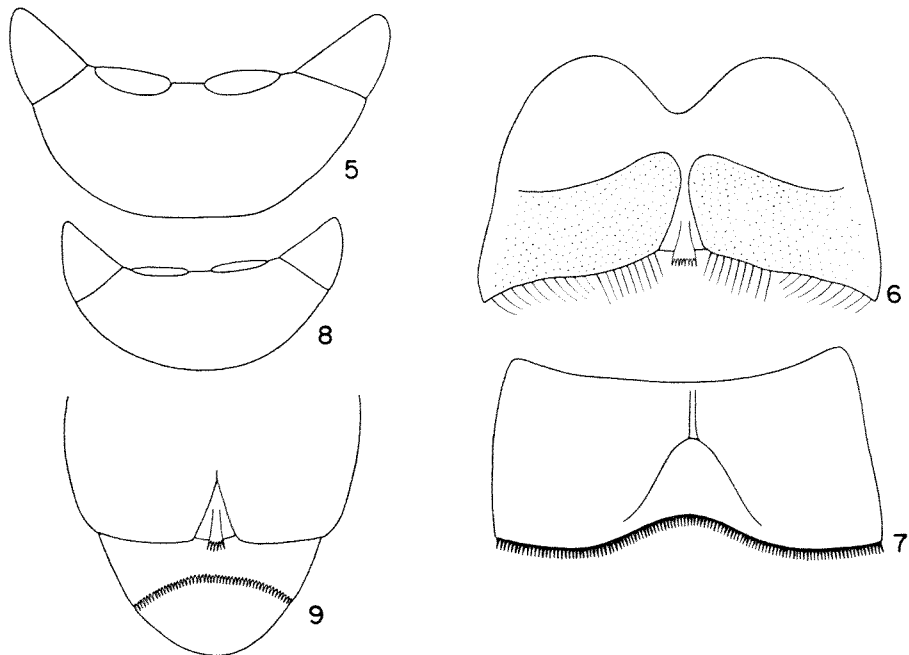


FIG. 5, Scutellum de *Bathanthidium bifoveolatum* Alfken. FIG. 6 et 7, 4e et 5e sternites de *Bathanthidium bifoveolatum* Alfken, δ . FIG. 8, Scutellum de *Bathanthidium sibiricum* Eversman. FIG. 9, Trois derniers sternites de *Bathanthidium sibiricum* Eversman, δ .

Les deux fossettes du sillon mesonoto-scutellaire se retrouvent chez certains genres sud-américains: *Anthiodioctes* Holmberg, *Bothranthidium* Moure, *Nananthidium* Moure (cf. Michener 1948, p. 20 et 21). Ce sont des formes fortement carénées. Alors que pour les deux derniers genres le sexe δ n'est pas connu, le δ de *Anthiodioctes* se caractérise par un 6e tergite non modifié, un 7e arrondi et bilobé.

Il y aurait lieu d'examiner de plus près dans quelle mesure ces formes néarctiques peuvent être rapprochées des groupes *Stelis-Bathanthidium*.

Le genre *Bathanthidium* (Mavromoustakis) stat. nov.

Nous pensons utile de mieux définir le genre *Bathanthidium* et d'en préciser les coupures subgénériques.

Mavromoustakis 1953 *Ann. Mag. nat. Hist.* (12), 6, p. 837 (sous genre de *Dianthidium*).

Type: *Anthidium bifoveolatum* Alfken

DÉFINITION: Mandibules rectangulaires, à 3 dents chez le ♂ (variables chez les ♀, cf. sous-genres!). Clypeus large, arrondi en haut (plus large chez la ♀ que chez le ♂). Yeux convergents, pas de carènes sur la face ni sur le rebord préoccipital. Sillons sous-antennaires droits. Lobes pronotaux à faible carène, ou prolongés éventuellement par une lamelle courte. Mesépisternes non carénées ou carénées seulement dans leur moitié supérieure. *Sillon mesonotoscutellaire creusé de deux larges fossettes transversales* (fig. 5). Scutellum en net surplomb (carénation variable). Abdomen allongé chez le ♂, ovalaire chez la ♀, toujours nettement bombé dans sa région tergale.

♀: 6e tergite déprimé, à bord postérieur arrondi et finement crénelé, toujours couvert d'une fine villosité qui tend à cacher la crénelure.

♂: 6e tergite inerme (7e tergite variable). Sternites profondément modifiés; le 4e en grande partie caché par le 3e, *mais muni en son milieu d'un petit peigne pédiculé* (fig. 6); le 5e échancré et orné sur toute sa largeur d'un peigne de dents fortement sclérifiées (fig. 7).

DISTINCTIONS SUBGÉNÉRIQUES:

1) *Bathanthidium* s. str.

Chez la ♀, la mandibule est mate, finement chagrinée et 4-dentée. Dans les deux sexes, le bord supérieur, très incurvé, est en continuité de courbure avec les bords latéraux obliques. Lobes pronotaux à faible carène et sans lamelle. Mesépisternes et scutellum sans carènes. Pas de fossettes sur le haut du propodeum. Chez le ♂, le 7e tergite est tri-épineux.

Une seule espèce: *B. bifoveolatum* Alfken, de Chine S.E.

2) *Stenanthidiellum* subg. nov.

Type: *Anthidium sibiricum* Eversman.

Chez la ♀, la mandibule est brillante, réticulée et ne porte que deux dents inférieures, le reste de la marge étant inerme. Clypeus incurvé comme chez le

précèdent sous-genre. Lobes pronotaux surmontés d'une lamelle courte mais relevée. Pas de carènes mesépisternales. Scutellum non caréné. Une rangée complète de fossettes sur le haut du propodaeum. Chez le ♂, 7e tergite inerme, simplement échancré.

Deux espèces: *B. sibiricum* Eversman et (à en juger par la description) *B. atripes* Morawitz, toutes deux en Sibérie orientale (jusqu'en Corée pour *sibiricum*).

3) *Clypanthidium* subg. nov.

Type: *Anthidium ruficeps* Friese

♀ : Mandibules à 4 dents subluisantes, finement chagrinées. Clypeus large à bord supérieur droit, les bords latéraux cependant fortement incurvés, concaves en dehors. Yeux faiblement convergents. Pas de carène sur la face. Vertex long, la distance postocello-préoccipitale supérieure à l'interocellaire. Lobes pronotaux nettement carénés mais non prolongés en lamelle. Mesépisternes très nettement carénées dans leur partie supérieure, mais pas en bas. Carénation du scutellum variable. Des fossettes sur le haut du propodaeum dont les stigmates sont rebordés par un sillon postérieur.

Les ♂ ne sont pas connus.

3 espèces: *B. ruficeps* Friese, *bimaculatum* Friese et une espèce inédite, toutes trois en provenance de Malaisie.

Gerstaecker 1857, Monatsber. Königl. Akad. Wissenschaft, Berlin, p. 460.

Ritsema 1874, Tijdschr. v. Entom., 17, p. LXX-LXXIII (*Parevaspis*).

Type: *Thynnus abdominalis* Fabricius

Le genre *Parevaspis* Ritsema (type *Stelis abdominalis* Smith = *Euaspis polynesia* Vachal) a été mis, à juste titre, en synonymie avec *Euaspis* par Vachal (1903) et par Friese (1904). Alfken (1926) cependant, a prétendu rattacher *Euaspis* à *Stelis*.

Grâce à la grande amabilité du professeur M. A. Lieftinck (Leyden), nous avons pu examiner une bonne série de *Stelis abdominalis* Smith. Nous ne pouvons que confirmer l'opinion de Vachal et de Friese: les différences ne portent que sur des caractères mineurs, la plus ou moins forte carénation du scutellum, ce qui ne justifie même pas une distinction subgénérique en regard de la très grande similitude de toutes les autres structures.

Cette structure est très particulière, unique parmi tout le phylum des *Anthidiinae*. Elle exclut totalement l'assimilation de *Euaspis* et de *Stelis* telle qu'elle a été préconisée par Alfken. Cette structure n'a jamais été décrite aussi estimons-nous utile de préciser la définition complète du genre.

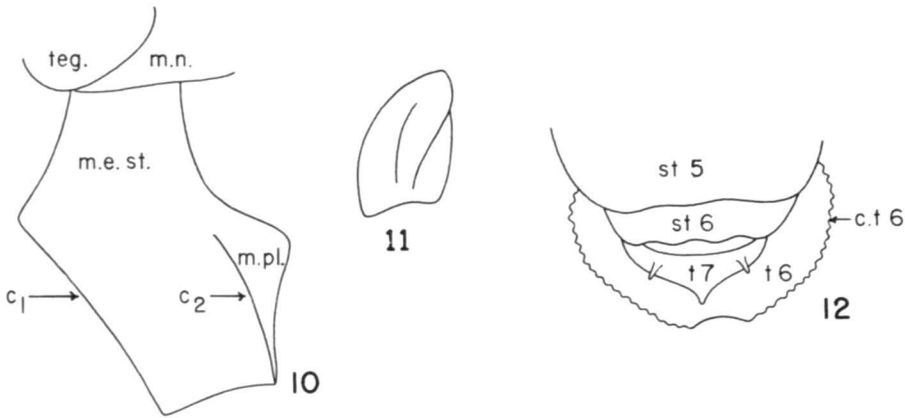


FIG. 10, Vue latérale du mésothorax de *Euaspi abdominalis* Fabricius. c.1: carène entre les faces antérieure et latérale des mesépisternes; c.2: carène entre les mesépisternes et les mésopleures; m.e.st.: mesépisternes; m.pl.: mésopleures; m.n.: mesonotum; teg.: tegulae.

FIG. 11, Coxae III de *Euaspi abdominalis* Fabricius.

FIG. 12, Face intérieure de l'abdomen de *Euaspi abdominalis* Fabricius, ♂. st.5: 5e sternite; st.6: 6e sternite; t.6: 6e tergite; t.7: 7e tergite; c.6: carène du 6e tergite.

Le genre *Euaspi* Gerstaecker

DÉFINITION: Espèces robustes à tête et thorax noirs à reflets bleutés et abdomen souvent rouge-orange. Palpes maxillaires à deux articles courts, sans trace de suture. Clypeus assez large, à bords rectilignes, carénés au milieu. Sillons sous-antennaires indistincts. Yeux subparallèles. Joues vue de profil, plus étroites que l'oeil. Vertex long, la distance postocello-préoccipitale supérieure à l'interocellaire. Trois carènes sur la face, une médiane traverse tout l'espace sus-clypéal jusque sous l'ocelle antérieur, les latérales aiguës et incurvées, cernent en dedans l'insertion antennaire. Marge préoccipitale non carénée en haut (dans sa partie horizontale) mais nettement en bas (en arrière de l'oeil jusqu'au niveau de l'angle postérieur de l'espace hypostomial qui est surélevé en épine). Lobes pronotaux excavés et prolongés par des lamelles, celles-ci cependant droites. Mesépisternes carénées de haut en bas, mais non surélevées en lamelles, à l'union de leurs faces antérieure et latérale; une seconde carène, parallèle à la précédente et placée immédiatement en avant des coxae I, ne s'étend que sur la moitié inférieure du thorax correspond à la suture entre les mesépisternes et les mésopleures (fig. 10). Les coxae I et III sont carénées à leur face inférieure (fig. 11). Scutellum très long fortement échancré au milieu, les lobes latéraux s'étendant horizontalement en très fort surplomb et parfois prolongés par des lamelles aiguës. Soit des fossettes sur les côtés du haut propodaeum, soit une profonde fosse à fond réticulé en arrière des stigmates. 2e nervure récurrente séparée de la 3e submarginale (« cubitale ») par plus

de quatre largeurs de nervure. Abdomen allongé, ne se rétrécissant qu'au niveau du 5e tergite, une carène très nette sépare les faces antérieure et supérieure du 1er tergite. ♀ : mandibules longues, à dent inférieure aiguë, surmontée d'une petite dent arrondie qui termine une marge régulièrement incurvée; sillon submarginal vilieux; 6e tergite arrondi en arrière, à large échancrure médiane, sternites sans scopa. 6e sternite à carène submarginale, pouvant être doublé sur la base du sternite d'une carène en V largement ouvert ou en U, à concavité antérieure. ♂ : mandibules 3-dentées. Extrémités de l'abdomen se terminant par une carène transversale de t.6 (avec une petite échancrure médiane). T.7 entièrement reporté à la face ventrale, muni de trois épines, l'une médiane et subterminale, les deux autres se détachant latéralement de la base du tergite (fig. 12). Sternites non modifiés.

Certains de ces caractères sont vraiment exceptionnels: la carène se trouvant à l'union des mesépisternes et des mésopleures ne se retrouve chez aucun autre genre de la sous-famille (ni, pensons-nous chez aucun autre Megachilide). La carène transversale de t.6 et le report de t.7 à la face ventrale chez le ♂ existent dans le groupe *Trachusa-Paraanthidium* qui ont toutefois conservé 3 à 5 articles aux palpes maxillaires.

Contrairement aux *Stelis*, il serait donc vain de vouloir rattacher les *Euaspsis* à quel que groupe que ce soit des *Anthidiinae* non parasites actuels.

Conclusion

Toutes les espèces de *Stelis* Panzer, quelle que soit leur différenciation subgénérique ont en commun des constantes de structure qui témoignent de l'unicité de la lignée. Ces caractéristiques se retrouvent dans le genre *Bathanthidium* Mavromoustakis et peuvent témoigner d'une origine commune. Le genre *Bathanthidium* est défini de façon plus précise et scindé en trois sous-genres. Le genre *Euaspsis* Gerstaecker est très unitaire, *Parevaspsis* Ritsema étant entièrement synonyme et ne méritant pas d'être retenu, même comme sous-genre. La structure de *Euaspsis* est précisée; elle est très particulière, entièrement différente de celle de *Stelis* et ne permet pas de retrouver quelque affinité au sein des autres *Anthidiinae*.

Références

- FRIESE, H., 1909. Die Bienen Afrikas, Iena, p. 86-473.
- MICHENER, C. D., 1948. The generic classification of the anthidiine Bees (Hymenoptera, Megachilidae). *Am. Mus. Novit.*, 1381, 1-29.
- MOURE, J., 1947. Novos agrupamentos genericos et algumas especies novas de abelhas sudamericana. *Musu Paramense Publ. avuls.*, 3, 1-37 (1947).

- NOSUKIEWIDZ, 1961. Dodakki do znamomosci rodjaju *Stelis* Panz. *Polsk. Pismo ent.*, **31**, 123-131.
- POPOV, V. V., 1932. Beitrag zur Kenntnis der paläarktischen *Stelis*-Arten (Hymenoptera, Apidae). *Folia zool. hydrobiol.*, **7**, 216-221.
- POPOV, V. V., 1956. Nowje i maloizwiestnyje pczelinyje iz sredniej Aziji (Hymenoptera, Apidae). *Ent. Obozr.*, **35**, 159-171.
- RITSEMA, 1874. Over *Stelis* en *Parevaspis*. *Tijdschr. v. Entom.*, **17**, Verslag, p.LXX-LXXIII.
- THORP, R. W., 1966. Synopsis of the genus *Heterostelis* Timberlake (Hymenoptera: Megachilidae). *J. Kansas ent. Soc.*, **39**, 131-146.
- VACHAL, J., 1903. Note sur *Euaspis* Gerst. et *Ctenoplectra* Sm., deux genres d'Hymenoptera mellifera peu ou mal connus. *Bull. Soc. ent. France*, 95-100.

ON THE HETEROPTERA IN THE PROVANCHER COLLECTION (HEMIPTERA)

LEONARD A. KELTON

Entomology Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa.

Abstract

Provancher species of Heteroptera at Laval University, Québec, were examined. Exclusive of the Saldidae, nine holotypes are recognized and 24 lectotypes designated. Of this number, 19 species are now in synonymy while 14 are valid species. The new synonyms are: *Lygus brunneus* Prov. = *Plagiognathus obscurus* Uhler, *Lygus unicolor* Prov. = *Lopus decolor* (Fallen); *Capsus flavipes* Prov. belongs to *Microphylellus* Reuter and has priority over *M. nigricornis* Knight, *Plagiognathus fuscus* Prov. has priority over *P. pallidicornis* Knight. *Euschistus jugalis* Prov. is considered as *nomen dubium*.

Résumé

Nous avons examiné les espèces d'Hétéroptères de Provancher à l'Université Laval; à l'exception des Saldidae nous avons reconnu neuf holotypes et désigné 24 lectotypes. D'autre part, 19 espèces sont considérées comme synonymes et 14 espèces authentiques. Les nouveaux synonymes sont: *Lygus brunneus* Prov. = *Plagiognathus obscurus* Uhler, *Lygus unicolor* Prov. = *Lopus decolor* (Fallen); *Capsus flavipes* Prov. appartient au genre *Microphylellus* Reuter et a priorité sur *M. nigricornis* Knight, *Plagiognathus fuscus* Prov. a priorité sur *P. pallidicornis* Knight. Enfin, l'espèce *Euschistus jugalis* Prov. est reconnue comme étant *nomen dubium*.

L'abbé Léon Provancher was a pioneer systematist in Canadian entomology. In *Le Naturaliste Canadien*, 1869, 1872, and « *Petite Faune Entomologique*, » 1886-89, Provancher described 37 species of Heteroptera, while his colleague Mr. Burque described one. These descriptions were based on single specimens or on small series, but the types as they are known today were not designated.

Provancher kept records of the species in his collection in a handwritten catalogue. The specimens also had corresponding numbers and his name labels. The collection was occasionally revised, for different numbers appear on the

same species, and often the species were confused. In many cases the number in the catalogue had several different names. However, the catalogue was extremely useful in establishing the types.

The four species of Saldidæ were dealt with in a separate paper by Kelton and Lattin (1968), while the remaining Heteroptera are discussed here. In the interest of stability, types are designated and corresponding labels have been placed on the specimens.

The 38 species of Heteroptera described by Provancher and his colleague are in the following families: Scutellaridæ, 1; Pentatomidæ, 4; Alydidæ, 1; Lygæidæ, 4; Nabidæ, 1; Reduviidæ, 4; Anthocoridæ, 1; Miridæ, 16; and Saldidæ, 4. Of this number 21 species are now in synonymy while 16 are good species, and one species remains unknown. All types are in the Provancher Collection, Laval University, Québec.

Eurygaster alternatus (Say)

Tetyra alternata Say, 1828: 43.
Eurygaster nicoletanensis Provancher, 1872: 73.
Eurygaster alternatus: Provancher, 1886: 23.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 4, *Eurygaster nicoletanensis* Prov., *Eurygaster alternatus* (Say).

Provancher described *nicoletanensis* from several specimens collected in the vicinities of Nicolet, Ste. Anne and Portneuf. There is no record of *nicoletanensis* in his catalogue, but he (1886) correctly considered it a synonym of *alternatus* (Say). Subsequently he recorded it in his catalogue under No. 4, *Eurygaster alternatus* (Say).

Perillus circumcinctus Stål

Perillus circumcinctus Stål, 1862: 89.
Perillus marginatus Provancher, 1872: 74.
Perillus circumcinctus: Provancher, 1886: 35.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 6, *Perillus marginatus* Prov., *Perillus circumcinctus* Stål.

Provancher described *marginatus* from two specimens presumably collected in the vicinity of Québec. There is no record of *marginatus* in his catalogue, but he (1886) correctly considered it a synonym of *circumcinctus* Stål and recorded it in his catalogue under No. 6 and No. 9, *Perillus circumcinctus* Stål.

Brochymena 4-pustulata (Fabricius)

Cimex 4-pustulata Fabricius, 1775: 704.

Brochymena 4-notata Provancher, 1872: 74.

Brochymena 4-pustulata: Provancher, 1886: 35.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 14, *Brochymena 4-notata* Prov., *Brochymena annulata* (F.), *Brochymena 4-pustulata* (F.).

Provancher described *4-notata* from two specimens collected at Macon, Georgia. There is no record of *4-notata* in his catalogue, but he (1886) referred to it as *4-punctata* and considered it the same as *4-pustulata* and a synonym of *annulata* (F.). The latter combination is recorded in his catalogue under No. 14, *Brochymena annulata* (F.). His record No. 151, *Brochymena 4-punctata* Prov., is that of *B. myops* Stål.

Euschistus jugalis Provancher

Euschistus jugalis Provancher, 1889: 204.

Provancher described the species from a single female presumably sent from Vancouver, B. C. There is no record of it in his catalogue and I was unable to find anything like it in the collection.

Van Duzee (1904, 1912) considered that *jugalis* might be *fissilis* Uhl., *variolaris* Beauv., or *consersus* Uhl., and later (1916, 1917) considered it to be *impictiventris* Stål. So far as I can judge, *jugalis* Prov. has not been recognized since the description of the species was published. I therefore propose that the name be considered as *nomen dubium*.

Prionosoma podopioides Uhler

Prionosoma podopioides Uhler, 1863: 364.

Prionosoma villosum Provancher, 1889: 204.

Prionosoma podopioides: Van Duzee, 1912: 325.

HOLOTYPE, female, labelled, No. 230, *Prionosoma villosum* Prov., *Prionosoma podopioides* Uhl.

Provancher described *villosum* from a single female presumably sent from Vancouver, B. C. There is no record of *villosum* in his catalogue; however, there are two specimens in the collection bearing labels No. 16, *Prionosoma podopioides* Uhl., and No. 230, *Trichopepla*, B. C. Both are the same species, but No. 16 is badly rubbed and practically hairless, while No. 230 is highly villose. It is likely that Provancher used the latter specimen to describe *villosum*.

Van Duzee (1912) considered the species a synonym of *podopioides* Uhl.

Protenor belfragei Haglund

- Protenor belfragei* Haglund, 1868: 162.
Tetrarhinus quebecensis Provancher, 1872: 75.
Protenor belfragei: Van Duzee, 1912: 319.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 20, *Tetrarhinus quebecensis* Prov., *Protenor belfragei* Hag.

Provancher described *quebecensis* from several specimens collected at Portneuf, St. Jean d'Eschailions and Ste. Anne de la Pérade. In his catalogue it is recorded under No. 20 and No. 37, *Tetrarhinus quebecensis* Prov. which he later changed to *Protenor belfragei* Hag.

Ortholomus scolopax (Say)

- Lygaeus scolopax* Say, 1832: 15.
Nysius Saint-Cyri Provancher, 1872: 77.
Nysius groenlandicus: Provancher, 1866: 70.
Ortholomus scolopax: Usinger, 1941: 129.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 25, *Nysius Saint-Cyri* Prov., *Ortholomus scolopax* (Say).

Provancher described *Saint-Cyri* from a large series collected at Fleuve and Portneuf. In his catalogue it is recorded under No. 25 and No. 42, *Nysius Saint-Cyri* Prov. He (1886) placed it in synonymy with *grænlandicus* Zett., and in his catalogue the original entry is crossed out and *Nysius grænlandicus* Zett. written in. However, specimen No. 25 bears the label *Nysius Saint-Cyri* Prov., while No. 42 that of *Nysius grænlandicus* Zett.

Usinger (1941) placed *Saint-Cyri* as a synonym of *Ortholomus scolopax* (Say).

Peritrechus fraternus Uhler

- Peritrechus fraternus* Uhler, 1871: 103.
Rhyparochromus punctatus Provancher, 1872: 76.
Ischnodemus falicus: Provancher, 1886: 76.

HOLOTYPE, female, labelled, No. 28, *Rhyparochromus punctatus* Prov., *Peritrechus fraternus* Uhl.

Provancher described *punctatus* from a single female specimen collected at Portneuf. He (1886) erroneously considered the species a synonym of *falicus* Say and this is recorded in his catalogue under No. 28, No. 35, and No. 49, *Ischnodemus falicus* Say.

Specimens with these numbers are in the collection, but they are not of *Ischnodemus falicus* Say. No. 28 and No. 49 are those of *fraternus* Uhl. and the specimens most closely fit the original description of *punctatus* Prov. No. 35 is that of *Ligyrocoris sylvestris* (L.).

Van Duzee (1912) concluded that *punctatus* Prov. was a synonym of *Peritrichus fraternus* Uhl.

Gastrodes pacificus (Provancher)

Platygaster pacificus Provancher, 1889: 205.

Gastrodes pacificus: Van Duzee, 1916: 23.

HOLOTYPE, female, labelled, No. 235, *Platygaster pacificus* Prov., *Gastrodes pacificus* (Prov.).

Provancher described this species from a single female presumably sent from Vancouver, B. C. There is no record of *pacificus* in his catalogue, but the specimen in the collection bearing labels No. 235, and *Phlegyas annulicrus* Stål is that of *Platygaster pacificus* Prov.

Van Duzee (1916) transferred the species to the genus *Gastrodes* Westwood.

Pseudocnemodus canadensis (Provancher)

Pterometus canadensis Provancher, 1886: 84.

Pseudocnemodus bruneri Barber, 1911: 25.

Pseudocnemodus canadensis: Van Duzee, 1912: 320.

HOLOTYPE, female, labelled, No. 429, *Pterotmetus canadensis* Prov., *Pseudocnemodus canadensis* (Prov.).

Provancher described this species from a single female collected at Cap Rouge. In his catalogue it is recorded under No. 429, *Pterotmetus canadensis* Prov.

Van Duzee (1912) transferred the species to the genus *Pseudocnemodus* Barber, and considered *bruneri* a synonym.

Nabis subcoleopratus (Kirby)

Nabicula subcoleopratus Kirby, 1837: 138.

Nabis canadensis Provancher, 1869: 211.

Coriscus subcoleopratus: Provancher, 1887: 175.

Nabis subcoleopratus: Van Duzee, 1916: 32.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 63, *Nabis canadensis* Prov., *Nabis subcoleopratus* (Kirby).

Provancher described *canadensis* from a large series presumably collected in the vicinity of Québec. There is no record of *Nabis canadensis* Prov. in his catalogue. However, he (1887) considered the species a synonym of *subcoleopratus* and this is recorded in the catalogue under No. 63, *Nabis subcoleopratus* Kirby.

Van Duzee (1916) concurred with the synonymy.

Reduvius personatus (Linnaeus)

- Cimex personatus* Linnaeus, 1758: 446.
Reduvius albosignatus Provancher, 1872: 105.
Opsicoetus personatus: Provancher, 1887: 184.
Reduvius personatus: Reuter, 189: 7.

HOLOTYPE, male, labelled, No. 109, *Reduvius albosignatus* Prov., *Reduvius personatus* (L.).

Provancher described *albosignatus* from a single male specimen collected at Jesup, Georgia. He (1887) placed it in synonymy with *personatus* and this is recorded in his catalogue under No. 109, *Reduvius albosignatus* Prov. and No. 249, *Opsicætus personatus* (L.).

Zelus exsanguis (Stål)

- Diplodus exsanguis* Stål, 1862: 452.
Darbanus georgiæ Provancher, 1872: 106.
Darbanus palliatus Provancher, 1887: 182.
Zelus exsanguis: Van Duzee, 1916: 30.

HOLOTYPE, male, labelled, No. 114, *Darbanus georgiæ* Prov., *Zelus exsanguis* (Stål).

HOLOTYPE, male, labelled, No. 247, *Darbanus palliatus* Prov., *Zelus exsanguis* (Stål).

Provancher described *georgiæ* and *palliatus* from single male specimens presumably collected at Macon, Georgia, and Ottawa, Canada, respectively. In his catalogue they are recorded under No. 114, *Darbanus georgiæ* Prov., and No. 247, *Darbanus palliatus* Prov. Cross reference numbers indicate that Provancher considered the two species conspecific.

Van Duzee (1916) placed both species as synonyms of *Zelus exsanguis* (Stål).

Zelus cervicalis Stål

Zelus cervicalis Stål, 1872: 90.

Evagoras marginata Provancher, 1887: 182.

HOLOTYPE, female, labelled, No. 248, *Evagoras marginata* Prov., *Zelus cervicalis* Stål.

Provancher described *marginata* from a single female that was probably sent from Ottawa, Canada. In his catalogue it is recorded under No. 248, *Evagoras marginata* Prov.

Van Duzee (1912) placed the species in synonymy with *Zelus cervicalis* Stål.

Sigara trilineata (Provancher)

Corisa 3-lineata Provancher, 1872: 108.

Arctocorisa trilineata Kirkaldy and Torre-Bueno, 1909: 197.

Sigara trilineata: Hungerford, 1948: 649.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 139, *Corisa 3-lineata* Prov., *Sigara trilineata* (Prov.).

Provancher described this species from several specimens collected in the vicinity of Québec. In this catalogue it is recorded under No. 80 and No. 139, *Corisa trivittata* Prov.

Hungerford (1948) placed the species in the genus *Sigara* Fabricius.

Sigare lineata (Förster)

Notonecta lineata Förster, 1771: 70.

Corisa 2-lineata Provancher, 1872: 108.

Arctocorixa bilineata: Kirkaldy and Torre-Bueno, 1909: 194.

Arctocorixa lineata: Hungerford, 1939: 585.

Sigara lineata: Hungerford, 1948: 645.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 140, *Corisa 2-lineata* Prov., *Sigara lineata* (Förster).

Provancher described *2-lineata* from several specimens collected in the vicinity of Québec. In his catalogue it is recorded under No. 81 and No. 140, *Corisa bivittata* Prov.

Hungerford (1939) synonymized it with *lineata* Förster, and later (1948) placed it in *Sigara* Fabricius.

Tetraphleps canadensis Provancher

- Tetraphleps canadensis* Provancher, 1886: 90.
Lyctocoris canadensis: Van Duzee, 1912: 320.
Tetraphleps americanus Parshley, 1920: 85.
Tetraphleps canadensis: Van Duzee, 1921: 142.
Tetraphleps osborni Drake, 1923: 67.
Tetraphleps edacis Drake and Harris, 1926: 43.
Tetraphleps canadensis: Drake and Harris, 1928: 50; Kelton and Anderson, 1962: 1307.

HOLOTYPE, female, labelled, No. 154, *Tetraphleps canadensis* Prov.

Provancher described this species from a single female collected at Cap Rouge. In his catalogue it is recorded under No. 154, *Tetraphleps canadensis* Prov.

Van Duzee (1912, 1916, 1917) erroneously considered this species as of *Lyctocoris* Hahn but later (1921) transferred it to *Tetraphleps*. Drake and Harris (1928) and Kelton and Anderson (1962) examined the type and found it to be a true *Tetraphleps* and a good species.

Stenodema vicinum (Provancher)

- Miris vicinus* Provancher, 1872: 77.
Miris affinis Reuter, 1875: 59.
Miris instabilis Uhler, 1877: 1327.
Stenodema vicinum: Van Duzee, 1916: 36; Kelton, 1961: 452.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 37, *Miris vicinus* Prov., *Stenodema vicinum* (Prov.).

Provancher described this species from several specimens collected in the vicinity of Québec. In his catalogue it is recorded under No. 37, *Miris vicinus* Prov., and No. 54, *Miris instabilis* Uhl.

Van Duzee (1916) placed the species in the genus *Stenodema* Laporte.

Leptopterna dolabrata (Linnaeus)

- Cimex dolabratus* Linnaeus, 1758: 449.
Miris dolabratus: Fabricius, 1794: 183.
Miris belangeri Provancher, 1872: 104.
Leptopterna dolabrata: Provancher, 1886: 104.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 38, *Miris belangeri* Prov., *Leptopterna dolabrata* (L.).

Provancher described *belangeri* from several specimens collected in the vicinity of Québec. He (1886) placed the species in synonymy with *dolabratus* L. and in his catalogue it is recorded under No. 38, *Miris belangeri* Prov., and No. 52, *Leptopterna dolabratus* (L.).

Trigonotylus viridis (Provancher)

Miris viridis Provancher, 1872: 98.

Trigonotylus ruficornis: Provancher, 1886: 104.

Trigonotylus viridis: Carvalho and Wagner, 1957: 152.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 39, *Miris viridis* Prov., *Trigonotylus viridis* (Prov.).

Provancher described this species from several specimens collected in the vicinity of Québec. He (1886) placed the species in synonymy with *Trigonotylus ruficornis* (Fallen), and in his catalogue it is recorded under No. 39, *Miris viridis* Prov., and No. 55, *Trigonotylus ruficornis* Fall.

Carvalho and Wagner (1957) reinstated *viridis* as a good species.

Collaria meilleurii Provancher

Collaria meilleurii Provancher, 1872: 79.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 84, *Collaria meilleurii* Prov.

Provancher described the genus and species from a series of 30 specimens collected in the vicinity of Québec. In his catalogue they are recorded under No. 51 and No. 84, *Collaria meilleurii* Prov.

Plagiognathus obscurus Uhler

Plagiognathus obscurus Uhler, 1872: 418.

Lygus brunneus Provancher, 1872: 104 (n. comb.).

Pamerocoris brunneus: Provancher, 1887: 140.

Fulvius brunneus: Reuter, 1895: 140.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 42, *Lygus brunneus* Prov., *Pamerocoris brunneus* (Prov.), *Plagiognathus obscurus* Uhl.

Provancher described this species from several specimens collected in the vicinity of Québec. He (1887) incorrectly placed *brunneus* in *Pamerocoris* Uhl. and considered *anthocoroides* Uhl. a synonym of it. In his catalogue this is recorded under No. 42 and No. 69, *Lygus brunneus* Prov. and subsequently changed to *Capsus brunneus* and *Pamerocoris brunneus* Prov. Specimens with these labels are *Plagiognathus obscurus* Uhl. and very closely fit the original description of *brunneus*. Furthermore, species of *Fulvius* are extremely difficult to find while Provancher (1887) found *brunneus* very common in the vicinity of Québec.

Plagiognathus fuscus (Provancher)

Lygus fuscus Provancher, 1872: 105.

Plagiognathus fuscus: Provancher, 1887: 153.

Plagiognathus pallidicornis Knight, 1923: 435 (n. syn.)

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 70, *Lygus fuscus* Prov., *Plagiognathus fuscus* (Prov.).

Provancher described this species from several specimens presumably collected in the vicinity of Québec. Later (1887) he correctly considered *fuscus* as of *Plagiognathus* Fieber and in his catalogue this is recorded under No. 43, *Lygus fuscus* Prov. and No. 70, *Plagiognathus fuscus* Prov. However, he incorrectly considered *Lygus dorsalis* Prov. and *Plagiognathus obscurus* Uhl. as synonym of *fuscus*.

Lopus decolor (Fallen)

Capsus decolor Fallen, 1807: 102.

Oncotylus decolor: Fieber, 1861: 298.

Lygus unicolor Provancher, 1872: 105.

Oncotylus pulchellus: Provancher, 1887: 148.

Orthotylus flavosparsus: Van Duzee, 1912: 322.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 68, *Lygus unicolor* Prov., *Oncotylus decolor* (Fall.), *Lopus decolor* (Fall.).

Provancher described *unicolor* from two specimens presumably collected in the vicinity of Québec. He (1887) incorrectly considered *unicolor* a synonym of *Oncotylus pulchellus* Reuter, a species not found in North America. In his catalogue *unicolor* is recorded under No. 45 and No. 68, *Lygus unicolor* Prov. and subsequently changed to *O. pulchellus* Reut. and *O. decolor* (Fallen), respectively. Specimen in the collection with labels No. 45, and *Oncotylus pulchellus* Reut., is that of *Melanotrachus flavosparsus* (Sahlberg) which Van Duzee (1912) identified as *Orthotylus flavosparsus*. Specimen with labels No. 68, and *Oncotylus decolor* Fall., is that of *Lopus decolor* (Fall.), and closely fits the original description of *unicolor*.

Microphylellus flavipes (Provancher) n. comb.

Capsus flavipes Provancher, 1872: 104.

Capsus ater: Van Duzee, 1917: 338.

Microphylellus nigricornis Knight, 1923: 455 (n. syn.).

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 90, *Capsus flavipes* Prov., *Deræocoris flavipes* Prov., *Microphylellus flavipes* (Prov.).

Provancher described this species from several specimens presumably collected in the vicinity of Québec. In his catalogue it is recorded under No. 90, *Capsus pallipes* Prov. and later changed to *Deræocoris pallipes*.

Specimen in the collection with labels No. 90, and *Deræocoris flavipes* Prov., is not of *Capsus*. The head, antenna, thorax, claws and the arolia indicate that it is a phylini; the black dorsum, pale legs with no spots on the tibia indicate that it belongs to *Microphylellus* Reuter. The first antennal segment is mostly pale while the second segment is black. The abdomen is missing, but the antenna and thorax suggest it is a male.

Van Duzee (1917) apparently had *Capsus ater* (L.) in mind, which is also present in the collection, and incorrectly assumed it to be the same as *flavipes* Prov.

Macrotylus sexguttatus (Provancher)

Amblytylus 6-guttatus Provancher, 1887: 150.

Macrotylus 6-guttatus: Van Duzee, 1912: 68.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 221, *Amblytylus 6-guttatus* Prov., *Macrotylus sexguttatus* (Prov.).

Provancher described this species from four specimens collected in the vicinities of Sherbrooke and Ste. Gertrude. In his catalogue it is recorded under No. 221, *Amblytylus 6-guttatus* Prov.

Van Duzee (1912) placed this species in the genus *Macrotylus* Fieber.

Rhinocapsus rubricans (Provancher)

Plagiognathus rubricans Provancher, 1887: 154.

Rhinocapsus rubricans: Van Duzee, 1912: 323.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 222, *Plagiognathus rubricans* Prov., *Rhinocapsus rubricans* (Prov.).

Provancher described this species from several specimens collected in the vicinity of Ste. Gertrude. In his catalogue it is recorded under No. 222, *Plagiognathus rubricans* Prov.

Van Duzee (1912) placed the species in *Rhinocapsus* Uhler.

Orthotylus dorsalis (Provancher)

Lygus dorsalis Provancher, 1872: 104.

Orthotylus dorsalis: Provancher, 1887: 138.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 77, *Lygus dorsalis* Prov., *Orthotylus dorsalis* (Prov.).

Provancher described this species from two specimens presumably collected in the vicinity of Québec. He (1887) transferred it to *Orthotylus* Fieber, and in his catalogue it is recorded under No. 77, *Lygus dorsalis* Prov. and later changed to *Orthotylus dorsalis*.

Diaphnocoris provancheri (Burque)

Malacocoris provancheri Burque, 1887: 144.

Diaphnidia provancheri: Van Duzee, 1912: 322.

Diaphnocoris provancheri: Kelton, 1961: 566.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 79, *Malacocoris provancheri* Burque, *Diaphnocoris provancheri* (Burque).

Burque described this species in honour of Provancher from specimens collected in the vicinities of Cap Rouge-St. Hyacinthe. In Provancher's catalogue it is recorded under No. 79, *Malacocoris provancheri* Burque.

Kelton (1961) examined this species and placed it in the genus *Diaphnocoris* Kelton.

Mecomma gilvipes (Stål)

Leptomerocoris gilvipes Stål, 1858: 187.

Mecomma gilvipes: Reuter, 1883: 386.

Chlamydatus luctuosus Provancher, 1887: 137.

Mecomma luctuosa: Carvalho and Southwood, 1955: 59.

Mecomma gilvipes: Kelton and Knight, 1962: 1298.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 220, *Chlamydatus luctuosus* Prov., *Mecomma gilvipes* (Stål).

Provancher described *luctuosus* from several specimens collected in the vicinity of Cap Rouge. In his catalogue it is recorded under No. 220, *Chlamydatus luctuosus* Prov.

Kelton and Knight (1962) examined the specimen with labels No. 220, and *Chlamydatus luctuosus* Prov., and found it conspecific with *Mecomma gilvipes* (Stål).

Polymerus venaticus (Uhler)

Poecilocapsus venaticus Uhler, 1872: 414.

Rhopalotomus rubronotatus Provancher, 1872: 105.

Systratiotus venaticus: Provancher, 1887: 125.

Polymerus venaticus: Tucker, 1907: 60.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 51, *Rhopalotomus rubronotatus* Prov., *Polymerus venaticus* (Uhler).

Provancher described *rubronotatus* from a small series collected in the vicinity of Québec. He (1887) considered his species a synonym of *venaticus* Uhl. and in his catalogue it is recorded under No. 51, *Rhopalotomus rubronotatus* Prov. and No. 63, *Systratiotus venaticus* Uhl. However, specimen in the collection bearing the latter labels is that of *Polymerus opacus* Knight.

Lygus lineolaris (Palisot de Beauvois)

Capsus lineolaris Palisot de Beauvois, 1818: 187.

Capsus flavonotatus Provancher, 1872: 103.

Lygus lineolaris: Van Duzee, 1912: 321.

LECTOTYPE here designated, female, labelled, No. 66, *Capsus flavonotatus* Prov., *Lygus lineolaris* (Beauv.).

Provancher described *flavonotatus* from several specimens collected in the vicinity of Québec. In his catalogue it is recorded under No. 66, *Capsus flavonotatus* Prov. and later changed to *Lygus flavonotatus* Prov.

Van Duzee (1912) placed it as a synonym of *Lygus lineolaris* (Beauv.).

Closterocoris amoenus (Provancher)

Pycnopterna amoena Provancher, 1887: 114.

Closterocoris ornata Uhler, 1890: 77.

Closterocoris amoenus: Van Duzee, 1912: 321.

LECTOTYPE here designated, male, labelled, No. 166, *Pycnopterna amœna* Prov., *Closterocoris amœnus* (Prov.).

Provancher described this species from several specimens presumably sent from Ottawa, Canada. In his catalogue it is recorded under No. 166, *Pycnopterna amæna* Prov. However, the known distribution of the species is Western United States and it is likely that the species originated in that area. One male specimen bearing No. 166 was found in the Canadian National Collection, Ottawa, and is designated herewith as a paralectotype, No. 9725.

Van Duzee (1912) placed the species in the genus *Closterocoris* Uhler and considered *ornata* Uhl. as its synonym.

Acknowledgment

I wish to express my sincere thanks to Dr. René Beique, Conservateur de la Collection Provancher, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec, for the courtesies extended to me in the search for the types.

References

- BARBER, H. G., 1911. Descriptions of some new Hemiptera-Heteroptera. *J. N. Y. ent. Soc.*, **19**: 23-31.
- BURQUE, F. X., 1886. In Provancher, Petite Faune Entomologique du Canada. Les Hemiptères. 3. Québec.
- CARVALHO, J. C. M., and T. R. E. SOUTHWOOD, 1955. Revisao do complexo *Cyrtorhinus* Fieber - *Mecomma* Fieber (Hemiptera-Heteroptera, Miridæ). *Bol. Mus. Goeldi*, **11**: 7-72.
- CARVALHO, J. C. M., and E. WAGNER, 1957. A world revision of the genus *Trigonotylus* Fieber (Hemiptera-Heteroptera, Miridæ). *Archos Mus. nac., Rio. de J.*, **43**: 121-155.
- DRAKE, C. J., 1923. Heteroptera in the vicinity of Cranberry Lake. *Tech. Publ. N. Y. St. Coll. For.*, **22**: 54-86.
- DRAKE, C. J., and H. M. HARRIS, 1926. Notes on American Anthocoridæ with descriptions of new forms. *Proc. biol. Soc. Wash.*, **39**: 33-46.
- DRAKE, C. J., and H. M. HARRIS, 1928. *Tetraphleps canadensis* Provancher, a true *Tetraphleps* (Hemip.). *Can. Ent.*, **60**: 50.
- FABRICIUS, J. C., 1794. *Entomologia Systematica*. Hafniæ.
- FALLEN, C. F., 1807. *Monographia Cimicum Sueciæ*. Hafniæ.
- FIEBER, F. X., 1861. *Die europaischen Hemiptera*. Wien.
- FÖRSTER, J. R., 1771. *Novæ species insectorum : Centuria I*. London.
- HAGLUND, C. J. E., 1868. Hemiptera nova. *Stettin. ent. Ztg.*, **29**: 150-163.
- HUNGERFORD, H. B., 1939. A corixid from deep water. *Ann. ent. Soc. Am.*, **32**: 585-586.

- HUNGERFORD, H. B., 1948. The Corixidæ of the Western Hemisphere (Hemiptera). *Kans. Univ. Sci. Bull.*, **32**: 1-827.
- KELTON, L. A., 1961. A new nearctic genus of Miridæ, with notes on *Diaphnidia* Uhler 1895 and *Brachynotocoris* Reuter 1880 (Hemiptera). *Can. Ent.*, **93**: 566-568.
- KELTON, L. A., and N. H. ANDERSON, 1962. New Anthocoridae from North America with notes on the status of some genera and species (Heteroptera). *Can. Ent.*, **94**: 1302-1309.
- KELTON, L. A., and H. H. KNIGHT, 1962. *Mecomma* Fieber in North America (Hemiptera: Miridae). *Can. Ent.*, **94**: 1296-1302.
- KELTON, L. A., and J. D. LATTIN, 1968. On the Saldidae types in the Provancher Collection, and a new name for *Salda coriacea* Uhler (Heteroptera). *Naturaliste can.*, **95**: 661-666.
- KIRBY, W., 1837. The insects in Richardson's Fauna Boreali-Americana. IV. Norwich.
- KIRKALDY, G. W., and J. R. DE LA TORRE-BUENO, 1909. Catalogue of American aquatic and semi-aquatic Hemiptera. *Proc. ent. Soc. Wash.*, **10**: 173-215.
- KNIGHT, H. H., 1923. The Miridae (or Capsidae) of Connecticut. In The Hemiptera, or sucking insects, of Connecticut, by W. Britton. *Bull. Conn. St. geol. nat. Hist. Surv.*, **34**.
- LINNAEUS, C., 1758. Systema naturae. 10th ed. Holmiae.
- PALISOT DE BEAUVOIS, A. M. F. J., 1805-1821. Insectes recueillis en Afrique et en Amérique, dans les royaumes d'Oware et de Benin, à Saint-Dominique et dans les États-Unis pendant les années 1781-1797. Paris.
- PARSHLEY, H. M., 1920. Hemiptera from Peaks Island, Maine, collected by Mr. G. A. Moore. *Can. Ent.*, **52**: 80-87.
- PROVANCHER, L., 1869. Description d'un nouvel Hémiptère. *Naturaliste can.*, **1**: 211-212.
- PROVANCHER, L., 1872. Description de plusieurs Hémiptères nouveaux. *Naturaliste can.*, **4**: 73-79; 103-108.
- PROVANCHER, L., 1886-89. Petite Faune Entomologique du Canada. Les Hémiptères 3. Québec.
- REUTER, O. M., 1875. Capsinae ex America boreali in Museo Holmiensi asservatae. *Öfvers. Kongl. vet-Akad. Förhandl.*, **32**: 59-92.
- REUTER, O. M., 1883. Hemiptera Gymnocerata Europae. 3. Helsingfors.
- REUTER, O. M., 1893. Monographia generis *Reduvius* Fabr. *Lam. Acta Soc. Sci. fenn.*, **19**: 1-36.
- REUTER, O. M., 1895. Zur Kenntnis der Capsiden-Gattung *Fulvius* Stal. *Ent. Tidskr.*, **16**: 129-154.
- SAY, T., 1824-28. American Entomology. Philadelphia.
- SAY, T., 1932. Descriptions of new species of Heteropterous Hemiptera of North America. New Harmony.
- STÅL, C., 1858. Beitrag zur Hemipteran-Fauna Sibirens und des russischen Nord-Amerika. *Stettin. ent. Ztg.*, **19**: 175-198.

- STÅL, C., 1862. Hemiptera mexicana enumeravit speciesque novas descripsit. *Stettin. ent. Ztg.*, **23**: 437-462.
- STÅL, C., 1872. Enumeratio Hemipterorum. *K. svenska Vetensk-Akad. Handl.*, **10**: 1-159.
- TUCKER, E. S., 1907. Some results of desultory collecting of insects in Kansas and Colorado. *Kans. Univ. Sci. Bull.*, **4**: 51-62.
- UHLER, P. R., 1863. Hemipterological contributions. No. 2. *Proc. ent. Soc. Philad.*, **11**: 361-366.
- UHLER, P. R., 1871. Notices of some Heteroptera in the collection of Dr. T. W. Harris. *Proc. Boston Soc. nat. Hist.*, **14**: 93-109.
- UHLER, P. R., 1872. Notices of the Hemiptera of the western territories of the United States, chiefly from the surveys of Dr. F. V. Hayden. In Hayden, *Prelim. Rep. U. S. geol. Surv. Montana.*, 392-423.
- UHLER, P. R., 1877. Report upon the insects collected by P. R. Uhler during the explorations of 1875, including monographs of the families Cydnidae and Saldae, and the Hemiptera collected by A. S. Pachard, Jr., M. D. *Bull. U. S. geol. Surv.*, **3**: 355-475; 765-801.
- UHLER, P. R., 1890. Observations on North American Capsidae, with descriptions of new species. *Trans. Md Acad. Sci.*, **1**: 73-88.
- USINGER, R. L., 1941. The present status and synonymy of some Orsilline species (Hemiptera, Lygaeidae). *Bull. Brooklyn ent. Soc.*, **36**: 129-132.
- VAN DUZEE, E. P., 1904. Annotated list of the Pentatomidae recorded from America North of Mexico, with descriptions of some new species. *Trans. Am. ent. Soc.*, **30**: 1-80.
- VAN DUZEE, E. P., 1912. Synonymy of the Provancher collection of Hemiptera. *Can. Ent.*, **44**: 317-329.
- VAN DUZEE, E. P., 1916. Check list of the Hemiptera (excepting the Aphididae, Aleurodidae and Coccidae) of America North of Mexico. New York.
- VAN DUZEE, E. P., 1917. Catalogue of the Hemiptera of America North of Mexico, excepting the Aphididae, Coccidae and Aleurodidae. *Univ. Calif. Publs. Ent.*, **11**.
- VAN DUZEE, E. P., 1921. Characters of eight new species of North American Anthocoridae or flower bugs. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, **11**: 137-144.

NOTE SUR *ANAX MARITIMUS* PROVANCHER
(ODONATA: AESHNIDAE)

LUC FERNET, JEAN-GUY PILON ET RENÉ BEIQUÉ¹

Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Montréal.

Résumé

Parmi les dernières descriptions de Provancher, nous trouvons la description d'*Anax maritimus*, n. sp. Cette nouvelle espèce n'a jamais été considérée dans les travaux sur les Odonates. L'examen du spécimen indique sans équivoque qu'il s'agit d'*Aeshna canadensis*. Il faudrait donc à l'avenir indiquer *Anax maritimus* comme synonyme d'*Aeshna canadensis*.

Abstract

Among Provancher's last notes we found the description of a new species, *Anax maritimus*, which has been completely forgotten since. The examination of the specimen reveals without any doubt that it is an *Aeshna canadensis* later described by Walker. In the future *Anax maritimus* should be considered as synonym of *Aeshna canadensis*.

Introduction

Parmi les dernières descriptions de Provancher, publications posthumes dues à l'abbé V. A. Huard, alors directeur-proprétaire du *Naturaliste canadien* (Anonyme, 1895), nous trouvons la description d'*Anax maritimus*, n. sp. Cette nouvelle espèce avait déjà fait l'objet d'une mention, sans description, par l'abbé Provancher lui-même (Provancher, 1890). La description de cette nouvelle espèce repose sur la capture d'un seul imago femelle récolté aux Iles-de-la-Madeleine. L'holotype est conservé dans la collection Provancher au Département de Biologie de l'Université Laval. Comme l'auteur l'indique, il s'agit d'un spécimen fraîchement métamorphosé dont la coloration n'était pas établie de façon définitive, mais assez prononcée cependant pour reconnaître qu'il s'agissait d'une espèce non décrite jusque là.

1. Conservateur de la Collection Provancher, *Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec.*

Anax maritimus Provancher

Bien que décrite en 1895 (Anonyme 1895), cette espèce fut complètement oubliée par la suite puisque des auteurs comme Walker (1934), Needham et Westfall (1955), Walker (1958) et Robert (1963) n'ont jamais pris en considération *A. maritimus*, qu'il s'agisse de la faune du Québec, du Canada ou de l'Amérique du Nord.

En dépit de cette mise en veilleuse d'*A. maritimus*, deux scientifiques, à notre connaissance, réussirent à retracer cette description au cours des dernières années, si l'on en juge par la correspondance reçue par le conservateur de la Collection Provancher, Département de Biologie, Université Laval. Sur la demande du conservateur de la Collection, nous avons examiné l'holotype d'*A. maritimus* et il nous a paru utile de l'étudier et d'apporter quelques précisions sur l'identité de cet unique spécimen.

Description d'*A. maritimus*

L'examen de l'holotype, conservé dans la collection Provancher, montre qu'il s'agit indubitablement d'un *Aeshna* femelle. La description originale indiquait un spécimen mâle (Anonyme 1895, Provancher 1890). L'holotype est conforme à la description d'un *Aeshna*; la tête d'un Aeshnidae porte une suture fronto-clypéale pâle. Le thorax est orné de deux bandes latérales pâles, non marginées de noir. La forme de ces bandes est plus ou moins précise, mais ne laisse aucun doute sur la présence d'une échancrure antérieure sur la bande mésothoracique postérieure. Les ailes ont un espace basilaire dépourvu de nervules transverses (fig. 1, a). Le secteur de la radiale (fig. 1, c) émet une branche (fig. 1, b) avant d'atteindre l'apex de l'aile et est séparé de la radiale supplémentaire (fig. 1, d) par plusieurs rangées de cellules. L'abdomen ne porte qu'une carène latérale; le 10^e segment abdominal est orné de taches pâles dorsalement.

L'holotype femelle d'*A. maritimus* ne possède, par contre, aucun tubercule distinct sur la face ventrale du premier segment abdominal; la plaque basale de l'ovipositeur ou premier valvifère a sa marge postérieure presque droite; les palpes de l'ovipositeur ou deuxième valvule sont plus courts que la longueur du dos du 10^e segment. Ces caractères morphologiques conduisent à deux espèces possibles: *A. canadensis* et *A. verticalis*. Les caractères qui permettent de distinguer ces deux espèces résident surtout dans la forme de l'échancrure de la bande pâle mésothoracique postérieure. L'état de cette bande ne permettrait pas de trancher la question mais la description que donne Provancher, l'examen des appendices anaux, ainsi que des genitalia nous conduisent à l'espèce *A. canadensis*. Provancher indique que les appendices anaux d'*A.*

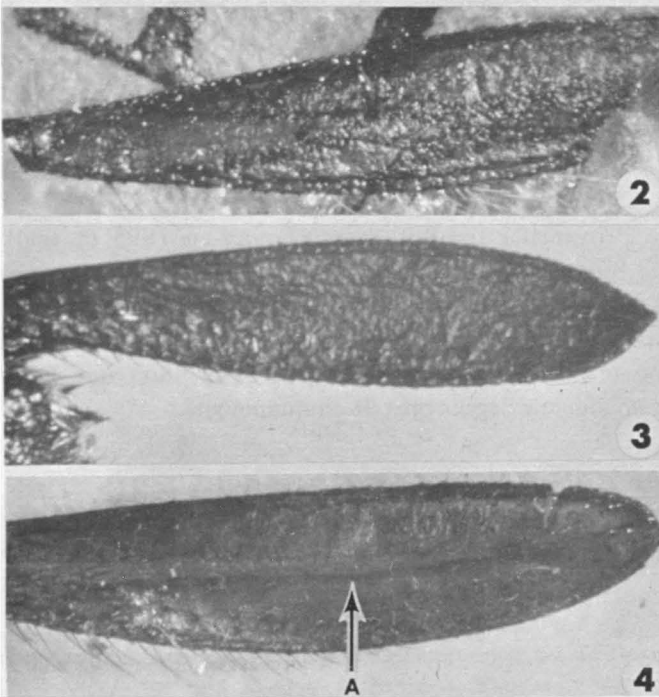
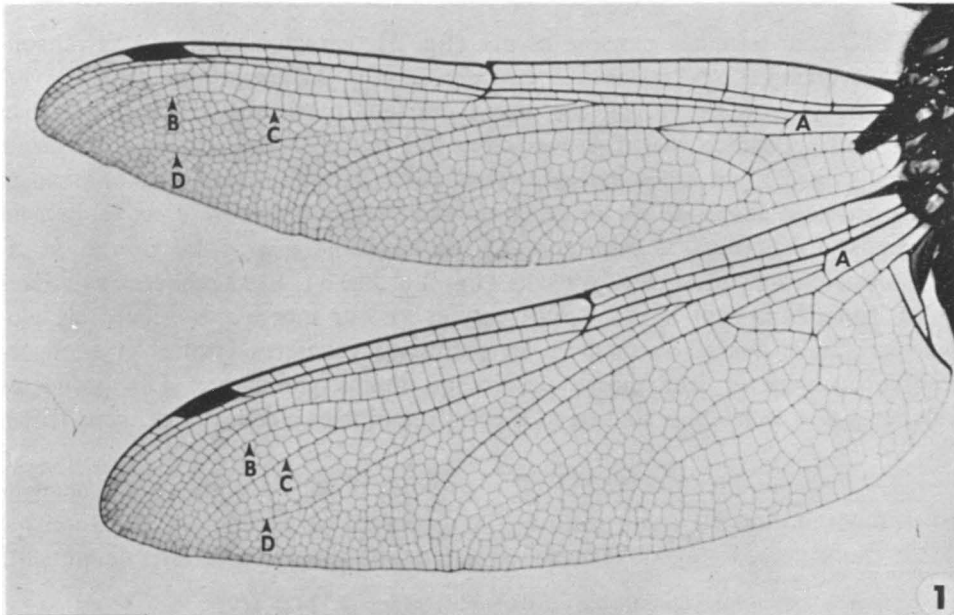


FIGURE 1. Ailes gauches d'*A. canadensis*, a) espace basilaire, b) branche du secteur de la radiale, c) secteur de la radiale, d) radiale supplémentaire.

FIGURE 2. Reste d'un appendice anal d'*Anax maritimus*.

FIGURE 3. Appendice anal d'*Aeshna canadensis*.

FIGURE 4. Appendice anal d'*Aeshna verticalis*. a) renflement cuticulaire longitudinal et médian de l'appendice.

maritimus sont terminés par une pointe (fig. 2), caractère qui peut se rencontrer chez quelques spécimens d'*A. canadensis* (fig. 3), mais non chez *A. verticalis* (fig. 4) où les appendices anaux ont leur partie distale arrondie. Bien que le seul appendice anal d'*A. maritimus* qui soit conservé ait sa partie distale détruite (fig. 2), un autre caractère peut aider dans l'identification. L'examen des appendices anaux de *A. verticalis* de notre collection montre un renflement cuticulaire longitudinal et médian, (fig. 4, a), alors que *A. maritimus* et *A. canadensis* en sont presque dépourvus (fig. 2 et fig. 3). Les premières valvifères de *A. canadensis* sont larges, plutôt carrées et leur marge postérieure est globuleuse, tandis que *A. verticalis* a les premières valvifères étroites et allongées transversalement et leur marge postérieure moins globuleuse. Les premières valvifères d'*A. maritimus* sont en tout point semblables à celles de *A. canadensis*.

Le spécimen identifié comme *A. maritimus*, n. sp. est donc un *A. canadensis*. Il faudrait donc à l'avenir inclure *A. maritimus* Provancher comme synonyme de *A. canadensis*. La synonymie de *A. canadensis* s'établirait alors comme suit:

Aeshna clepsydra (homonyme) Selys. Ent. Mag., **2**: 242, 1875.

Anax maritimus Provancher, *Naturaliste can.*, **22**: 79, 1895.

Aeshna "Y" Williamson, *Ohio Nat.*, **7**: 145, 1907.

Aeshna canadensis Walker, *Can. Ent.*, **40**: 384, 389, 451, 1908. *Univ. Toronto Stud., Biol. Ser.* n° 11, p. 135, 1912.

Conclusion

Bien que Provancher décrivit *A. maritimus* en 1895 et Walker, *A. canadensis* en 1908, nous avons placé *Anax maritimus* comme synonyme de *Aeshna canadensis* et non *A. canadensis* comme synonyme de *A. maritimus* pour deux raisons. La première pour plus de clarté en systématique, *A. maritimus* est un *Aeshna* et non un *Anax*. Deuxièmement, la description que fait Walker d'*A. canadensis* est en vigueur depuis plus de cinquante ans.

Références

- ANONYME, 1895. Les dernières descriptions de l'Abbé Provancher. *Naturaliste can.*, **22**: 79.
- NEEDHAM, J. G. and WESTFALL, M. J., 1955. Dragon flies of North America. Univ. of Calif. Press. Berkeley and Los Angeles, 615 pp.
- PROVANCHER, L., 1890. Un naturaliste aux Îles-de-la-Madeleine. *Naturaliste can.*, **19**: (12): 248.
- ROBERT, A., 1963. Les libellules du Québec. Service de la Faune du Québec, Bull. n° 1, 223 pp.
- WALKER, E. M., 1934. A preliminary list of the insects of the Province of Quebec. Odonata. Part 4. *Rep. Quebec Soc. Prot. Plants*, **26**: 3-12.
- WALKER, E. M., 1958. The Odonata of Canada and Alaska. Vol. 11, University of Toronto Press. 313 pp.

DISTRIBUTION OF QUÉBEC STONEFLIES
(PLECOPTERA)

W. E. RICKER¹, RENÉ MALOUIN², PETER HARPER³
and H. H. ROSS⁴

Résumé

La première mention de Plécoptères du Québec, par P. H. Gosse, date de 1840; on y cite 4 espèces du comté de Sherbrooke. De 1876 à 1883, l'abbé Léon Provancher a compilé une liste des espèces du Québec; on peut y reconnaître aujourd'hui 14 espèces réparties dans 10 genres ainsi que des représentants d'un autre genre. Le présent travail comprend 94 espèces examinées par les auteurs et une espèce citée dans la littérature. Une espèce encore non décrite et une autre probablement nouvelle (on n'en possède que des individus femelles) portent le total à 97. La plupart de ces espèces appartiennent à une faune commune aux bassins hydrographiques des Grands Lacs et du Saint-Laurent; leur répartition géographique s'étend généralement du Minnesota au Nouveau-Brunswick. Au sud du Saint-Laurent, on reconnaît des éléments faunistiques provenant de la région appalachienne; et, dans l'est du Québec, on trouve des espèces caractéristiques de la zone côtière de l'Atlantique. Le nord du Québec est colonisé par les espèces les plus robustes du bassin des Grands Lacs, ainsi que par deux espèces endémiques; toutefois, la faune arctique typique, présente à l'ouest de la Baie d'Hudson, y fait totalement défaut.

Abstract

The first report on Québec stoneflies, by P. H. Gosse, dates from 1840 and mentions 4 species from Sherbrooke County. From 1876 to 1883 l'abbé Léon Provancher listed the species from Québec Province; he had 14 species now identifiable amongst 10 genera, and representatives of one other genus. The present report includes 94 named species of which specimens have been seen by the authors, and one species cited from a published record. In addition there is one undescribed species, and another probably undescribed (only females

1. Fisheries Research Board of Canada, Nanaimo, British Columbia.

2. Séminaire de Québec, Université Laval, Québec, Québec.

3. Université de Montréal, Montréal, Québec; now at University of Waterloo, Waterloo, Ontario.

4. Illinois Natural History Survey, Urbana, Illinois.

available), for a total of 97. Most of the species are of a group common to much of the Great Lakes and St. Lawrence drainage, characteristically distributed from Minnesota to New Brunswick. South of the St. Lawrence River there is a strong Appalachian element, and in eastern Québec there are a few species peculiar to the Atlantic coastal region. Northern Québec contains some of the hardier representatives of the Great Lakes fauna and has two endemic species, but it lacks the characteristic arctic species found west of Hudson Bay.

Historical

Knowledge of the Québec species of stoneflies dates perhaps from 1823, when the United States naturalist Thomas Say described 4 species that have since been identified – mainly by guesswork – with four that are now known to occur in the province. The first mention of specimens taken locally is in a book dated 1840, by a Mr. P.H. Gosse, described as « *a series of conversations on the natural history of Lower Canada* ». This book is divided into 26 chapters, each referring to a particular time of year. Actually the « *conversations* » refer not to Lower Canada in general, but to « *the immediate neighbourhood of the village of Compton, situated on the river Coaticook, a tributary of the St. Francis, in the county of Sherbrooke. . . .* » References to stoneflies are not very numerous, but they are worth quoting :

Page 79 (April 1st). « *It belongs to a tribe which I call Water-flies, as I have never seen any of the species except in the immediate vicinity of water. The species are numerous in this continent, forming the genus Semblis of Fabricius. This is an early kind, the clouded Water-fly (Perla Clio).* »

Page 184 (June 1st). « *I went out a day or two ago bush-beating among the willows, but the leaves were too young and small to afford me much success. I shook off a black Sawfly (Tenthredo), two green Waterflies (Perla Cydippe ?) . . .* »

Page 224 (June 20th). « *. . . the delicate Green Waterfly (Perla Cydippe) flies about the margins of brooks and rivers; . . .* »

Page 231 (July 1st). « *C. — A lad gave me, yesterday, a Water-fly of very large dimensions, measuring about three inches and three-fourths in spread of wing. It is of a dusky colour, and the nervures of the wings are of the same; its claims to notice are only its enormous size, as compared with other species of the genus, for it has no beauty. It is Pteronarcys Regalis. [page 232] F. — I have taken a very large species Pteronarcys Proteus at Sherbrooke, near the junction of the Magog River with the St. Francis; but I have not any specimens now. It is not, however, near so large as yours, but resembles it in colour.* »

Mr. Gosse was probably not familiar with Say's work, but he had the then very recent paper by Edward Newman (1838), and quotes the names of four of Newman's species. However Gosse's « *clouded water-fly* » had not

yet been described scientifically – it is obviously a species of *Taeniopteryx* or *Brachyptera* – so his use of the name *clio* is incorrect. The other three names may well be correctly used. The « *green water-flies* » belong to the genus and subgenus *Alloperla*, though unfortunately Newman's types of *cydippe* were females that cannot be definitely associated with a particular species among recent materials. *Pteronarcys regalis* Newman is now considered a synonym of Say's *dorsata*, and the smaller *Pteronarcys* might have been either *proteus* Newman or *biloba* Newman.

Following 1840 there was a gradual increase of stonefly information in North America, but for about 30 years almost none of it directly concerned Québec. However, during the 1860's and 1870's the great Canadian naturalist l'abbé Léon Provancher was collecting insects assiduously at Portneuf and later at Cap Rouge, west of Québec city. In 1871 he published in *Le Naturaliste canadien* a list of Neuroptera taken in Québec, which included 15 species of stoneflies arranged in 6 genera. In 1876 he described « *une pluie d'insectes* » that occurred on March 27 at Rivière-du-Loup, consisting of stoneflies of the species *Capnia pygmaea*. At the same time he mentioned the abundant occurrence of this species and *C. minima*, apparently at Cap Rouge : these insects emerged at maple-syrup time and were often called « *mouches à sucre* » by the sugar-bush operators.

Later in 1876 Provancher's « *Petite Faune entomologique du Canada* », that was appearing serially in the *Naturaliste canadien*, treated the family Perlides. In 1878 a few « additions et corrections » were added, although for some groups the 1878 revision is less useful than the original treatment of 1876. The summary list of 1878 (p. 144) included 20 species, of which 8 bore names proposed by Provancher himself, and he had already synonymized several of his own 1876 names. In 1883 volume 2 of the *Petite Faune* was reprinted with some further additions and corrections⁵.

5. The 1883 treatment of Perlides in the *Petite Faune* is mainly a reprint of the 1876 material, but there are some interleaved pages, distinguished in numbering by the superscripts 2 and 3, that call attention to most of the additions and corrections proposed in 1878. Whether by inadvertence or design, the 1878 revision of *Nemoura* does not appear in 1883, the treatment of that genus being the same as in 1876. In addition, some pages of the 1883 text have been rearranged and two additional species are inserted without any indication that they are appearing for the first time. These two are *Perla chicoutimiensis* (p. 75) and *Taeniopteryx glacialis* (p. 77), both treated below under *Brachyptera glacialis*. The 1883 summary list of species (p. 154) is identical with that of 1878 and does not include subsequent changes. The 1883 index (p. 161-162), however, is based on the 1883 text (including the older version of *Nemoura*). Anyone delving into this material should also be aware that page numbers 55-56 and 153-162 are used twice in the 1883 work: it is the second set of pages 55-56 and the first set of pages 153-162 that pertain to the « Névroptères ».

Provancher usually describes species as being « commun », « assez commun », « rare », etc., but only occasionally does he mention any exact locality where specimens were taken. Exceptions are the *Allocapnia* from Rivière-du-Loup mentioned above, and *Brachyptera glacialis* (*Perla chicoutimiensis*) that was found in quantity at Chicoutimi by the Rév. Mr. Huard. Also, of both *Phasganophora capitata* (*Perla marginipes*) and *Acroneuria lycorias* (*Perla navalis*) it is said that « on la rencontre souvent sur les vaisseaux navigant sur le Fleuve entre Montréal et Québec », and *P. navalis* « est particulièrement commune aux Trois-Rivières ». Thus while a great majority of Provancher's records probably apply to the vicinity of Cap Rouge or Portneuf, it is impossible to cite these localities definitely.

Provancher's species were variously synonymized or ignored by subsequent writers, so that none appears in the 1925 Monograph by Needham and Claassen. Ricker (1952) studied the type specimens and some of the other specimens in the collection of the Musée Provincial du Québec, and restored three of Provancher's names to current usage.

The best available modern identification of Provancher's species is as follows :

1. *Pteronarcys dorsata* Say

Provancher describes this species under the names *P. flavicornis* Provancher 1876, *P. rectus* Provancher 1876 and *P. regalis* Newman. In 1878 *flavicornis* and *rectus* were synonymized with *regalis*, but in 1883 *rectus* was revived again. Our view is that the 1878 treatment was the correct one; however *regalis* has since been synonymized with *dorsata* Say.

2. *Pteronarcys biloba* Newman

The species *P. bicarinatus* Provancher 1876, as well as *P. pictetii* Hagen of Provancher 1876, were both synonymized with *biloba* by Provancher (1878, 1883).

3. *Taeniopteryx nivalis* Fitch

T. maura Pictet of Provancher (1878, 1883) is most likely to be *nivalis*, the abundant species near Québec; at any rate *maura*, as defined by Ricker and Ross (1968), has not been taken recently in this region. The *Taeniopteryx fasciata* Burmeister of Provancher (1876) may also be *nivalis*, since the former species (now *Brachyptera fasciata*) has been taken recently only in south-western Québec, and there rarely.

4. *Brachyptera glacialis* Newport

Taeniopteryx glacialis is listed on page 78 of the 1883 version of the *Petite Faune*; but on page 76³ it is said to be the male of *T. maura*. Similarly *Perla chicoutimiensis* n. sp. appears first on page 75 of the same, while on page 72³ it is said to be « très probablement une variété du *Taeniopteryx maura*, Burm. » However the type of *chicoutimiensis* is definitely a female of *glacialis* Newport (Ricker, 1952).

5. *Nemoura nigritta* Provancher 1876

This species is abundant in the Québec city region to-day. Three other species of *Nemoura* are listed by Provancher (1876); of these *Nemoura albidipennis* Walker is represented in recent material from this region by only one specimen (from the Island of Orléans), while *Nemoura completa* Walker and *Nemoura perfecta* Walker are known in Québec only from farther west or south. In 1878 Provancher revised his earlier treatment of *Nemoura*, proposing a new name (*incerta*) that must be considered a nomen nudum. In this treatment *nigritta* was synonymized with *perfecta* Walker, but the type of *nigritta* shows that the species involved is the one subsequently described as *venosa* Banks, and long known under that name (Ricker, 1952). Like other entomologists of the time, Provancher did not have optical equipment adequate to observe clearly the distinguishing characters on these small species.

6. *Leuctra tenella* Provancher 1878

Provancher substituted this name for the *tenuis* Pictet of his 1876 paper, and the type specimen shows that the species involved is the one later described as *hamula* Claassen (Ricker, 1952).

7. *Leuctra ferruginea* Walker

Provancher (1877) proposed the name *brunnea* to replace his *ferruginea* of 1876, but no new description was given and the type cannot be distinguished from *ferruginea*, so *brunnea* must be regarded as a nomen nudum.

8. *Allocapnia minima* Newport

9. *Allocapnia pygmaea* Burmeister

This species and the last were both reported by Provancher (1876 a, b), in the genus *Capnia* of course. Both are common in the Québec region to-day, but no Provancher specimens have been checked recently. The name *necydaloides* Pictet was substituted for *pygmaea* by Provancher (1878), but modern usage applies the older name *pygmaea* to the most abundant species of eastern Canada.

10. *Isogenus olivaceus* Walker

Described under the name *Perla sulcata* Provancher 1876, but later erroneously synonymized with *frontalis* Newman (Provancher, 1878, p. 144). The synonymy with *olivaceus* is by Ricker (1952).

11. *Isoperla* sp.

Provancher lists *Perla bilineata* Say, but we cannot be sure what species he had.

12. *Alloperla* (s.s.) sp.

Provancher (1876) lists *A. severa* Hagen (a western species), and *Isopteryx cydippe* Newman, the latter emended to *Isopteryx nana* Hagen [really Walsh]

in 1878. One or both of these records is most likely to be a species of *Alloperla*, but it is impossible to know which.

13. *Alloperla naica* Provancher

This species, rather rare in the region of Québec city to-day, has been identified by the type specimen, and the name precedes *novascotiana* Needham and Claassen (Ricker, 1952).

14. *Acroneuria abnormis* Newman

Listed by Provancher (1876) under the name *Perla abnormis*, but this was changed to *P. arida* Hagen in 1878. However *arida* is a more southern species, while *abnormis* is common in the Québec region.

15. *Acroneuria lycorias* Newman

Both *Perla navalis* Provancher 1876 and *P. riparia* Provancher 1876 have been synonymized with *A. lycorias*, by Needham and Claassen (1922). *Perla quebecensis* Provancher 1876 is another species that may belong in *Acroneuria*; it was synonymized with the Mississippi valley species *Acroneuria ruralis* Hagen by Needham and Claassen (1922), but sketches of the type made about 1940 by Dr. T. H. Frison do not suggest this. *P. quebecensis* is probably one of the two *Acroneuria* species above, or possibly *Paragnetina immarginata*.

16. *Phasganophora capitata* Pictet

Reported as *Perla hieroglyphica* Provancher 1876 and *P. marginipes* Provancher 1876; the latter species was synonymized by Provancher (1878, 1883) with *P. flavescens* Walsh, itself a synonym of *capitata*.

In summary, we can be reasonably sure that Provancher had 11 genera of stoneflies, and 14 species can be identified with fair certainty. For three of these species Provancher's name is the first one available.

Following Provancher, occasional specimens of Québec stoneflies have been recorded in general works. We may mention the 1925 Monograph by J. G. Needham and P. W. Claassen, and papers by Samal (1933), Frison (1942), Ricker (1935a, b, 1944, 1948, 1952, 1964, 1965), Brinck (1958), Nebeker (1967) and Ross *et al.* (1967). There is also the study of the wings of *Allocapnia pygmaea* made by Professor A. Willey of McGill University, from collections made « beside a small unnamed river in the lower Laurentians, about 50 miles to the northward of Montreal » (Willey, 1936). A general list of species and localities was prepared by Ricker during the middle 1940's, but it was never published; its records have been reviewed and incorporated into the present paper.

Collectors and Collections

The principal insect collections containing the specimens reported upon here are the following :

Canadian National Collection, Entomology Research Institute, Ottawa.

Département des Sciences Biologiques, Université de Montréal, Montréal, Québec.

Illinois Natural History Survey, Urbana, Illinois.

Royal Ontario Museum, Toronto, Ontario.

In addition, some specimens are in the private collections of Peter Harper, W. E. Ricker and J. R. Coleman.

We present below a synopsis of the collecting activity and the names of many of the collectors who have worked in various parts of Québec. Not associated with any special region is J. I. Beaulne, who collected in 1915 at Hull, Lanoraie, Montréal and Ste. Agathe.

EASTERN TOWNSHIPS

This name is applied to the group of small counties south and east of Montréal and extending some distance down the St. Lawrence River. Near the river the « Monteregian Hills », stumps of ancient volcanoes, rise individually from the flood-plain. One of these, Mont St. Hilaire in Rouville County, has been the subject of an intensive study of aquatic insects by Mrs. Rosemary MacKay (MS 1967). Most attention was given to West Creek, the principal tributary of Lac Hertel, and to the outlet stream from the same lake.

Farther south and east the Townships become rather consistently hilly, being in fact the northern end of the Appalachian mountain system. During the 1920's collectors from the Entomological Branch spent several summers in the region, and obtained records of a number of species not found elsewhere in Québec. In Huntingdon County, Covey Hill was collected by C. H. Curran and G. S. Walley, Hemmingford by G. H. Hammond and C. E. Petch. Brome County, famous for its ducklings, is also distinguished by the entomological activity of J. A. Adams, G. H. Fisk, F. P. Ide, L. J. Milne and G. S. Walley during the late 1920's; this was supplemented by some work near Glen Sutton by W. E. Ricker in 1964.

GATINEAU REGION

It is natural that entomologists employed by the Department of Agriculture in Ottawa should have spent considerable time in the hilly and scenic region

immediately north of them – comprising Hull and Gatineau Counties. A list of collectors would be almost a complete roster of employees of the former Entomological Branch (EB) and present Division of Systematic Entomology of the Entomology Research Institute (ERI). We may mention particularly W. J. Brown, C. H. Curran, T. N. Freeman, Arthur Gibson, S. D. Hicks, F. P. Ide, R. Lambert, J. McDunnough, C. H. Mann, J.E.H. Martin, L. J. Milne, D. R. Oliver, Raymond Ozburn, O. Peck, H. L. Viereck, J. R. Vockeroth and G. S. Walley. Not directly associated with this branch of government is the intensive work done near Masham Mills and Wakefield by F. P. Ide and G. E. Bucher during the middle 1930's, and the collections made more or less weekly in Gatineau Park by W. E. Ricker in the spring of 1964.

Collecting trips into adjacent counties were also made from Ottawa by EB and ERI personnel. Most of these were done in warm weather, but an excursion specially to collect the « winter » stoneflies was made in 1965 by J.E.H. Martin and J. F. McAlpine.

Some sites of special interest are as follows :

Camp Fortune, Gatineau Park. A ski bowl drained by a small stream that flows into Fortune Creek.

Fortune Creek, Gatineau Park. Systematic collecting was done near the parking lot at the old Ridge Road in 1964.

Kingsmere, Gatineau Park. The former Mackenzie King estate. One collecting spot was the stream draining a small lake on the site.

Lusk Creek, near Luskville, 15 miles WNW of Hull, via Road 8. A small creek with a scenic falls; a popular picnic spot.

Masham Mills. In 1935 Dr. F. P. Ide of the University of Toronto made systematic collections and rearings of aquatics at several stations in the Lapêche River and tributaries, 20 miles NW of Hull, via Road 11.

McDonald Creek, Gatineau Park. A small but remarkably productive stream that cascades into Meach Lake from the south; visited regularly in 1964.

ILE D'ORLÉANS

During 1954-59 the Reverend René Malouin collected intensively on the Island of Orléans, including both nymphs and adults, the results being reported in this paper for the first time. The streams where stoneflies were taken are located as shown below; the specimens are now in the Canadian National Collection.

Ruisseau Asselin: Crossing South Road five miles east of Bridge Road or three miles from Route des Prêtres.

Ruisseau des Camps: Crossing South Road 2.65 miles west of Bridge Road and Orléans avenue at two points.

- Rivière Dauphine*: Crossing Ste-Famille Road 2.7 miles south of North Road. This river runs towards the east.
- Ruisseau Gosselin*: The nearest creek from St-Jean Church, on South Road.
- Ruisseau Guérard*: Crossing North Road 13.9 miles east of Bridge Road.
- Rivière Lafleur*: Crossing South Road 8.5 miles east of Bridge Road.
- Ruisseau Laverdière*: Crossing South Road 8 miles east of Bridge Road.
- Ruisseau Lemelin*: Crossing North Road 8 miles east of Bridge Road; deeply embanked stream.
- Ruisseau Maheux*: Crossing South Road, 7 miles east of Bridge Road.
- Rivière du Moulin*: Crossing North Road at the end of Orleans Island, 16.8 miles east of Bridge Road and 2.1 miles from St-François Church.
- Ruisseau Plante*: Crossing North Road, 0.4 miles west of Bridge Road. This creek is crossing also Bridge Road 0.5 miles south of North Road.
- Rivière au Pot-au-Beurre*: Crossing North Road 5.3 miles east of Bridge Road.
- Ruisseau Pouliot*: Crossing South Road 7.5 miles east of Bridge Road.
- Ruisseau Ste-Famille*: Crossing Ste-Famille Road 1.7 miles south of North Road. Ste-Famille Road crosses Orleans Island perpendicularly at its widest point, 9.9 miles from Bridge Road on northern section.
- Ruisseau St-Joseph*: Running along the western side of Ste-Famille Road and crossing it to fall into Dauphin River.
- Ruisseau St-Patrice*: Crossing South Road 1.8 miles east of Bridge Road. Deeply embanked stream running southerly.
- Ruisseau Ste-Petronille*: Crossing South Road, 0.2 mile west of Orlean avenue as well as Orleans avenue itself near its south end.

NORTH SHORE OF THE GULF OF ST. LAWRENCE (Saguenay Co.)

Starting early in the century, occasional visitors to the region east of the Saguenay River brought back a few stoneflies. Among them are specimens from *Godbout* by Professor E. M. Walker of the University of Toronto in 1918, and from *Matamek* and *Moisie Bay* by Professor Eidmann of Hanover in 1931. The latter gave his material to Dr. J. Samal of Prague, who described two new species later synonymized with *Pteronarcys dorsata* and *Acroneuria abnormis* respectively (Samal, 1933). The north shore region was visited by W. J. Brown in 1929 and 1930; collections were made at *Baie-de-la-Trinité* (Trinity Bay – 49.4° N, 67.3° W), *Rivière-au-Tonnerre* (Thunder River – 50.3° N, 64.8° W), *Lake Island* (50.2° N, 60.1° W), *Mutton Bay* (50.8° N, 59.0° W) and particularly at *Bradore Bay* (51.5° N, 57.2° W) near the Strait of Belle Isle. More recently Gilles Shooner of the Université de Montréal spent the summer of 1962 at the *Nabisipi River* (50.2° N, 62.2° W) and collected extensively.

PARC DU MONT TREMBLANT

The late Frère Adrien Robert of the Université de Montréal collected assiduously in the southern part of the Park during 1954-62, working from the Station Biologique du Mont Tremblant (SBMT). His collections have been

made available to us by Mme Monique Coulloudon of the Université de Montréal. Some of the specimens are labelled simply as coming from the Park; others are from definite localities, as follows :

Rivière du Diable: Between Grand-Lac Monroe and Petit-Lac Monroe. In 1958 emergence traps were maintained in this river (Robert, 1958).

Ruisseau des Aulnes: A stream entering Grand-Lac Monroe from the east, 1.5 miles north of SBMT.

Ruisseau Beattie.

Ruisseau des Érables: Enters Rivière du Diable from the east, a little north of SBMT.

Ruisseau des Femmes: A small brook just south of SBMT, flowing north from the tiny Lac des Femmes and entering Petit-Lac Monroe from the east.

Ruisseau des Ormes.

Ruisseau à l'Ours: Enters Rivière du Diable from the west, between Lac Chat and Petit-Lac Monroe, 1 mile SW of SBMT.

Lac Brochet: 4 miles SW of SBMT.

REGION OF QUÉBEC CITY

The pioneer activity of the Abbé Provancher was discussed earlier.

In 1958 and 1959 the Reverend René Malouin collected in the Montmorency River and a number of smaller streams north and east of the city. These included streams along the road to the village of Laval (here called « Route Laval »; the *Ruisseaux Barrière, Brûlé, Goudreault* and *Rouge 15 to 25* miles north of Laval; streams along the road east to Ste. Anne de Beaupré « Route Ste. Anne »; and the *Ruisseau La Friponne* at St. Joachim 10 miles east of Ste. Anne. In the Parc des Laurentides collections were made from *Lac Jupiter* and *Lac Lille*, from the *Rivière* et *Lac Jacques Cartier*, and from the *Ruisseau de la Tête*. He also visited several localities south of the St. Lawrence within 50 miles of Québec, as follows:

Rivière St. Nicolas: 6 miles SW of Québec on Route 3, in Lévis County.

Rivière St. Gervais: At the village of St. Gervais in Bellechasse County.

Lac Trois Saumons: Near the village of Trois Saumons in l'Islet County.

In 1966 J.E.H. Martin made an early spring trip down the St. Lawrence, collecting en route and along several lateral highways in Champlain, Laviolette, Portneuf, Québec, Montmorency, Charlevoix and Chicoutimi Counties.

SOUTHERN LAURENTIAN HIGHLANDS

The skiing region northwest of Montréal is traversed by Highway No. 11, which continues on to Mont Tremblant Park and northward. A number of entomologists have collected along the lower part of this route, especially from St. Jé-

rome to Ste. Agathe. In 1963 Frère Adrien Robert was made Director of the Station de Biologie de l'Université de Montréal (SBUM), situated in a tract of land 6 miles from the village of St. Hippolyte de Kilkenny in Terrebonne County. In 1964 he set out some rearing cages in an unnamed brook that traverses the Station's property. These were tended by a student, Louise Venne, whose name appears on some of the specimens obtained. In 1966 Peter Harper made an intensive study of stoneflies in the same stream (Harper, MS 1967), and he collected in the same region again in 1967. All these records are listed as SBUM, in Terrebonne County. Specimens are in the collections of the Université de Montréal and of Peter Harper.

TÉMISCAMINGUE AND ABITIBI

In 1939 F. P. Ide reared aquatic insects near Laniel and the town of Témiscamingue. Other collections have been made in that county by H. S. Fleming in 1932-35, and by J.E.H. Martin and J. F. McAlpine in 1965.

A number of specimens labelled « Abitibi region », collected by a Dr. Cook in 1915 and 1916, are in the United States National Museum and were studied by Ricker (1944).

UNGAVA

Stonefly records from northern Canada were summarized about 25 years ago by Ricker (1944). These included a small number of records from northern Québec.

During and after World War II visitors and residents in the northern parts of Canada became far more numerous, and they were greeted enthusiastically by the swarms of biting insects for which these regions are famous. This provided one impetus for establishing a Northern Insect Survey (NIS) in the Entomology Research Institute, Ottawa, which sampled both biting and peaceful insects at about 50 sites. Of the sites in northern Québec, twelve produced stoneflies, so that, together with the material obtained by two other recent collecting parties, our knowledge of the fauna in this great region is now quite respectable.

Lac Aigneau, 57.3° N, 70.4° W. Collections were made by D. R. Oliver in 1955 (NIS).

Burnt Creek (Shefferville), 54.9° N, 67.0° W. Collections made by the NIS in 1948.

Fort Chimo, 58.2° N, 68.3° W. Collections by R. H. MacLeod and H. N. Smith in 1948 (NIS).

Eastmain River, east side of James Bay, 52.2° N, 78.5° W. Collections made August 1-14, 1934, by R. C. McDonald are in the CNC (Ricker, 1944).

Great Whale River, east side of Hudson Bay, 55.3° N, 77.4° W. Collections by J. R. Vockeroth in 1949 (NIS).

- Indian House Lake*, 56° N, 64.7° W. Collections by R. Coyles and W. R. Richards in 1954 (NIS).
- Koksoak River* and tributaries near 57.8° N, 69.0° W. Collections by J. D. Hynes in 1965 and by J. R. Coleman in 1966, both of the University of Waterloo.
- Mistassini Post*, SE side of Lac Mistassini, 50.3° N, 73.8° W. Collections by J. R. Lonsway in 1956 (NIS). Also, Frère A. Robert of the Université de Montréal collected in the Mistassini region in 1953.
- Payne Bay*, west side of Ungava Bay, 60° N, 70° W. Collections by W.R.M. Mason in 1958 (NIS).
- Port Harrison*, east side of Hudson Bay, 58.4° N, 78° W. Collections by J. P. Lachaine in 1949 (NIS).
- Rupert House*, on the Rupert River near James Bay, 51.5° N, 78.8° W. Collections by D. P. Gray and E. J. LeRoux in 1949 (NIS).
- Rupert River*, west side of Lake Mistassini, 51.1° N, 74.1° W. Collections by J. R. Lonsway in 1956 (NIS).
- Star Creek*, near Burnt Creek (Schefferville). Collections made by the NIS in 1948.
- Sugluk*, near the west end of Hudson Strait, 62.2° N, 75.5° W. Collections by H. J. Huckel in 1954 (NIS).
- « *Ungava Bay* ». Collections so labelled are in the United States National Museum, taken by L. M. Turner before 1900, probably at or near Fort Chimo (Ricker, 1944).

Nomenclature and Zoogeography

The species names employed are those of Illies' (1966) check list, with one exception. Generic usage, however, generally follows the more comprehensive pattern that has usually been employed in recent North American stonefly papers. Subgenera are indicated where appropriate (these are usually treated as genera by Illies).

A review of the distribution patterns of Canadian stoneflies was presented by Ricker (MS 1963, 1964), including maps for selected species. Ross *et al.* (1967) have published maps for 3 species of *Allocapnia*. The new records presented in the present paper provide interesting extensions of range of a number of species. Comments concerning this are made in some instances, but a general discussion of zoogeography would be out of place.

One general observation concerns the role that Hudson Bay has played in stonefly distribution. This body of water acted as a barrier to the eastward movement of four tundra and taiga species, *Nemoura arctica*, *Capnia nearctica*, *Diura bicaudata* and *Isoperla decolorata*, that invaded Mackenzie and Keewatin following the Wisconsin glaciation, evidently from the unglaciated parts of Alaska or Siberia. Of these, *Capnia nearctica* is restricted to treeless tundra and alpine regions. It has reached Baffin Island but did not cross Hudson Strait, on whose southern shore is found the endemic *Capnia sugluka*, a tiny species of uncertain relationships. *Nemoura arctica* and *Isoperla decolorata* both extend down into

the forested region west of Hudson Bay; their absence from Québec has permitted the related temperate-zone species *Nemoura trispinosa* and *Isoperla bilineata* to move far to the north. Similarly, *Isogenus olivaceus* occurs north to the Koksoak River, but whether this can be related to the absence of *Diura bicaudata* is more questionable.

A species of western (Cordilleran) origin that has recently entered Québec is *Claassenia sabulosa*: there is one record from the east side of James Bay. Other species of western relationships include *Capnia vernalis*, *C. labradora*, *C. manitoba*, *Brachyptera pacifica*, *Paraleuctra sara* and *Nemoura (Zapada) sp.*, but there is as yet no clear evidence whether these moved east before or after the most recent glaciation.

A majority of Québec stoneflies belong to a « Great Lakes-St. Lawrence » group of species, characteristically distributed from Minnesota to New Brunswick or Nova Scotia, and south to northern Illinois, Indiana and Ohio, through New York, northern Pennsylvania and the New England states.

Finally, there is a large Appalachian element in the fauna, especially south of the St. Lawrence River, consisting mostly of species that are abundant in the adjacent mountains of New York and New Hampshire and, in some cases, south to northern Georgia. These are species that are rare or absent from Ontario and south of the Great Lakes. They include *Pteronarcys biloba*, *P. proteus*, *Peltoptera arcuata*, *P. maria*, *Brachyptera rossi*, *Nemoura nigritta*, *N. wui*, *N. complexa*, *N. prolongata*, *N. similis*, *Leuctra triloba*, *Allocapnia nivicola*, *A. pechumani*, *Isogenus hastatus*, *Isoperla slossonae*, *Alloperla chloris*, *A. ideii*, *A. lateralis*, *Acroneuria arenosa* and *Paragnetina immarginata*. A smaller group of species is more characteristic of the eastern seaboard: *Isogenus hansonii*, *Isoperla holochlora*, *Alloperla voinae*, *A. naica* and *Hastaperla orpha*.

Distribution Records

The locality records are grouped by geographical areas, primarily the counties, but with a few exceptions:

- (a) The Laurentides, Mont Tremblant and La Vérendrye parks are sometimes cited. These cut across county boundaries and it is sometimes impossible to know in which county a specimen was taken.
- (b) Two islands are used as geographical markers: Anticosti (Saguenay Co.) and Ile d'Orléans (Montmorency Co.). In addition, Montréal, as a primary heading, refers to Montréal Island rather than the city. (The Island is divided between two counties: Hochelaga and Jacques Cartier.) « Québec » refers to the county rather than the city.
- (c) The old name Ungava is used for the northern part of Québec; this includes Mistassini County and all the regions northward. Sites in this great area were identified above by latitude and longitude.

In the lists below, the names of collectors, dates, and numbers of specimens are indicated for infrequently - collected species. For commoner species only the inclusive dates are shown, without regard to year and without naming the collectors.

Pteronarcys (Allonarcys) biloba Newman

- BROME: Knowlton, June 5; South Bolton, June 16; Ruiter Brook near Dunkin, nymph; Sally's Cr. 2 miles W of South Bolton, nymphs.
 HUNTINGDON: Covey Hill, May 18; Hemmingford, June 11-30.
 LAURENTIDES: Grand Epaule, Long and Noel Lakes, nymphs.
 MONT TREMBLANT: R. Beattie, nymphs.
 MONTMORENCY: R. Goudreault and R. Brûlé, nymphs.
 ORLÉANS: R. Dauphine and R. du Moulin, nymphs.

This seems to be a fairly abundant species in the Eastern Townships and northward beyond Québec City.

Pteronarcys (Allonarcys) proteus Newman

- BROME: Knowlton, June 12/28, 1 ♀, W. J. Brown; June 14/30, 1 ♀, G. S. Walley.
 ROUVILLE: Mont St. Hilaire, nymphs, R. MacKay.

Pteronarcys (P.) dorsata (Say)

- ABITIBI: July 12-25.
 ANTICOSTI: Cape Rabast and Port Minier, nymphs.
 BERTHIER: Lanoraie, June 9-20.
 GATINEAU: Aylmer, June 8-10; Kazabazua, June 8.
 HULL: Hull, May 25.
 L'ASSOMPTION: Repentigny, June 1.
 LAURENTIDES: Aug. 14.
 LAVIOLETTE: L. Manuan, nymphs.
 MONT TREMBLANT: June 29-30.
 MONTMORENCY: R. Montmorency, nymphs.
 SAGUENAY: Matamek; R. Nabisipi, July 5; R. St. Augustin, July 17; Thunder R., June 28.
 UNGAVA: Great Whale R., late June or early July; Rupert House, June 10-15; L. Aigneau, nymphs; Koksoak R., July 6-Aug. 20; « Ungava Bay ».

The largest Québec stonefly, *P. dorsata* is a transcontinental species that inhabits big rivers for the most part. It occurs throughout the province.

Peltoperla arcuata Needham

BROME: Knowlton, June 21/27, 1 ♀; June 24/29, 1 ♀; both G. S. Walley.

Nymphs of a *Peltoperla* have been taken at Glen Sutton in Brome County and in the Rivière St. Gervais in Bellechasse County.

Peltoperla maria Needham and Smith

HUNTINGDON: Covey Hill, June 17-23/24, 2 ♀, C. H. Curran and G. S. Walley.

Brachyptera fasciata (Burmeister)

PAPINEAU: Buckingham, April 1/67, 2 ♂, P. Harper.

Brachyptera glacialis (Newport)

BROME: Brome, June 1; Knowlton, June 4.

CHARLEVOIX: 6 miles E of Baie St. Paul, April 6; St. Siméon, April 5-6.

CHICOUTIMI: Petite Saguenay, April 5; R. St. Jean, 9 miles W of Petite Saguenay, April 5.

GATINEAU: Gracefield, April 5.

JOLIETTE: 2 miles W of Joliette, April 6.

LAVIOLETTE: 5 miles S of La Tuque, April 4; R. St. Maurice, 5 miles N of St. Roch de Mékinac, April 4; 4 miles NW of St. Tite, April 4.

LÉVIS: R. St. Nicolas, March 25 - April 19.

MONTCALM: Notre Dame de la Merci, April 3.

PORTNEUF: Donnacona, April 6.

TERREBONNE: Mont Rolland, March 29; New Glasgow, April 6; Shawbridge, March 29.

Brachyptera pacifica (Banks)

UNGAVA: Great Whale R., June 17-29/49, 1 ♂ 3 ♀, J. R. Vockeroth; Koksoak R., June 17/66, 19 ♂ 7 ♀, J. R. Coleman.

Brachyptera rossi Frison

BROME: Brome, June 1/36, 1 ♀, G. S. Walley.

B. rossi is known from a single male taken in New Hampshire. This female resembles *rossi* in colour and venation, and is quite distinct from other known *Brachyptera*.

Taeniopteryx nivalis (Fitch)

- ARGENTEUIL: Calumet, April 2.
 CHAMPLAIN: Ste. Genevieve de Batiscan, May 3.
 CHARLEVOIX: St. Siméon and 8 miles N, April 5-6.
 CHICOUTIMI: Petite Saguenay, April 5.
 GATINEAU: 3 miles N of Gracefield, April 2; Wright, March 28.
 JOLIETTE: 2 miles W of Joliette, April 6.
 LAURENTIDES: 54 miles N of Québec, April 5.
 LAVIOLETTE: 3 miles S of Mattawin, April 4; 5 miles S of Rivière aux Rats, April 4;
 5 miles N of St. Roch de Mékinac, April 4.
 LÉVIS: R. St. Nicolas, March 25 - April 19.
 MONTMORENCY: R. Montmorency, April 16.
 ORLÉANS: R. Asselin, April 9; R. Lafleur, April 9; R. Laverdière, April 9; R. Maheux,
 April 9; R. du Moulin, April 19.
 QUÉBEC: Champigny, April 5-12.

Taeniopteryx burksi Ricker and Ross

- ARGENTEUIL: Lost River, April 2.
 GATINEAU: Breckenridge, March 30; Camp Fortune, April 2; Gracefield, April 5;
 Grand Remous, April 2.
 LABELLE: Labelle, April 3; 7 miles W of Lacoste, April 2; 7-12 miles W of Mont Lau-
 rier, April 2.
 LA VÉRENDRYE: Lac Roland, April 5; South Gate, April 5.
 LAVIOLETTE: 5 miles N of St. Roch de Mékinac, April 4.
 LÉVIS: R. St. Nicolas, April 19.
 MASKINONGÉ: 3 miles S of St. Paulin, April 3.
 MONTCALM: 4 miles NW of Rawdon, April 3; Ste. Julienne, March 25.
 PAPINEAU: 2 miles N of Val des Bois, April 1; Buckingham, April 1.
 PORTNEUF: Donnacona, April 6; 3 miles E of Les Grondines, April 6; Portneuf, April 6.
 TERREBONNE: Lantier, April 3; SBUM, March 28 - May 12.
 TÉMISCAMINGUE: Laniel, April 6; Opinican, April 6; White Lake Cr., 10 miles N of
 Témiscamingue, April 6.

Taeniopteryx parvula Banks

- ARGENTEUIL: Lost River, April 2.
 CHARLEVOIX: 6 miles E of Baie St. Paul, April 6; St. Siméon and 8 miles N, April 5-6.
 CHICOUTIMI: Petite Saguenay and 9 miles W, April 5.
 GATINEAU: 1 mile S of Bouchette, April 2; Gracefield, April 5.
 JOLIETTE: 2 miles W of Joliette, April 6.
 LABELLE: 7 miles W of Lacoste, April 2.
 LA VÉRENDRYE: Lac Roland, Mile 58 on Route 58, April 5.

- LAURENTIDES: 54 miles N of Québec, April 5.
 LAVIOLETTE: 5 miles S of Rivière aux Rats, April 4; 4 miles N of St. Tite, April 4.
 LÉVIS: R. St. Nicolas, April 9.
 LOTBINIÈRE: Dosquet, April 4.
 MONTCALM: Notre Dame de la Merci, April 3.
 MONTMORENCY: R. Goudreault, April 16; R. Montmorency, April 23; Ste. Anne R. at St. Joachim, April 6.
 ORLÉANS: R. Dauphine, April 9.
 PAPINEAU: Buckingham, April 1.
 PORTNEUF: Donnacona, April 6; 3 miles E of Les Grondines, April 6.
 QUÉBEC: 18 miles N of Québec city.
 TERREBONNE: New Glasgow, April 6.
 TÉMISCAMINGUE: Opinican, 9 miles N of Témiscamingue, April 6.

Nemoura (Amphinemura) delosa Ricker

- GATINEAU: Cascade, June 12; Chelsea, June 20; Fairy Lake, June 1-July 3; Gatineau Park, July 19; Kazubazua, June 6-10; Lusk Cr., June 21; Masham Mills, June 29-July 2.
 HULL: Hull, June 5-11; Ottawa Golf Club, June 3-27.
 PAPINEAU: Masson, June 18.
 TERREBONNE: St. Hippolyte, June 6.
 VAUDREUIL: Rigaud, July 5.

Nemoura (Amphinemura) linda Ricker

- LABELLE: Nomingue, Sep. 11/67, ♂ 5 ♀, P. Harper.
 UNGAVA: Great Whale R., 1949, 3 ♀, J. R. Vockeroth; Indian House Lake, July 20-Aug. 15/54, 3 ♂ 4 ♀, R. Coyles and W. R. Richards.

Nemoura (Amphinemura) nigritta Provancher

- BROME: Knowlton, June 25-July 1; 4 miles E of Sutton, July 2.
 GATINEAU: Fortune Cr., May 23-31.
 ORLÉANS: R. des Camps, June 17-23; R. du Moulin, July 15; R. Guérard, July 1-6; R. Lemelin, July 3; R. Plante, June 15-July 31; R. St. Patrice, June 4-July 3; R. Ste. Pétronille, June 26.
 QUÉBEC: Cap Rouge, July 10.

Nemoura (Amphinemura) wui Claassen

- BROME: Glen Sutton, July 2-12; creeks E and S of Glen Sutton, July 11-12; Knowlton, July 11-Aug. 8.

CHICOUTIMI: Chicoutimi, June 20-23.

GATINEAU: Fortune Cr., July 7 - Aug. 28; Kazubazua, June 6 - July 20; McDonald's Cr., June 20-27; Old Chelsea, Sep. 5.

ORLÉANS: R. Dauphine, July 6; R. des Camps, June 23-July 17; R. du Moulin, July 6; R. Guérard, July 6; R. St. Patrice, June 18-Aug. 18; R. Ste. Pétronille, June 23-July 10.

MONTMORENCY: R. Barrière, July 28; R. Goudreault, July 14.

MONT TREMBLANT: R. Beattie, June 11; R. du Diable, June 2-July 10; R. des Érables, June 3-Aug. 23; R. des Femmes, June 15-July 22; R. des Ormes, July 24.

ROUVILLE: Mont St. Hilaire, ♀.

SAGUENAY: Thunder River, June 28.

TERREBONNE: SBUM, May 19-June 12.

Nemoura (N.) trispinosa Claassen

BERTHIER: Lanoraie, June 9.

GASPÉ NORD: Mt. Lyall (near Mt. Albert).

GATINEAU: Kazubazua, June 7-10.

HULL: Hull, May 21.

MÉGANTIC: Mégantic, June 18.

MONT TREMBLANT: June 17.

MONTMORENCY: Camp Jacques Cartier, R. de la Tête.

ORLÉANS: R. Ste. Pétronille, May 14; R. Lemelin et R. Maheux, nymphs.

PAPINEAU: East Templeton, Sep. 8.

SAGUENAY: Mutton Bay, July 11; Lake Island, June 29.

TÉMISCAMINGUE: Pt. Antoine, July 19; Témiscamingue, June 22.

TÉMISCOUATA: Sully, June.

UNGAVA: Great Whale R., June 17-July 11; Indian House L., July 11-Aug. 7; Lac Mistassini, Sep. 2; Star Cr., July 12; Koksoak R., June 25-Aug. 8.

Nemoura (Ostrocerca) albidipennis Walker

GATINEAU: Fortune Cr., May 23; Harrington Lake, May 27-30; Masham Mills, May 25-June 5; McDonald Cr., May 23-31; Lindsay's Cr., Wakefield, May 31.

MONT TREMBLANT: June 8-30; R. du Diable, June 16; R. des Ormes, July 19.

ORLÉANS: R. des Camps, May 28.

ROUVILLE: Mont St. Hilaire, May-June.

TÉMISCAMINGUE: Témiscamingue, June 22.

Nemoura (Ostrocerca) complexa Claassen (?)

BROME: Glen Sutton, July 12/64, 2 ♀, W. E. Ricker.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 17/24, 2 ♀, G. S. Walley.

These females have not yet been definitely associated with male *complexa*.

Nemoura (Ostrocerca) prolongata Claassen

BROME: Bolton Pass, Knowlton, June 5/63, 1 ♂, J. R. Vockeroth.

MONT TREMBLANT: May 19/54, 1 ♂, A. Robert.

Nemoura (Ostrocerca) truncata Claassen

BROME: Roundtop Mt. near Sutton, June 5/63, 1 ♂, J. R. Vockeroth.

GATINEAU: McDonald Cr., May 10-June 20/64, many ♂ ♀, W. E. Ricker.

Nemoura (Paranemoura) perfecta Walker

GATINEAU: Fortune Cr., May 23-31; Lusk Cr., May 3; McDonald Cr., April 26.

MONT TREMBLANT: May 19-June 15; R. Beattie, June 11; R. des Érables, June 19-30.

TERREBONNE: SBUM, May 2-June 18.

TÉMISCAMINGUE: Laniel, June 27; Témiscamingue, June 22.

VAUDREUIL: Rigaud, April 16.

Nemoura (Podmosta) macdunnoughi Ricker

MONT TREMBLANT: June 8/51, 1 ♀; May 19/54, 10 ♂ 12 ♀; May 28/59, 1 ♀; Lac des Femmes, June 10/56, ♂; all A. Robert.

SAGUENAY: R. Nabisipi, June 13/62, 1 ♀, G. Shooner.

TÉMISCAMINGUE: Témiscamingue, June 22/39, 3 ♂ 13 ♀, F. P. Ide.

UNGAVA: Koksoak R., June 22-July 13, 1 ♂ 5 ♀, J. R. Coleman.

Nemoura (Prostoia) completa Walker

ARGENTEUIL: Weir, April 30/67, 4 ♂, P. Harper.

BROME: Knowlton, June 6/30, 1 ♀, L. J. Milne.

GATINEAU: McDonald Cr., May 10/64, 1 ♀, W. E. Ricker; Notch Road, Gatineau Park, May 12/62, 1 ♂, C. H. Mann; Wadsworth Cr. May 3/64, 1 ♀, W. E. Ricker; Wright, May 18/32, 1 ♀, G. S. Walley.

TERREBONNE: Ste. Adèle, April 30/67, 1 ♂; SBUM, May 10/67, 3 ♂; both P. Harper.

Nemoura (Prostoia) similis (Hagen)

GATINEAU: Fortune Cr., May 23/64, 2 ♀, W. E. Ricker; McDonald Cr., May 10/64, 1 ♂, W. E. Ricker; Notch Rd., Gatineau Park, May 12/62, 1 ♂, C. H. Mann.

PAPINEAU: Masson, May 4/67, 6 ♂ 5 ♀, P. Harper.

VAUDREUIL: Rigaud, May 27/67, 2 ♂, K. E. Gibbs.

Nemoura (Shipsa) rotunda Claassen

GATINEAU: Kazubazua, May 26/33, 1 ♀, G. S. Walley.

MONT TREMBLANT: June 4-30, 1958-59, 2 ♂, A. Robert.

SAGUENAY: R. Nabisipi, June 12/62, 1 ♀, G. Shooner.

TÉMISCAMINGUE: Laniel, June 5-27, 1932-35, 3 ♂ 10 ♀, H. S. Fleming.

UNGAVA: Fort Chimo, June 19/48, 1 ♀, R. H. MacLeod; Indian House L., July 11-20/54, 2 ♂, W. R. Richards; Koksoak R., June 17-28/66, 1 ♂ 2 ♀, J. R. Coleman; Mistassini Post at S end of L. Mistassini, June 10-July 2/56, 15 ♂ 10 ♀, J. R. Lonsway; Payne Bay, July 21-30/58, 1 ♂ 1 ♀, W. R. Mason; Port Harrison, June 25-July 19/49, 5 ♂ 17 ♀, J. P. Lachaine and J. R. Vockeroth; Rupert R., W side of L. Mistassini, June 19/62, 1 ♀, J. R. Lonsway.

Nemoura (Soyedina) vallicularia Wu

GATINEAU: Fairy Lake, May 3-14; McDonald Cr., April 26-May 31; Old Chelsea, April 27-30; Pink's Lake, May 7; Wadsworth Cr., May 3.

MONT TREMBLANT: May 27-June 21; R. Beattie, June 11; R. du Diable, June 16.

MONTMORENCY: Montmorency R., April 16.

QUÉBEC: Route Laval, April 23.

ROUVILLE: Mont St. Hilaire, March-early April.

Nemoura (Zapada) sp.

MONTMORENCY: Camp and Ruisseau de la Tête, Lac Jacques Cartier, 4 nymphs, R. Malouin.

UNGAVA: Koksoak R., June 17/66, 2 ♀, J. R. Coleman.

This species is allied to or possibly the same as the western *Nemoura haysi* Ricker, but to date only nymphs and females have been available for study. It has also been taken on Mt. Washington, New Hampshire.

Leuctra duplicata Claassen

BROME: Brome, May 31; Glen Sutton, July 11; Knowlton, June 6-20; Magog, May 25.

GASPÉ NORD: Mt. Lyall (near Mt. Albert).

GATIEAU: Fortune Cr., June 28; Harrington L., May 30; Maniwaki, June 28; Masham Mills, June 21; McCloskey's Field, Gatineau Park, May 31; Wakefield, June 5.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 17.

LABELLE: Montigny, June 11.

MONT TREMBLANT: May 29-July 23; L. Mallard, May 31; R. du Diable, June 15-16.

TERREBONNE: SBUM, May 30-June 26.

TÉMISCAMINGUE: Laniel, June 19-27.

Leuctra ferruginea Walker

ANTICOSTI: Cape Rabast, Aug. 10.

BROME: 2 miles N of Dunkin, July 12; 3 miles E of Glen Sutton, July 11; Knowlton, July 3-Aug. 9; 4 miles S of Sutton, July 2-12.

GASPÉ NORD: Fox River, Aug. 25.

GATINEAU: Fortune Cr., May 31-July 19; Masham Mills, June 29-July 12.

MONTMORENCY: R. Barrière, July 28; R. Brûlé, July 28.

MONT TREMBLANT: June 3; R. du Diable, July 26; R. des Érables, July 25-31; Sentier des Femmes, June 13.

ORLÉANS: R. du Moulin, Aug. 28; R. St. Patrice, Aug. 16-18.

SAGUENAY: Bradore Bay, July 12-26; Thunder River, June 10-30.

TERREBONNE: St. Hippolyte, Aug. 22; SBUM, May 30.

TÉMISCAMINGUE: Témiscamingue, June 22.

UNGAVA: Indian House Lake, Aug. 15; Great Whale R., June 17-25 (♀ only).

Leuctra ferruginea is better known as *L. decepta* Claassen. It is one of three abundant summer species of *Leuctra*, the others being *tenella* and *tenuis*.

Leuctra maria Hanson

GATINEAU: Beech Grove, Gatineau Park, June 7/55, 3 ♀, R. Lambert.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 17/24, ♀ C. H. Curran.

MONT TREMBLANT: Lac Brochet, May 28/53, ♀, A. Robert.

Leuctra sibleyi Claassen

GATINEAU: Fortune Cr., May 10-June 28; Masham Mills, May 25-July 17.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 15-July 1.

MONT TREMBLANT: June 12-July 1; R. des Femmes, July 2.

ORLÉANS: R. des Camps, June 6; R. St. Patrice, May 28-July 7; R. Ste. Pétronille, May 28-June 6.

TERREBONNE: Barrow L. near St. Jérôme, nymph (♂); SBUM, May 24-June 28.

Leuctra tenella Provancher

BROME: Glen Sutton, July 12; Knowlton, Aug. 1.

GATINEAU: Kazubazua, June 6; Kingsmere, July 20; Masham Mills, June 21.

LAURENTIDES: Lac Jacques Cartier, July 6; Lille L., Sep. 11.

MONTMORENCY: R. Barrière, July 28; R. Brûlé, July 28.

MONT TREMBLANT: June 4-July 21; R. du Diable, June 6-30; R. des Érables, June 13-Aug. 14; R. à l'Ours, June 26; R. des Ormes, July 19.

ORLÉANS: R. des Camps, June 23-July 17; R. St. Patrice, June 18-Aug. 13; R. Ste. Pétronille, June 5-26.

ROUVILLE: Mont St. Hilaire, July-August.

TERREBONNE: SBUM, May 30-July 6.

UNGAVA: Koksoak R., Sep. 3.

Leuctra tenuis Pictet

ARGENTEUIL: Grenville, July 24.

BROME: 2 miles W of Abercorn, July 11; Missisquoi R., Bolton Centre, July 5; 2 miles N of Dunkin, July 12; Knowlton, July 11-31.

GATINEAU: Kingsmere, Gatineau Park, July 19; Masham Mills, July 8-Aug. 9; Wakefield, July 31. Old Chelsea, Aug. 28.

MONTMORENCY: R. Goudreault, R. Montmorency, July 14.

MONT TREMBLANT: July 6-Aug. 27; R. du Diable, June 18-Aug. 19; R. des Femmes, June 17-Aug. 21.

ORLÉANS: R. du Moulin, July 6; R. Plante, July 10-Aug. 2; R. au Pot-au-Beurre, July 24; R. St. Joseph, July 24; R. St. Patrice, June 29-Aug. 18.

TERREBONNE: SBUM, June 6-Sept. 6.

Leuctra triloba Claassen

BROME: Knowlton, Aug. 7-8/29, 4 ♂ 19 ♀, L. J. Milne.

Leuctra truncata Claassen

MONT TREMBLANT: R. des Érables, Aug. 11-19/59, 28 ♂ 55 ♀, A. Robert.

ORLÉANS: R. St. Patrice, Aug. 11-18, 1957-58, 5 ♂ 7 ♀, R. Malouin.

ROUVILLE: Mont St. Hilaire, Aug. 4, R. MacKay.

SAGUENAY: Trinity Bay, Aug. 17/29, 1 ♂ 2 ♀, W. J. Brown.

TERREBONNE: SBUM, Aug. 8/66, 1 ♂, P. Harper.

Another summer *Leuctra*, but much less common than *tenuis* or *tenella*.

Paraleuctra sara Claassen

GATINEAU: Camp Fortune, May 23/64, 1 ♀, W. E. Ricker; Fortune Cr., May 10-23/64, 7 ♀, W. E. Ricker; Masham Mills, June 21/35, 1 ♀, F. P. Ide; McDonald Cr., April 26-May 31/64, 10 ♂ 6 ♀, W. E. Ricker; Old Chelsea, May 1937, 1 ♂, G. S. Walley; Wadsworth Cr., tributary of L. Harrington, May 3/64, 4 ♂ 5 ♀, W. E. Ricker; Lindsay's Cr., Wakefield, May 31/30, 1 ♂ 2 ♀, J. McDunnough.

MONT TREMBLANT: May 31-June 17/54, 1 ♂ 2 ♀; R. Beattie, June 11/57, 1 ♂ 1 ♀, all A. Robert.

PAPINEAU: St. Remi d'Amherst, April 30/67, 1 ♂, P. Harper.

QUÉBEC: Route Laval, April 23/59, 1 ♂, R. Malouin.

TERREBONNE: SBUM, May 21/66, 1 ♀, P. Harper.

UNGAVA: Koksoak R., June 19-July 13, many ♂ ♀, J. R. Coleman.

Paraleuctra sara belongs in an otherwise western genus, and the name *sara* has been applied to western as well as eastern specimens: for example by Frison (1942) and Ricker (1964). However Hanson's (1962) careful study shows that eastern *sara* are different from all western specimens.

Allocapnia granulata (Claassen)

GATINEAU: Breckenridge, March 30/60, 4 ♂, C. H. Mann; Brickyard Road near Hull, March 30/60, 18 ♂ 5 ♀, C. H. Mann; Gatineau R. near Heyworth, March 18-April 18/56, 4 ♀, S. D. Hicks; Lusk Cr., April 7/64, 1 ♂ 1 ♀, W. E. Ricker; Luskville, March 7/57, 1 ♀, S. D. Hicks.

JOLIETTE: 2 miles W of Joliette, April 6/66, 1 ♀, J.E.H. Martin.

PAPINEAU: Masson, March 31/67, many ♂ ♀, P. Harper.

Allocapnia illinoensis Frison

ARGENTEUIL: Morin Heights, April 16/67, 3 ♂ 1 ♀, P. Harper.

GATINEAU: Fortune Cr., March 10/58, ♂ ♀, Lewis Davies; 6 miles S of Grand Remous, April 2/66, 4 ♂ 4 ♀, J.E.H. Martin; Luskville, March 7/57, ♂ ♀, S. D. Hicks.

LA VÉRENDRYE: Lac Roland, April 5/65, 2 ♂ 1 ♀, Martin and McAlpine.

MÉGANTIC: Leeds Village, March 25/62, 1 ♂, Claude Bolduc.

ORLÉANS: R. Lemelin, April 9/59, 3 ♂ 1 ♀, R. Malouin.

PAPINEAU: 6 miles N of Buckingham, April 1/66, 1 ♂ 1 ♀; 5 miles N of Notre-Dame du Laus, April 1/66, 1 ♂; both J.E.H. Martin.

Allocapnia minima (Newport)

CHAMPLAIN: Batiscan R., St. Geneviève, May 3.

CHARLEVOIX: Baie St. Paul and 6 miles E, April 6; St. Siméon and 8 miles N, April 5-6.

CHICOUTIMI: Éternité, 20 miles SE of Port Alfred, April 5; Petite Saguenay, April 5; St. Jean R. 9 miles W of Petite Saguenay, April 3.

GATINEAU: Camp Fortune, March 1-April 5; Gatineau Park, March 15-April 7; Notch Road, Gatineau Park, March 6; Wright, March 23.

JOLIETTE: 2 miles W of Joliette, April 6.

LABELLE: 12 miles W of Mont Laurier, April 2; 8 miles W of Lac Saguy, April 2; 7 miles W of Lacoste, April 2.

LAURENTIDES: 28 miles S of Laterrière, April 5.

LA VÉRENDRYE: Lac des Fourches, April 5; Lac Roland, April 5; South Gate, April 5.

LAVIOLETTE: St. Maurice R., 5 miles N of St. Roch de Mékinac, April 4; St. Maurice R., 3 miles S of Mattawin, April 4.

LÉVIS: R. St. Nicolas, April 19-26.

MÉGANTIC: Leeds Village, March 25-April 26.

MONTCALM: Notre Dame de la Merci, April 3.

MONTMORENCY: R. Goudreault, April 16; St. Ange R., St. Joachim, April; R. Montmorency, April 16-23; Boischâtel, April 12; R. St. Anne et R. Yves, Collège de Beau-pré, March 29.

ORLÉANS: R. Dauphine, April 9; R. Lafleur, April 9.

PONTIAC: 2, 4 and 10 miles N of Buckingham, April 1.

PORTNEUF: Donnacona, April 6; Portneuf, April 6.

QUÉBEC: Route Laval, April 23.

TERREBONNE: New Glasgow, April 6.

TÉMISCAMINGUE: 9-10 miles N of Témiscamingue, April 6.

UNGAVA: Koksoak R., June 15-17, 3 ♀.

Allocapnia nivicola (Fitch)

MÉGANTIC: Leeds Village, March 25/62, 1 ♂, Claude Bolduc.

ROUVILLE: Mont St. Hilaire, March 29/67, 3 ♂ 4 ♀; March 10/68, 6 ♂; both R. MacKay.

Allocapnia pechumani Ross and Ricker

LAVIOLETTE: 1-5 miles S of St. Roch de Mékinac, April 4/66, many ♂ ♀, J.E.H. Martin.

MONTCALM: 4 miles NW of Rawdon, April 3/64, 21 ♂ 12 ♀, J.E.H. Martin.

ORLÉANS: March 31/59, 1 ♂; R. Dauphine, April 9/59, 1 ♂; R. Lafleur, April 9/59, 11 ♂ 3 ♀; R. Maheux, April 9/59, 1 ♂; R. Ste. Pétronille, April 7/59, 1 ♀; all R. Malouin.

TERREBONNE: SBUM, March 27/67, 6 ♂, P. Harper.

Allocapnia pygmaea (Burmeister)

ARGENTEUIL: Lakefield, April 16; Lost River, April 21; Morin Heights, April 16.

CHARLEVOIX: 6 miles E of Baie St. Paul, April 6; St. Siméon and 8 miles N, April 5-6.

CHICOUTIMI: Éternité, 20 miles SE of Port Alfred, April 5; Petite Saguenay, April 5.

GATINEAU: Camp Fortune, March 1-April 26; Notch Road and Racetrack Creeks, Gatineau Park, March 6-10; Gatineau Park, March 15-April 7; Gatineau R., Heyworth, March 18; 3 miles N of Gracefield, April 2; 1 mile E of Grand Remous, April 2; Lusk Cr., March 7-April 7; McDonald Cr., April 26; Wright, March 23; Old Chelsea, March 31.

HULL: Hull, April 26.

LABELLE: 7-12 miles W of Mont Laurier, April 2; Labelle, April 2.

LAURENTIDES: 28 miles S of Laterrière, April 5.

LA VÉRENDRYE: South Gate, April 5.

LAVIOLETTE: 5 miles S of La Tuque, April 4; 5 miles S of Rivière aux Rats, April 4; St. Maurice R., 3 miles S of Mattawin, April 4; St. Maurice R., 5 miles N of St. Roch de Mékinac, April 4; 1-5 miles S of St. Roch de Mékinac, April 4; 4-7 miles NW of St. Tite, April 4.

LOTBINIÈRE: Dosquet, April 4.

MASKINONGÉ: 3 miles S of St. Paulin, April 3.

MÉGANTIC: Leeds Village, March 25-April 26.

MONTCALM: Notre Dame de la Merci, April 6; 4 miles NW of Rawdon, April 3; St. Théodore de Chertsey, March 25.

- MONTMORENCY: Boischâtel, April 12; R. Goudreault, April 16; R. Montmorency, April 16; Hwy 54, 22 miles N of Québec, April 5; R. Ste. Anne, Collège de Beaupré, March 29; Ste. Anne R., St. Joachim, April 6.
- ORLÉANS: R. des Camps, March 31; R. Dauphine, April 9; R. Lafleur, April 9-30; R. Laverdière, April 9; R. Maheux, April 9; R. du Moulin, March 20-April 10; R. St. Nicolas, April 19-26; R. St. Patrice, March 6-April 10; R. Ste. Pétronille, March 31-April 9.
- PAPINEAU: 5-10 miles N of Notre Dame du Laus, April 1; 1 mile S and 2 miles N of Val des Bois, April 1; Masson, March 31; 2-4 miles N of Buckingham, April 1.
- PORTNEUF: Donnacona, April 6; Les Grondines, April 6; Portneuf, April 6.
- QUÉBEC: Champigny, March 29-April 12; Route Laval, April 23.
- TERREBONNE: Lantier and 5 miles N, April 3; Mont Rolland, March 29; New Glasgow, April 6; SBUM, March 27-28.
- TÉMISCAMINGUE: White Lake Cr., 10 miles N. of Témiscamingue, April 6; 9 miles N of Mattawa, April 6; Laniel, April 6.

Allocapnia recta (Claassen)

GATINEAU: Luskville, March 7/57, 6 ♂ 11 ♀, S.D. Hicks.

Allocapnia vivipara (Claassen)

- GATINEAU: Aylmer, March 10-April 2, 1935-38, 12 ♂ 6 ♀, G. H. Hammond; 0.5 mile NE of Aylmer, March 30/60, many ♂ ♀, C. H. Mann; Brickyard Road near Hull, March 30/60, 1 ♀, C. H. Mann.
- HULL: Hull, May 7/24, 2 ♀, C. H. Curran.
- PAPINEAU: Masson, March 31/67, 9 ♂ 8 ♀, P. Harper.

Capnia manitoba Claassen

- LAURENTIDES: Lac Jupiter, June 23/59, 1 ♀, R. Malouin.
- LOTBINIÈRE: Ste. Agathe, April 23/15, 1 ♂ 2 ♀, J. I. Beaulne.
- ORLÉANS: R. Guérard, April 10-22, 1957-58, 3 ♀, R. Malouin.
- PAPINEAU: 2 miles N of Val des Bois, April 1/66, 2 ♀, J.E.H. Martin; Rockway Valley, April 30/67, 1 ♂ P. Harper.
- TERREBONNE: St. Hippolyte, April 22/67, 4 ♂ 2 ♀, P. Harper.
- UNGAVA: Fort Chimo, June 21/48, 1 ♀, R. H. MacLeod; Great Whale R., June 17-25, 3 ♀, J. R. Vockeroth.

Capnia sugluka Ricker

UNGAVA: Payne Bay, July 8-Aug. 18; Sugluk, August, 1954; both H. J. Huckel (Ricker, 1965).

This tiny species is the only one whose known distribution lies entirely within the province of Québec. Only females have been taken to date.

Capnia vernalis Newport

CHARLEVOIX: Baie St. Paul and 6 miles E, April 6.

CHICOUTIMI: Petite Saguenay, April 5.

MONTMORENCY: Boischâtel, April 12; R. Goudreault, April 16; Ste. Anne R., St. Joachim, April 6; R. Ste. Anne et R. Yves at Collège Beaupré, March 29; R. Montmorency, April 16-23.

PORTNEUF: Donnaconna, April 6.

UNGAVA: Great Whale R., June 17-25; Indian House L., July 8; Payne Bay, July 25-27; Koksoak R., June 15—July 6.

Capnia (Utacapnia) labradora Ricker

CHARLEVOIX: Baie St. Paul, April 6/66, 5 ♂ 4 ♀, J.E.H. Martin (Nebeker, 1967).

UNGAVA: Koksoak R., June 22-July 6/66, 4 ♀, J. R. Coleman.

This species is among the rarest of stoneflies; the only other known site is the type locality at Nain, Labrador.

Paracapnia angulata Hanson

LÉVIS: R. St. Nicolas, April 26.

MONTMORENCY: R. La Friponne, April 30; R. Montmorency, April 16-23.

MONT TREMBLANT: May 27.

ORLÉANS: R. du Moulin, April 10; R. Lafleur, April 9; R. Lemelin, April 17-29; R. Ste. Pétronille, April 16.

PAPINEAU: 4-10 miles N of Buckingham, April 1.

QUÉBEC: Route Ste. Anne, April 30.

TERREBONNE: SBUM, April 21-May 26.

Paracapnia opis (Newman)

ARGENTEUIL: Lakefield, April 6; Laurel, April 2.

CHAMPLAIN: Batiscan R., Ste. Genevieve, April 3.

CHICOUTIMI: R. St. Jean, 9 miles W of Petite Saguenay, April 5; Eternité, 20 miles SE of Port Alfred, April 5.

LABELLE: Labelle, April 3.

LAVIOLETTE: 4 miles NW of St. Tite, April 4.

LÉVIS: R. St. Nicolas, April 19.

MONTMORENCY: R. Goudreault, April 16; R. Montmorency, April 23.

QUÉBEC: Route Laval, April 23.

TERREBONNE: SBUM, April 2-June 2.

UNGAVA: Rupert R., W. side L. Mistassini, June 19.

Isogenus (Cultus) decisus (Walker)

BROME: Brome, June 1/36, ♂, G. S. Walley.

GATINEAU: Aylmer, June 26/22, ♀, C. B. Hutchings.

TERREBONNE: Barrow Lake near St. Jérôme, nymph, D. R. Oliver.

UNGAVA: L. Aigneau, June 20/55, 1 ♀; Great Whale R., July 7-27/49, 11 ♂, 4 ♀, J. R. Vockeroth.

Isogenus (Helopicus) subvarians (Banks)

GATINEAU: Deschênes, June 27/23, ♂, R. Ozburn; R. La Pêche, Wakefield, May 29/30, ♂ ♀, G. S. Walley.

MONT TREMBLANT: R. du Diable, June 2-22, 1958-59, many ♂ ♀, A. Robert.

UNGAVA: Koksoak R., Aug. 8/66, 2 ♀, J. R. Coleman.

Isogenus (Isogenoides) doratus (Frison)

SAGUENAY: R. Nabisipi, June 13-18/62, many ♂ ♀, G. Shooner.

This species is otherwise known only from the Marquette River near Baldwin, Michigan, and from the Des Moines River at Fraser, Iowa. These rivers bear little resemblance to each other or to the Nabisipi, apart from being moderately large, but in all three good series of *doratus* were taken.

Isogenus (Isogenoides) frontalis (Newman)

CHICOUTIMI: Shefferville, nymphs.

JACQUES CARTIER: L. St. Louis near St. Bernard Island (St. Lawrence R.), June 30 (Frison, 1942).

MONTMORENCY: R. Goudreault, nymphs; R. La Friponne, nymphs; R. Montmorency, nymphs.

UNGAVA: Great Whale R., June 25-July 7; Indian House L., July 8-Aug. 13; Port Harrison, July 9-25; Rupert House, June 15-16; Koksoak R., July 5-Aug. 25; « Ungava Bay ».

Isogenus (Isogenoides) hansonii Ricker

ANTICOSTI: Cape Rabast, 4 nymphs, E.L. Bousfield.

MONTMORENCY: R. Montmorency, 2 nymphs, R. Malouin.

Isogenus (Isogenoides) olivaceus (Walker)

UNGAVA: Fort Chimo, July 10-21/48, 3 ♂ 1 ♀, R. H. MacLeod; June 17-July 7/49, 7 ♂ 4 ♀, J. R. Vockeroth; Rupert House, June 16/49, 1 ♂ 2 ♀, D. P. Gray.

As noted earlier, Provancher had a specimen of this species, probably taken near Cap Rouge or Portneuf on the St. Lawrence River.

Isogenus (Malirekus) hastatus Banks

L'ISLET: Lac Trois Saumons, nymph, R. Malouin.

MATANE: Métis-sur-la-Mer, 3 nymphs, F. P. Ide.

RIMOUSKI: Ste. Luce, July 24, 1 ♀, CNC.

Diura nansenii (Kempny)

GASPÉ NORD: Mt. Albert, elevation 3500 feet, July 12/54, 2 ♀, G. P. Holland.

This Eurasian species is otherwise known in North America only from Mt. Washington, New Hampshire (Ricker, 1964).

Isoperla bilineata (Say)

ABITIBI: June 20-26.

BERTHIER: Berthierville, May 30-June 20; Lanoraie, July 11.

BROME: Knowlton, June 4.

CHAMBLY: St. Lambert, June 13.

GATINEAU: Aylmer, June 9-29; Cascades, June 12; Fortune Cr., June 20.

HOCHELAGA: Montréal, June 21-28.

HULL: Hull, June 5-19; Champlain Bridge, July 18.

JACQUES CARTIER: Lachine, June 19.

PONTIAC: Norway Bay, June 20.

SAGUENAY: R. Nabisipi, June 18-Aug. 4.

TERREBONNE: Ste. Agathe, April 23.

UNGAVA: Great Whale R., June 25-July 27; Koksoak R., July 6.

Isoperla cotta Ricker

CHICOUTIMI: Chicoutimi, Aug. 6/57, 1 ♀, R. Malouin.

LAURENTIDES: R. Jacques Cartier, 3 nymphs, R. Malouin.

TERREBONNE: SBUM, June 4-July 7/66, 5 ♀, P. Harper.

Isoperla dicala Frison

GATINEAU: Kazubazua, June 18/35, 1 ♂, F. A. Urquhart.

MONT TREMBLANT: July 29-Aug. 3, many ♂ ♀; R. du Diable, June 9-24/59, 2 ♂ 3 ♀;
both A. Robert.

Isoperla frisoni Illies

- CHICOUTIMI: Chicoutimi, Aug. 6.
 GATINEAU: Kazubazua, June 7-25; Masham Mills, July 2-11; Laniel, July 31.
 L'ISLET: Lac Trois Saumons, June 13.
 MONTMORENCY: R. Montmorency, nymphs.
 MONT TREMBLANT: June 20-Aug. 12; R. du Diable, June 6-July 23.
 ORLÉANS: R. St. Patrice, July 7.
 SAGUENAY: R. Nabisipi, July 4-9.
 TERREBONNE: SBUM, May 31-July 10.
 TÉMISCAMINGE: Laniel, July 31.
 UNGAVA: Great Whale R., July 12-27.

Isoperla holochlora (Klapálek)

- MONTMORENCY: R. Barrière, nymphs; R. Brûlé, July 28/58, 4 ♀ and nymphs; R. Gou-dreault, July 14/58, 1 ♂ 6 ♀ and nymphs; R. Montmorency, nymphs — all R. Malouin.
 MONT TREMBLANT: July 3/59, ♀, A. Robert.
 ORLÉANS: R. Dauphine, July 6/58, ♀; R. Guérard, nymphs; R. Malouin.
 ROUVILLE: Mont St. Hilaire, July-August, R. MacKay.

Isoperla lata Frison

- BROME: Brome, June 1/36, ♂, G. S. Walley.
 GATINEAU: Masham Mills, June 4/35, 2 ♀, F. P. Ide.
 LAURENTIDES: Pikauba R., July 7/38, 1 ♀, Charles Gauthier.
 ROUVILLE: Mont St. Hilaire, nymphs, R. MacKay.
 SAGUENAY: R. Nabisipi, June 13-14/62, 2 ♂ 1 ♀, G. Shooner.
 TERREBONNE: SBUM, May 18-July 7/66, 2 ♂ 1 ♀; May 10/67, 1 ♂ 1 ♀; both P. Harper.

Isoperla longiseta Banks

- GATINEAU: Aylmer, June 24/24, 1 ♀, H. L. Viereck.

This specimen of a predominantly prairie species is 800 miles east of its nearest neighbouring record at the west end of Lake Superior (Ricker, 1964). We cannot overlook the possibility of mislabelling or other accident, until some kind of confirmation is obtained.

Isoperla marlynia (Needham and Claassen)

- GATINEAU: Aylmer, June 1-11; Fairy Lake, June 1; Wakefield, June 25; Wright, May 18.
 HULL: Hull, June 5; Ottawa Golf Club, May 27.
 SAGUENAY: R. Nabisipi, June 14.
 TÉMISCAMINGUE: Laniel, June 3-28.
 UNGAVA: Eastmain R., Aug. 1-14 (Ricker, 1944); Mistassini Post, June 10-July 2; Koksoak R., July 6.

Isoperla montana (Banks)

- BROME: Brome, May 31-June 1; Knowlton, June 6-24.
 GATINEAU: Aylmer, June 11-Aug. 1; Fairy Lake, June 1; Gracefield, June 14; Wakefield, July 26.
 HULL: Hull, June 5; Ottawa Golf Club, May 27.
 HUNTINGDON: Covey Hill, June 17-July 2; Hemingford, July 7.
 LABELLE: Nominingue, June 5.
 LAPRAIRIE: Laprairie, June 9-14.
 MONTMORENCY: R. Montmorency, nymph.
 MONTRÉAL: June 3-21.
 MONT TREMBLANT: June 5.
 ORLÉANS: R. des Camps, June 5-6; R. Guérard, June 6-23; R. Lafleur, June 13; R. Lemelin, June 6; R. du Moulin, July 6; R. Plante, May 28-June 22; R. St. Patrice, June 24-Aug. 2; R. Ste. Pétronille, June 4-26.
 PONTIAC: Norway Bay, June 13.
 TERREBONNE: St. Hippolyte, June 6.
 UNGAVA: Indian House Lake, July 18, ♂.

This species has been confused with *I. bilineata*. Study of the type series shows that the male from Mt. Washington, now in alcohol and labelled « Type », is generally similar to the description given by Needham and Claassen (1925). (Two paratypes, from Franconia, N.H., are *I. lata* Frison.) The numerous Québec specimens show a distinctive pattern of sclerites on the aedeagus: a distal very sharp sclerite shaped like a very broad arrowhead, which is usually visible through the cuticle of the 9th sternite; farther forward there is a median flat plate with darker central stripe, but this is less frequently visible without dissection. The colour pattern of the nymph is practically identical with that of *I. richardsoni* (Frison, 1935, p. 458), but there may be a small difference in the shape of the lacinia.

Isoperla nana (Walsh)

- GATINEAU: McDonald Cr., May 31/64, 1 ♀, W. E. Ricker.

This species has been taken abundantly at Bells Corners, Ontario, just across the Ottawa River from Québec.

Isoperla orata Frison

BROME: Knowlton, July 8/30, ♂ 4 ♀, L. J. Milne.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 17-29, 5 ♂ 9 ♀, C. H. Curran and G. S. Walley.

MONT TREMBLANT: R. des Femmes, June 16-24/57, ♂ 3 ♀, A. Robert.

TERREBONNE: SBUM, May 29-June 19/66, 70 ♀, P. Harper.

Isoperla slossonae (Banks)

Recorded from « Québec » by Needham and Claassen (1925). Although we have seen no recent material, there is every likelihood this species occurs in the province; it has been taken in the Jacquet River on the south side of the Baie des Chaleurs (Ricker, 1948).

Isoperla transmarina (Newman)

ABITIBI: June 9-22.

BROME: Knowlton, June 30.

GATINEAU: Aylmer, June 11; Burbidge, June 1; Gracefield, June 17; Kazubazua, June 9; Masham Mills, June 4-19.

HULL: Ottawa Golf Club, May 27.

HOCHELAGA: Montréal, June 21.

JACQUES CARTIER: Lachine, June 9.

MONT TREMBLANT: May 26-July 21; R. du Diable, May 28-June 6.

SAGUENAY: Bradore Bay, July 5-24.

SOULANGES: Coteau Junction, May 18.

UNGAVA: Clearwater R., L. Aigneau, nymph; Eastmain R., July 18-Aug. 1; Fort Chimo, July 18; Great Whale R., June 17-July 11; Indian House Lake, July 8; Rupert House, July 7; Koksoak R., July 6-18.

Isoperla sp.

ORLÉANS: R. des Camps, May 25/57, ♂; June 5/58, ♂ — both by R. Malouin. Numerous nymphs and exuviae were taken in the Ruisseau des Camps and Ruisseau Ste. Pétronille.

This species, apparently undescribed, is of medium size, with a broad vesicle and sharp strongly recurved subanal lobes; the nymph lacks any strong pattern.

Alloperla (A.) *caudata* Frison

BROME: Knowlton, June 20-July 3, 4 ♂, F. P. Ide and G. S. Walley; South Bolton, July 3/32, 3 ♂, F. P. Ide.

MONTMORENCY: R. Brûlé, July 28/58, 2 ♂ 4 ♀; R. Goudreault, July 14/58, 1 ♂, April 16/59, 1 ♂; all R. Malouin.

Alloperla (A.) chloris Frison

BROME: Knowlton, June 29/30, 4 ♂ 1 ♀, L. J. Milne (*Chloroperla milnei* Ricker 1935a).

Alloperla (A.) concolor Ricker

MONT TREMBLANT: June 3-17/54, 2 ♂; R. du Diable, June 2/58-59, 1 ♂ 1 ♀; R. des Érables, May 29-June 5/59, 5 ♂ 6 ♀; all A. Robert.

UNGAVA: Star Creek, July 12/48, 6 ♂ 3 ♀, D. R. Oliver.

Hitchcock (1968) has recently discriminated between *A. concolor* and *A. neglecta* Frison, with which the former was synonymized by Frison (1942). The *neglecta* records of Brinck (1958) from Newfoundland also pertain to *concolor*. Recently-verified localities for true *neglecta* are all in the southern Appalachian Mountains.

Alloperla (A.) ideii (Ricker)

BROME: South Bolton, July 3/32, 3 ♂ 1 ♀, F.P. Ide.

MONT TREMBLANT: R. du Diable, June 23-July 7, 5 ♂ 3 ♀, A. Robert.

Alloperla (A.) imbecilla (Say)

BROME: Knowlton, June 4-20; South Bolton, July 3.

GATINEAU: Kingsmere, July 19; La Pêche R., Wakefield, June 9; Masham Mills, June 5-Aug. 8.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 15-25.

MONTMORENCY: R. Barrière, July 28; R. Goudreault, July 14; R. Montmorency, July 14.

MONT TREMBLANT: June 14-July 2; du Diable. May 28-Aug. 7; R. des Femmes, June 16-18.

ORLÉANS: R. Dauphine, June 13; R. Lafleur, July 10; R. du Moulin, July 6; R. Plante, June 6; R. St. Patrice, June 4-July 24.

SAGUENAY: Godbout, July 26; R. Nabisipi, July 4.

TERREBONNE: SBUM, June 26.

UNGAVA: Great Whale River, July 7-27.

Alloperla (A.) leonarda Ricker

MONTMORENCY: R. Brûlé, July 28/58, 1 ♀, R. Malouin.

SAGUENAY: R. Nabisipi, July 3-4/62, many ♂ ♀, G. Shooner.

Up to now this species has been known only from northern Michigan and Minnesota.

Alloperla (A.) voinae Ricker

BROME: Knowlton, June 20/27, 1 ♂, G. S. Walley (Ricker, 1948).

Alloperla (Suwallia) marginata (Banks)

BROME: 2 miles N of Dunkin, July 12; Glen Sutton and 3 miles E, July 2-12; Knowlton, July; 3 miles E of Sutton, July 12.

MONTMORENCY: R. Barrière, July 28; R. Brûlé, July 28; R. Montmorency, July 14; R. Rouge, July 28.

MONT TREMBLANT: R. des Erables, July 13-27.

ORLÉANS: R. St. Patrice, June 29-Aug. 12.

SAGUENAY: Bradore Bay, July 23-August.

UNGAVA: Koksoak R., Aug. 8-30.

Although not taken in a large number of localities, this summer species has a wide distribution and tends to be very abundant where it does occur. The lack of Gatineau records is noteworthy.

Alloperla (Sweltsa) lateralis Banks

BROME: Glen Sutton, July 2-12/64, 3 ♀, W. E. Ricker; Knowlton, June 12/28, ♀, J. A. Adams.

GASPÉ NORD: Mt. Lyall, elevation 1500 feet, 1 ♀.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 18/27, 1 ♀, G. S. Walley.

ORLÉANS: R. des Camps, May 25-June 6/57, many ♂ ♀; R. Ste. Pétronille, May 28/57, 4 ♂ 2 ♀; both R. Malouin.

The Ruisseau des Camps produced good numbers of this Appalachian species, mixed with the abundant *A. onkos*.

Alloperla (Sweltsa) naica (Provancher)

BROME: Glen Sutton, July 11, 1 ♀.

CHICOUTIMI: Chicoutimi, June 20-Aug. 6.

GASPÉ EST: Gaspé, June 23.

MONTMORENCY: R. Barrière, July 28.

MONT TREMBLANT: May 21-Aug. 10.

SAGUENAY: Bradore Bay, July 5-21; Thunder River, June 30.

UNGAVA: 3 miles W of Burnt Cr., July 17; Indian House Lake, July 8-Aug. 7; Star Cr., July 12; Koksoak R., June 25-July 28.

Provancher considered this species to be « peu commune » near the St. Lawrence, and it evidently remains so to-day. Good series are available only from Bradore Bay and Star Creek.

Alloperla (Sweltsa) onkos Ricker

BROME: Knowlton, June 6-July 4.

GATINEAU: Fortune Cr., May 10-July 7; Kingsmere, May 23; Lusk Cr., June 21; Lusk Cave Cr., Lac Philippe, May 30; McDonald Cr., May 10-June 27; Masham Mills, June 5-July 8.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 17-July 2.

LABELLE: Nominique, June 5.

MONTMORENCY: R. Goudreault, July 14.

MONT TREMBLANT: May 20-June 30; R. des Aulnes, June 4; R. Beattie, May 25-June 11; R. du Diable, June 2-10; R. des Erables, May 27-June 30.

ORLÉANS: R. des Camps, May 28-July 6; R. Guérard, June 6; R. Lemelin, June 6; R. du Moulin, July 6; R. Plante, May 28-June 1; R. St. Patrice, June 4-July 25; R. Ste. Pétronille, May 28-June 23.

ROUVILLE: Mt. St. Hilaire, el. 500-700 feet, June 4.

SAGUENAY: Thunder River, June 30.

TERREBONNE: SBUM, May 31-June 28.

UNGAVA: Indian House Lake, July 11; Star Cr., July 12.

An abundant and widespread early-summer species, absent only from Témiscamingue and western Ungava.

Hastaperla brevis (Banks)

BROME: Brome, May 31; Glen Sutton, July 2; Knowlton, June 12-July 8.

GATINEAU: Aylmer, June 11; Fairy Lake, May 30-June 1; Kazubazua, June 6-10; Kingsmere, July 19; Lusk Cr., June 21; Masham Mills, June 21-July 17; Wakefield, June 25.

HULL: Ottawa Golf Club, May 27.

HUNTINGDON: Covey Hill, June 17.

JACQUES CARTIER: Lachine, June 19.

LABELLE: Lacoste, June 6.

MONT TREMBLANT: July 23; R. du Diable, June 16-17.

PONTIAC: Norway Bay, June 11-13.

TERREBONNE: SBUM, May 28-June 28.

TÉMISCAMINGUE: Laniel, July 28.

UNGAVA: Eastmain R., Aug 1-14; Fort Chimo, July 15-Aug. 9; Great Whale R., July 7-27; Indian House Lake, July 20-Aug. 10; Lac Mistassini, July 4; Koksoak R., July 28 — Aug. 8.

Hastaperla orpha (Frison)

SAGUENAY: Thunder River, June 30/30, 1 ♂, W. J. Brown.

Acroneuria abnormis (Newman)

- BELLECHASSE: R. St. Gervais, nymph.
 BROME: Missisquoi R., Bolton Centre, exuviae.
 GATINEAU: Wakefield, June 17-25.
 HOCHELAGA: Côte St. Paul (near Verdun), July 22.
 HULL: Hull, July 6-18; Ottawa Golf Club, Aug. 12.
 LAURENTIDES: Lac Grand Epaule, nymphs; Rock Lake, nymphs.
 LÉVIS: R. St. Nicolas, July 5.
 MONT TREMBLANT: June 21-Aug. 3; R. du Diable, June 18-July 15; R. des Femmes, June 24-28.
 ORLÉANS: R. Guérard, nymph.
 PONTIAC: Fort Coulonge, July 9.
 SAGUENAY: Godbout, July 6-29; Matamek (*A. eidmanni* Samal); R. Nabisipi, July 4; R. Saguenay, July 25 (Needham and Claassen 1925).
 TERREBONNE: SBUM, June 9-Aug. 1.
 UNGAVA: Eastmain R., Aug. 1-14; Rupert House, July 31-Aug. 2.

Acroneuria arenosa (Pictet)

- GATINEAU: Chelsea, July 15/16, ♂, Arthur Gibson; July 20/60, ♂, J. W. Arnold; Wakefield, Aug. 6/22, ♂, J. McDunnough.

These three male specimens are presumably from the Gatineau River — this being the most northerly known locality for the species (Ricker, 1964).

Acroneuria carolinensis (Banks)

- BELLECHASSE: R. St. Gervais, nymphs, R. Malouin.
 HUNTINGDON: Covey Hill, June 25-July 2/24, 3 ♀; June 15/27, 1 ♂; all G. S. Walley.

Acroneuria lycorias (Newman)

- ABITIBI: July 25-Aug. 21.
 BELLECHASSE: R. St. Gervais, nymphs.
 BERTHIER: Lanoraie, June 9-20.
 BROME: Knowlton, June 22.
 HUNTINGDON: Hemmingford, June 5.
 HULL: Hull, July 6.
 MONT TREMBLANT: R. du Diable, May 9-June 23.
 PONTIAC: Fort Coulonge, July 3.
 SAGUENAY: R. Nabisipi, July 3-Aug. 4.
 TERREBONNE CO: Barrow Creek near St. Jerome, May 19; SBUM, June 8-17.
 TÉMISCAMINGUE: Laniel, July 20.
 UNGAVA: Rupert House, June 3-July 6.

Claassenia sabulosa (Banks)

UNGAVA: Rupert House, Aug. 1-4/49, 3 ♂, D. P. Gray and E. J. LeRoux.

Perlesta placida (Hagen)

BROME: Knowlton, July 13/29, 1 ♂, L. J. Milne; July 10-Aug. 7/30, 1 ♂ 1 ♀, G. S. Walley;
HULL: Ottawa Golf Club, July 26/23, ♂ 6 ♀, R. Ozburn; July 21/24, ♂ 4 ♀, F. P. Ide; July 20/35, ♀, G. E. Bucher.

HUNTINGDON: Hemmingford, July 27/27, ♀, G. H. Hammond.

Neoperla clymene (Newman)

BROME: Knowlton, July 13/29, 1 ♂, L. J. Milne; July 10-Aug. 7/30, 1 ♂, 1 ♀ G. S. Walley;
Missisquoi R., Glen Sutton, July 12/64, 1 ♂ 3 exuviae, W. E. Ricker.

HUNTINGDON: Hemmingford, July 29/23, 1 ♀, C. E. Petch.

Paragnetina immarginata (Say)

BROME: Knowlton, Aug. 17; Missisquoi R. at Bolton Centre, exuvia; South Bolton, July 3
(*Acroneuria fumosa* of Ricker 1935b).

CHATEAUGUAY: Chateauguay (Needham and Claassen 1925).

GATINEAU: Cascades Point, Aug. 30; Wakefield, Aug. 2.

MONT TREMBLANT: July 20-Aug. 3; R. du Diable, July 3-Aug. 29.

PAPINEAU: Chénéville (near Lake Simon), nymphs.

SAGUENAY: R. Nabisipi, Aug. 9-13.

TERREBONNE: SBUM, nymphs.

UNGAVA: Eastmain R., Aug. 1-14; Rupert House, June 15-Aug. 5.

Paragnetina media (Walker)

BROME: Fulford, July 8; Missisquoi R., Bolton Centre, exuvia.

GATINEAU: Cascades Point, July 4; Wakefield, July 1.

HULL: Champlain Bridge, July 18; Hull, Aug. 20; Ottawa Golf Club, Aug. 12-26.

HUNTINGDON: Covey Hill, July 2.

JACQUES CARTIER: Lac St. Louis, June 30.

MONT TREMBLANT: June 18-July 25; R. du Diable, June 13-July 15.

LAURENTIDES: Big Rock, Grande Epaule and Noel Lakes, nymphs.

ROUVILLE: Mont St. Hilaire, nymphs.

SAGUENAY: R. Saguenay, July 25.

TÉMISCOUATA: Notre Dame du Lac, July 7.

TERREBONNE: SBUM June 15-July 23.

UNGAVA: Eastmain R., Aug. 1-14; Rupert House, July 1-Aug. 8.

Phasganophora capitata (Pictet)

- BERTHIER: Lanoraie, June 9-July 3.
- BROME: Dunkin and 2 miles N, exuviae; 3 miles E of Glen Sutton, exuvia; Knowlton, June 5-July 11; Missisquoi R., Glen Sutton, exuviae; 4 miles S of Sutton, July 2; 2 miles W of South Bolton, exuvia.
- GATINEAU: Cascades Point, July 4-5; Chelsea, July 14.
- HOCHELAGA: Montréal, June 28.
- HULL: Ottawa Golf Club, July 4; Champlain Bridge, July 18.
- HUNTINGDON: Covey Hill, June 23-27; Hemmingford, June 25-29.
- JACQUES CARTIER: Lachine, July 2-Aug. 13.
- LAPRAIRIE: Laprairie, July 3.
- LÉVIS: R. St. Nicolas, nymphs.
- MONTMORENCY: R. Goudreault, nymph; R. Montmorency, nymphs.
- ORLÉANS: R. Lafleur, July 26; R. du Moulin, July 6; R. Plante, July 31; R. St. Patrice, July 15. Numerous nymphs from the above and from Asselin, Dauphine, Gosselin, Ste. Famille, Guépard, Pouliot, Maheux, Laverdière and Lemelin.
- SAGUENAY: R. Nabisipi, July 5.

Acknowledgments

The many collectors who have contributed to this study have been mentioned earlier. Special thanks are to those who plan themselves to publish concerning their material, yet have made it available to us: these include Mrs. Rosemary MacKay of McGill University and Mr. John R. Coleman of Waterloo University. Mr. J.E.H. Martin of the Entomology Research Institute, Ottawa, has performed many valuable services in handling specimens, checking geographical locations and reading the manuscript, as well as being one of the principal collectors. Mr. James Baillie of the Royal Ontario Museum kindly made available his personal copy of Mr. Gosse's book.

References

- BRINCK, Per, 1958. On a collection of stoneflies (Plecoptera) from Newfoundland and Labrador. *Opuscula entomologica*, **23**, 47-58.
- FRISON, T. H., 1935. The stoneflies, or Plecoptera, of Illinois. *Bull. Illinois nat. Hist. Surv.*, **20**: 281-471.
- FRISON, T. H., 1942. Studies of North American Plecoptera, with special reference to the fauna of Illinois. *Bull. Illinois nat. Hist. Surv.*, **22**: 231-355.
- GOSSE, P. H., 1840. The Canadian naturalist. A series of conversations on the natural history of Lower Canada. John Van Voorst, London, 372 pp.
- HANSON, J. F., 1962. Studies on the Plecoptera of North America, X. Genitalic variations in the males of *Paraleuctra*. *Bull. Brooklyn ent. Soc.*, **57**(5): 133-138.

- HARPER, Peter, MS, 1967. Les plécoptères d'un ruisseau de la Station de Biologie de l'Université de Montréal à Saint-Hippolyte (comté de Terrebonne, P.Q.) et quelques aspects de leur biologie. Thèse de maîtrise, Département des Sciences biologiques, Université de Montréal, 132 pp., plus appendices.
- HITCHCOCK, S. W., 1968. *Alloperla* (Chloroperlidae, Plecoptera) of the northeast with a key to species. *J. New York entomol. Soc.*, **76**(1): 39-46.
- ILLIES, Joachim, 1966. Katalog der rezenten Plecoptera. Das Tierreich, No. 82, 632 pp.
- MACKAY, Rosemary, MS, 1967. Seasonal variation in the structure of stream insect communities. M.Sc. thesis, Department of Zoology, McGill University.
- NEBEKER, A. V., 1967. The female of *Capnia labradora* Ricker (Capniidae, Plecoptera). *Entomol. News*, **78**(9): 225-226.
- NEEDHAM, J. G., and P. W. Claassen, 1922. The North American species of the genus *Acroneuria* (Order Plecoptera). *Can. Ent.*, **54**: 249-255.
- NEEDHAM, J. G., and P. W. Claassen, 1925. A monograph of the Plecoptera or stoneflies of America north of Mexico. Thos. Say Foundation of the Entomol. Soc. Amer., Publ. 2, 397 pp.
- NEWMAN, Edward, 1838. Entomological notes. *Entomol. Mag.*, **5**: 168-181, 372-402, 483-500.
- PROVANCHER, Léon, 1871. Liste des Nevroptères pris à Québec. *Naturaliste can.* **3**(9): 267-269.
- PROVANCHER, Léon, 1876a. Une pluie d'insectes. *Naturaliste can.*, **8**: 125-127.
- PROVANCHER, Léon, 1876b. Petite faune entomologique du Canada. Nevroptères. Fam. II. Perlides. *Naturaliste can.*, **8**: 187-191, 209-218.
- PROVANCHER, Léon, 1878. Additions et corrections aux Nevroptères de la Province de Québec. *Naturaliste can.*, **10**: 124-145.
- PROVANCHER, Léon, 1883. Petite faune entomologique du Canada et particulièrement de la province de Québec. Vol. 2, comprenant les Orthoptères, les Névroptères et les Hyménoptères. Typographie de C. Darveau, Québec, 829 pages.
- RICKER, W. E., 1935a. Description of three new Canadian Perlids. *Can. Ent.*, **67**: 197-201.
- RICKER, W. E., 1935b. Description of three new Canadian Perlids (Part 2). *Can. Ent.*, **67**: 256-264.
- RICKER, W. E., 1944. Some plecoptera from the far north. *Can. Ent.*, **76**: 174-185.
- RICKER, W. E., 1948. Stoneflies of the maritime provinces and Newfoundland. *Trans. roy. Canadian Inst.*, **26**(2): 401-414. Plate X.
- RICKER, W. E., 1952. Systematic studies in Plecoptera. Indiana University Publications, Science Series, No. 18, 200 pp.
- RICKER, W. E., MS, 1963. Distribution of Canadian stoneflies. Fish. Res. Bd. Canada, MS Rept. No. 770, 24 pages, 47 maps.
- RICKER, W. E., 1964. Distribution of Canadian stoneflies. *Gewässer und Abwässer*, Heft **34/35**: 50-71.
- RICKER, W. E., 1965. New records and descriptions of Plecoptera (Insecta). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **22**(2): 475-501.

- RICKER, W. E., and H. H. Ross, 1968. North American species of *Taeniopteryx* Plecoptera). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **25**(7): 1423-1439.
- ROBERT, Adrien, 1958. Les Trichoptères de la région du Lac Monroe, Parc du Mont Tremblant, Qué. *Ann. Soc. entomol. Québec*, **4**: 47-61.
- ROSS, H. H., G. L. Rotramel, J.E.H. Martin and J. F. McAlpine, 1967. Postglacial colonization of Canada by its subboreal winter stoneflies of the genus *Allocapnia*. *Can. Ent.*, **99**: 703-712.
- SAMAL, J., 1933. Beiträge zur Kenntnis der Plecopterenfauna Südlabradors. *Zool. Anzeiger*, **102**(3/4): 95-100.
- SAY, Thomas, 1823. Descriptions of insects belonging to the order Neuroptera Lin., Latr. Collected by the expedition authorized by J. C. Calhoun, Secretary of War, under the command of Major S. H. Long. *Western Quarterly Reporter*, **2**: 160-165. April-May-June.
- WILLEY, A., 1936. Reductions and reversions. *Trans. roy. Soc. Canada*, V, **30**: 115-137.

INFECTION DES CELLULES DES GONADES ET DU SYSTÈME NERVEUX
DE *GALLERIA MELLONELLA* PAR LE VIRUS DE
LA DENSONUCLÉOSE¹

S. GARZON² et E. KURSTAK

*Département de Microbiologie et Immunologie,
Faculté de Médecine, Université de Montréal.*

Résumé

À l'aide de techniques d'immuno-histochimie il a été possible de mettre en évidence l'infection de cellules des gonades et du système nerveux de *Galleria mellonella* par le virus de la densonucléose (VDN).

Abstract

Immuno-histochemical technics reveal the infection of gonadal and nervous cells of *Galleria mellonella* infected by the Densonucleosis virus (DNV).

Introduction

Le virus de la densonucléose ((VDN) à ADN bicaténaire, de 200 Å de diamètre, (5, 12) a été découvert récemment chez les larves du lépidoptère *Galleria mellonella* L. (13). Depuis, les études ont porté essentiellement sur la pathogénèse de ce virus, caractérisant les principales lésions cellulaires dues à l'infection (1, 3, 6). D'après ces études il s'avère que le virus se multiplie dans le noyau de différentes cellules. Pendant l'infection, le noyau devient hypertrophié et perd sa structure normale au profit d'une masse dense et compacte qui apparaît progressivement, d'abord sous forme d'une auréole périnucléaire suivie de la formation de plages de nature identique. Ces masses denses s'avèrent être des amas de matériel antigénique viral. En effet, la nature de ce matériel a été révélée par l'immunofluorescence et par le marquage d'antigènes viraux dans les cellules à l'aide d'anticorps spécifiques anti-VDN conjugués avec l'enzyme la peroxydase (7).

1. Travail subventionné par les octrois MA-2385 du Conseil des Recherches Médicales du Canada et A-3746 du Conseil National de Recherches du Canada.

2. Boursier du Conseil des Recherches Médicales du Canada.

Étant donné qu'il ressort des études citées que le virus de la densonucléose parasite le noyau des cellules hypodermiques, adipeuses, de la paroi des glandes séricigènes, des hémocytes (1, 3), des cellules intestinales, péritrichéales et des tubes de Malpighi (6), dans le présent travail nous étudions la possibilité d'infection par ce virus des cellules des gonades et du système nerveux de *G. mellonella*. En effet, aucune étude ne mentionne cette possibilité.

Matériel et méthodes

Afin de réaliser ce travail, des larves de *G. mellonella*, aux stades L₅, L₆ et L₇, élevées aseptiquement à 28°C, ont été infectées *per os* et par voie intrapéritonéale avec 0.01 ml de suspension purifiée de VDN. La présence du virus dans cette suspension a été vérifiée au microscope électronique. Les larves infectées et placées à 32°C ont été fixées à intervalles de 24 heures dans les solutions de Carnoy, de Bouin ou dans le formol à 10%.

Des coupes transversales et longitudinales de 5 μ ont été effectuées, dont une partie à l'endroit du 5ième segment abdominal pour l'étude des gonades. Pour la mise en évidence de différentes structures histologiques et pour le diagnostic de l'infection virale, nous avons utilisé les colorations suivantes: l'hématoxyline de Harris combinée avec l'éosine Y (9), le violet cresyl (1), l'acridine orange à pH 3.8 (2) et la réaction de Feulgen (8). Enfin, nous avons appliqué sur les coupes les anticorps spécifiques anti-VDN conjugués avec l'isothiocyanate de fluorescéine de Sylvana et ensuite examiné les préparations au microscope en fluorescence.

Résultats et discussion

Les techniques énumérées nous permettent de confirmer que le virus se multiplie effectivement dans les différentes cellules citées auparavant. En plus, l'étude révèle que le virus de la densonucléose parasite également les cellules des gonades et du système nerveux des larves de *G. mellonella*. Qu'il s'agisse des gonades mâle ou femelle, l'infection virale est facilement décelable au niveau de l'enveloppe externe, soit la *tunica propria* chez la femelle et le feuillet péritonéal et épithélial chez le mâle. On note également que plusieurs cellules germinales sont parasitées par le virus (fig. 1).

En ce qui concerne le système nerveux central (ganglions céphaliques), on observe une infection généralisée des cellules nerveuses. En plus, les neurones des ganglions de la chaîne nerveuse ventrale sont également infectés par le VDN. On observe généralement que l'infection des cellules du système nerveux de *G. mellonella* a lieu assez tardivement par rapport à l'infection des cellules

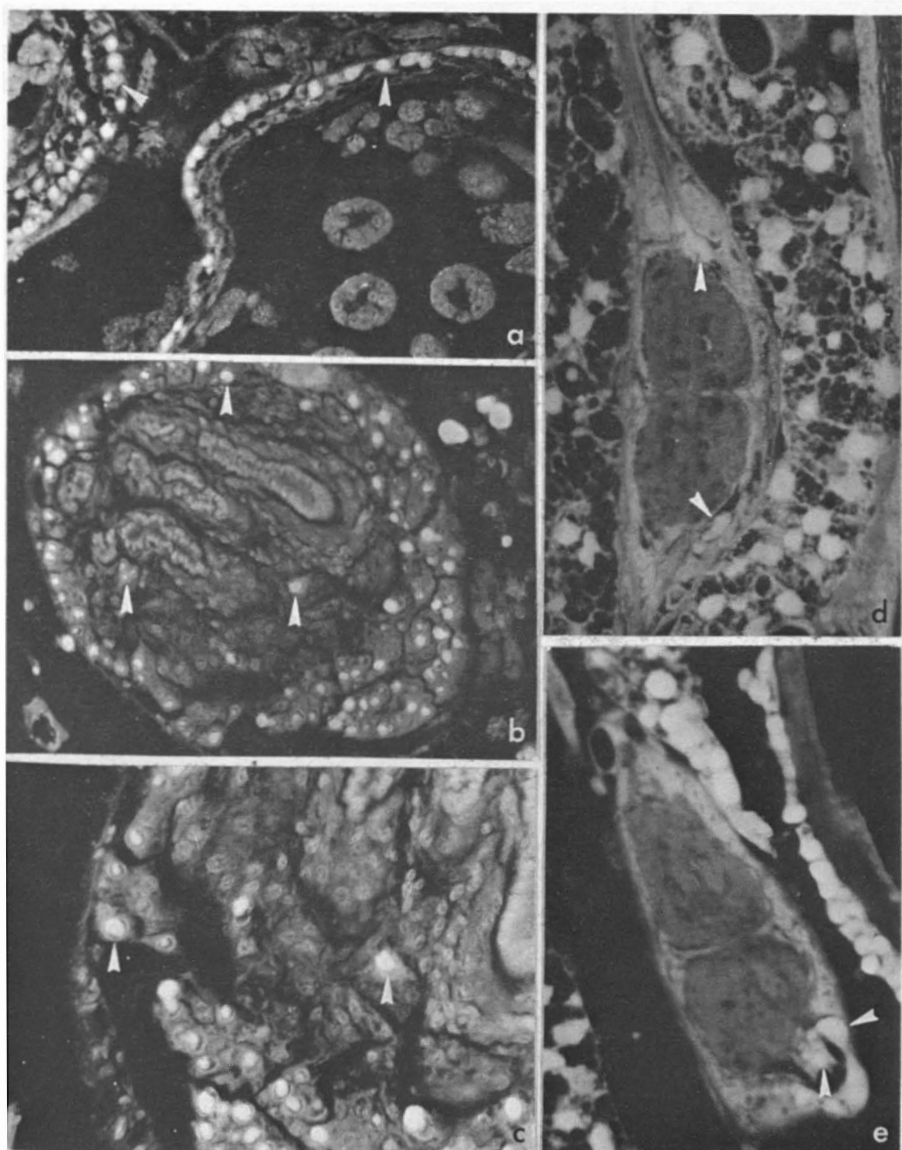


FIGURE 1. Hypertrophie caractéristique du noyau des cellules des gonades et du système nerveux des larves de *G. mellonella* due à l'infection par le virus de la densovirus. Cellules épithéliales des gonades (a, b, c). À noter également l'infection de quelques cellules germinales (b, c); Cellules nerveuses de la chaîne ganglionnaire ventrale (d, e). Notez que ces cellules sont infectées plus tardivement que celles d'autres tissus. Coupes transversales (a, d, e) et longitudinales (b, c) colorées à l'acridine orange, X200 (a, b), X600 (c, d, e).

adipeuses ou des hémocytes décelable, dans les premières 24 heures. Dans nos conditions expérimentales, il nous a été possible de mettre en évidence les premières lésions cellulaires du système nerveux seulement au bout de 4 jours ou de 7 jours qui suivirent l'administration du virus respectivement par voie intrapéritonéale ou *per os*. Ceci expliquerait partiellement le manque de renseignements sur le parasitisme de ces cellules par le VDN. Notons que les cellules des gonades sont aussi parasitées plus tardivement que d'autres cellules citées.

Quant aux lésions cellulaires dues à l'infection virale, elles sont semblables à celles déjà indiquées pour d'autres cellules parasitées. On note, dans le noyau de ces cellules, d'abord l'apparition d'une auréole périnucléaire puis la formation de plages denses, Feulgen et ADNase positives. Après la coloration à l'acridine orange, ces plages sont de fluorescence jaune-vert, ce qui est compatible avec la replication de l'ADN bicaténaire viral (6, 10). Ces plages après jonction occupent le noyau entier qui devient hypertrophié au cours de l'infection. L'application d'immunsérum spécifique anti-VDN conjugué avec l'isothiocyanate de fluorescéine permet effectivement de localiser le matériel antigénique viral dans les cellules qui présentent les lésions citées. Par ailleurs, nos observations préliminaires au microscope électronique indiquent la présence de virions dans les cellules ayant ce type de lésions. Ceci confirme que ces cellules sont effectivement parasitées par le virus de la denonucléose.

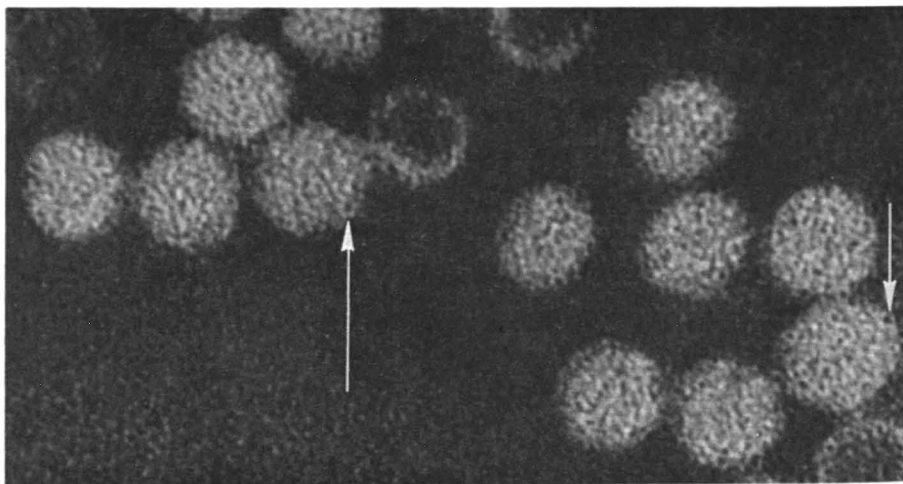


FIGURE 2. Virus de la denonucléose (VDN) après purification. X640,000. À observer la présence de nombreux capsomères hexagonaux et de quelques pentagonaux sous forme de tubes creux.

Ces résultats sont une contribution à l'étude de la nature polytrophe du virus de la denonucléose qui provoque également des effets cytopathogènes chez les cellules L de la souris (4).

Remerciements

Les auteurs remercient vivement madame Lucie Lefebvre pour sa précieuse aide technique.

Références

1. AMARGIER, A., VAGO, C. et MEYNADIER, G., 1965. Étude histopathologique d'un nouveau type de virose mis en évidence chez le Lépidoptère *Galleria mellonella*. *Arch. ges. Virusforsch.*, **15**, 659-677.
2. DART, L. et TURNER, T.R., 1959. Fluorescence microscopy exfoliative cytology. *Lab. Investigation*, **8**, 1513-1522.
3. KURSTAK, E. et VAGO, C., 1967. Transmission du virus de la denonucléose par le parasitisme d'un Hyménoptère. *Rev. can. Biol.*, **26**, 311-316.
4. KURSTAK, E., TRUDEL, M., CHAGNON, A. et HUDON, C., 1967. Inhibition de la cytodièrese des cellules de souris cultivées *in vitro* au contact du virus de la denonucléose. *Rev. can. Biol.*, **26**, 355-357.
5. KURSTAK, E. et CÔTÉ, J.R., 1968. Morphologie du virus de la denonucléose purifié par centrifugation en gradient de densité. *Rev. can. Biol.* **27**, 83-87.
6. KURSTAK, E., GORING, I., GARSON, S. et CÔTÉ, J.R., 1968. Étude de la denonucléose de *Galleria mellonella* (Lepidoptera) par les techniques de fluorescence. *Naturaliste can.*, **95**, 773-783.
7. KURSTAK, E. et STANISLAWSKI-BIRENCWAJG, M., 1968. Localisation du matériel antigénique viral de la denonucléose au cours de l'infection chez *Galleria mellona* L. *Can. J. Microbiol.* (sous presse).
8. LILLIE, R.D., 1965. *Histopathologic technics and practical histo-chemistry*. McGraw-Hill, New York.
9. MALLORY, F.B., 1944. *Pathological technique*. W.B. Saunders Co., Philadelphia.
10. MAYOR, H.D., 1962. Biophysical studies on viruses using the fluorochrome acridine orange. *Prog. Med. Virol.*, **4**, 70-86.
11. POWERS, M. et CLARK, G., 1955. An evaluation of cresyl echt violet as a Nissl stain. *Stain Technology*, **30**, 83-92.
12. TRUFFAUT, N., BERGER, G. et NIVELEAU, A., MAY, P., BERGOIN, M. et VAGO, C., 1967. Recherches sur l'acide nucléique du virus de la denonucléose du Lépidoptère *Galleria mellonella*. *Arch. ges. Virusforsch.*, **21**, 468-474.
13. VAGO, C., MEYNADIER, G. et DUTHOIT, J.L., 1964. Étude d'un nouveau type de maladie à virus chez les Lépidoptères. *Ann. Épiph.* **15**, 475-479.

CROISSANCE DU JEUNE FOU DE BASSAN (*SULA BASSANA*)
PENDANT SA PÉRIODE PRÉ-ENVOL
(Île Bonaventure, Québec) ¹

JEAN M. POULIN ²

Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval.

Résumé

Pendant deux saisons de reproduction, 1966 et 1967, nous avons étudié la croissance des jeunes du Fou de Bassan (*Sula bassana*). Certaines parties du corps sont apparues comme pouvant être d'excellents indicateurs de l'âge. Nous avons étudié les changements apparus dans le poids, les longueurs du culmen, de la dixième primaire, de deux parties de l'aile, de l'orteil médian et du tarse.

Abstract

Chick growth of the North Atlantic Gannet (*Sula bassana*) has been studied during two breeding seasons in 1966 and 1967. The growth appeared to be very fast and the length of some parts on the body might be used as an age indicator. The weight changes, the growth of the culmen, the tenth primary, two parts of the wing, the middle toe and the tarsus have been studied.

Introduction

Oiseaux fortement nidicoles (Moisan et Poulin, 1968), les jeunes Fous de Bassan demeurent sur le site de leur naissance jusqu'à l'âge d'environ 91 jours. Pendant cette période, la croissance des diverses parties de leur corps est très rapide mais différentielle. Parmi celles que nous avons mesurées, plusieurs ont montré des variations très faibles, et d'autres, assez grandes.

1. Contribution n° 62 du Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval.

2. Adresse actuelle: Centre de Traitement de l'information, Université Laval, Québec.

Nous avons ainsi obtenu des courbes qui sont plus ou moins précises selon la dispersion des observations. En plus d'expliquer la croissance de ces oiseaux, les premières, plus précises, pourraient servir à déterminer l'âge des jeunes.

Matériel

LE FOU DE BASSAN

Le Fou de Bassan, *Morus bassanus* L. (A.O. U., 1957) est aussi appelé couramment *Sula bassana* en Europe (Witherby, 1940; Nelson, 1963, 1964a, 1965b, 1964c, 1965, 1966a, 1966b, 1966c). Il fait partie de la famille des Sulidae, de la super-famille des Suloidea, du sous-ordre des Pelecani et enfin de l'ordre des Pelecaniformes (A.O.U., 1957).

Godfrey (1967) le décrit comme suit : « Fou de Bassan (Gannet) — *Morus bassanus* (Linnaeus). Le bec est légèrement plus long que la tête, effilé et très pointu (la mandibule supérieure est légèrement incurvée, mais elle n'est pas crochue). Les adultes sont principalement blancs, la tête et le cou sont légèrement teintés de jaune. Le bout des ailes et la peau autour des yeux sont noirs, l'iris est gris pâle. Les juvéniles, la première année, ont la tête, le cou et les parties supérieures d'un gris brunâtre foncé ou ardoisé, avec des points triangulaires blancs particulièrement nombreux sur la tête et le cou. Les plumes du ventre sont blanches et bordées de gris. On trouve des phases de coloration variable entre les juvéniles précédemment décrits et les adultes; une de ces phases comporte un plumage pie qui est très étonnant. Mensurations: le mâle adulte: aile (aplatie) 487.0 – 511.5 (501.1 mm); queue: 189.5 – 225.5 (214.5 mm); culmen exposé: 93.5 – 107.0 (99.1 mm); tarse: 59.0 – 65.0 (62.5 mm). La femelle adulte: aile (aplatie) 485.0 – 503.0 (495.9 mm). »

L'ÎLE BONAVENTURE

L'Île Bonaventure a été choisie comme site de nos recherches parce que sa population de Fous de Bassan est non seulement la plus accessible en Amérique du Nord, mais aussi la plus importante. Les autres colonies, celles de Gull Cliff Bay (Île d'Anticosti), du Rocher-aux-Oiseaux (Bird Rock, Îles-de-la-Madeleine) et de Funk Island (Terre-Neuve) (Murphy, 1967), sont très éloignées des grands centres, très difficiles d'accès et moins importantes.

Cette île, située à l'extrémité est de la Péninsule gaspésienne (figure 1) n'est éloignée que de 3.6 kilomètres (2.2 milles) de la côte. Sa superficie totale est comprise entre les parallèles 48°29' et 48°31'N. et entre les méridiens 64°08' et 64°11'W.. La voie naturelle d'accès est le village touristique de Percé, dans le comté de Gaspé-Sud, desservi par la route provinciale numéro 6 et le chemin de fer du Canadien National.

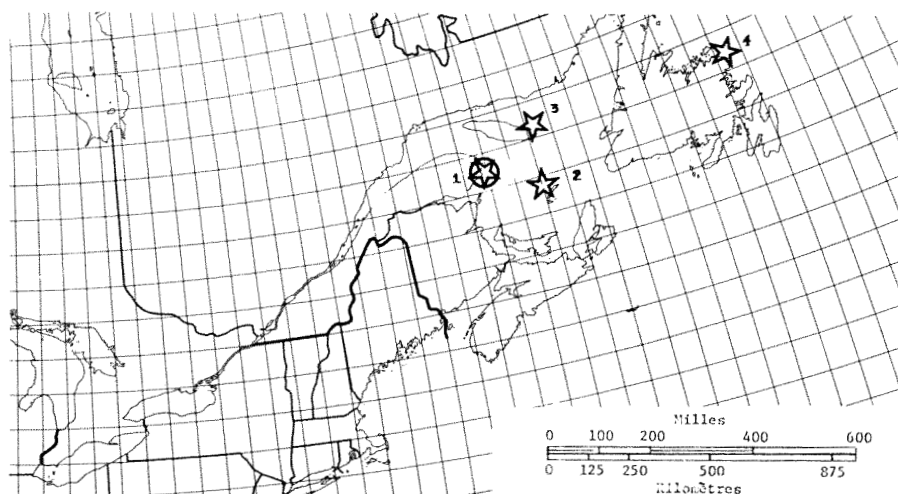


FIG. 1: *Sula bassana*. Terrains de reproduction, Amérique du Nord: 1: Île Bonaventure. 2: Rocher-aux-Oiseaux (Bird Rock). 3: Gull Cliff Bay. 4: Funk Island. (Carte: Department of Mines and Technical Surveys; 1: 12,500,000).

Méthodes

Nous avons passé deux saisons estivales sur le terrain: la première débuta le 29 avril 1966 pour se terminer le 30 septembre 1966; la deuxième s'étendit du 26 avril au 30 septembre 1967.

Pendant ces deux périodes et tout au long de notre recherche, nous avons employé les techniques standards pertinentes, décrites dans « Wildlife Investigational Techniques » (Wildlife Society, 1963): cartographie, photographie, marquage, inventaire, mesurage, étude de croissance.

Plus de 350 opérations de mesurage et pesée ont été faites sur de jeunes Fous de Bassan d'âge connu. Les différentes variables étaient: le poids, les longueurs de deux parties différentes de l'aile, de la dixième primaire, de l'orteil médian, du tarse et du culmen (mandibule supérieure). Ces données ont été recueillies sur des groupes d'environ 18 spécimens à vingt âges différents: de 1 à 77 jours, en progression arithmétique de 4 jours (1, 5, 9, ... 73, 77).

Les mêmes observations ont été faites sur environ 38 adultes mâles et 25 adultes femelles. Dans le cas des adultes, les longueurs totales des oiseaux et des ailes étaient enregistrées.

Afin de ne pas provoquer de départs prématurés qui auraient faussé certaines valeurs de la période pré-envol, nous n'avons pas effectué d'opérations

TABLEAU I

Nombre de mensurations effectuées sur de jeunes Fous de Bassan d'âge connu
(Poids, Culmen, Dixième Primaire)

Âge en jours:	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	77
	Poids																			
Nombre en 1966:	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	6	7	7	8	8	5	8	8	8	0
Nombre en 1967:	18	11	10	10	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Nombre total:	26	19	18	18	18	17	17	17	18	18	16	17	17	18	18	15	18	18	18	10
	Culmen																			
Nombre en 1966:	0	2	8	8	7	7	7	7	8	8	6	7	7	8	8	5	8	8	8	0
Nombre en 1967:	18	11	10	10	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Nombre total:	18	13	18	18	18	17	17	17	18	18	16	17	17	18	18	15	18	18	18	10
	Dixième Primaire																			
Nombre en 1966:									0	8	6	7	7	8	8	5	8	8	8	0
Nombre en 1967:	ABSENTE								10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Nombre total:									10	18	16	17	17	18	18	15	18	18	18	10

de mesurage lorsque les jeunes avaient plus de 77 jours. A compter de cet âge, la manipulation aurait pu provoquer un départ hâtif prématuré.

Dans le but de rendre ce travail sur la croissance des jeunes plus explicatif nous avons construit sept graphiques grâce auxquels nous pouvons facilement étudier les changements apparus dans les diverses variables, en fonction du temps. Ces graphiques seront présentés dans cinq sous-sections où nous ferons aussi des comparaisons avec les mêmes variables mesurées sur des groupes d'adultes mâles et femelles.

Résultats et discussion

POIDS

La courbe de la figure 2 représente la variation du poids des jeunes Fous de Bassan en fonction de leur âge. Elle a été construite à partir de mesures re-

cueillies en 1966 et en 1967. Dans le tableau I nous pouvons retrouver le nombre d'oiseaux pesés à chaque âge en 1966, en 1967 et le total des deux années, soit le nombre des valeurs qui ont servi à établir les moyennes. Sur le graphique chaque moyenne est exprimée avec une déviation standard en plus et en moins ($x \pm \sigma$).

Nous pouvons facilement voir sur le diagramme que le poids moyen du jeune au premier jour est de 81 grammes et que sa déviation standard est très faible (8 grammes). À 77 jours, le poids a atteint un plateau et le jeune pèse en moyenne 4112 grammes, soit 50 fois son poids original. Pour ce point la déviation standard est de 182 grammes. De 13 à 53 jours le taux de croissance est maximum = 81.0 grammes/jour) et cette partie de la courbe sigmoïde est pratiquement droite. Par la suite, après 53 jours de croissance, la courbe subit une inflexion et tend à devenir asymptotique à une droite parallèle à l'abscisse et les différences entre deux moyennes consécutives ne sont plus significatives ($P > 0.05$). Elles étaient très significatives de 1 à 53 jours ($P < 0.01$). Il ressort de ceci que de 1 à 53 jours, le poids des jeunes Fous de Bassan augmente très rapidement et, qu'à chaque intervalle de 4 jours, il change de façon très significative. Après 53 jours, lorsqu'il a atteint 3819 grammes de moyenne, il ne change que très lentement, puisqu'à 77 jours, soit 24 jours plus tard, le jeune ne pèsera que 293 grammes de plus.

Bien que sur la figure 2 nous ayons fusionné les valeurs de 1966 et 1967, nous avons néanmoins cherché à savoir s'il existait des différences entre les deux années dans le poids des jeunes à chaque âge. Une différence très significative de 10 grammes est apparue entre le poids de l'oiseau d'un jour en 1967 (84 grammes) et celui du même âge en 1966 (74 grammes) ($P < 0.01$). Par la suite et jusqu'à 41 jours, les moyennes sont semblables d'une année à l'autre ($P > 0.05$). À partir de 41 jours, la courbe de 1966 s'éloigne légèrement de celle de 1967. Les poids des oiseaux aux différents âges étaient quelque peu plus grands en 1966. La différence entre les moyennes va de 44 grammes à 53 jours, à 420 grammes à 61 jours. Cependant elle n'est significative ($P < 0.05$) qu'aux âges de 41, 45, 61 et 69 jours. À 73 jours, le dernier âge où des comparaisons peuvent être faites (pas de mesures disponibles pour 77 jours en 1966) la différence des moyennes de poids entre les deux années n'est que de 165 grammes et n'est pas significative (1966: 4171 grammes, 1967: 4006 grammes; $P > 0.05$).

Nous pouvons conclure à la suite de ces faits que la croissance en poids des jeunes Fous de Bassan est relativement rapide, et qu'elle était généralement identique en 1966 et 1967.

Si nous comparons le poids des jeunes de 77 jours (4112 grammes) à celui des adultes (moyenne de poids de 62 spécimens: 3218 grammes), nous re-

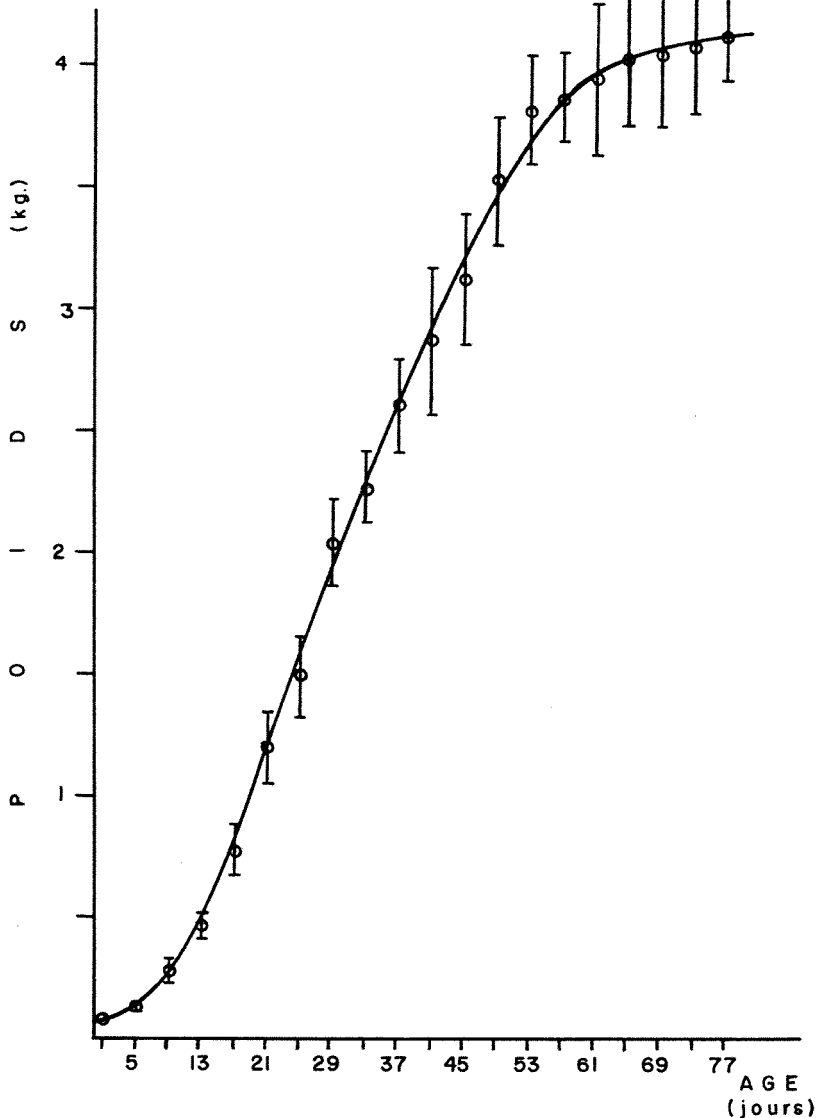


FIG.: 2: *Sula bassana*. Île Bonaventure, 1966-1967. Variation du poids en fonction de l'âge.

marquons que les jeunes à cet âge pèsent environ 894 grammes de plus, soit 127.8% du poids de l'adulte. À l'âge de 1 jour, le poids du jeune était égal à 2.5% de celui de l'adulte.

Adultes mâles: moyenne: 3153 grammes N: 38 D.S.: 230 grammes
 Adultes femelles: moyenne: 3284 grammes N: 24 D.S.: 302 grammes
 Différence: 131 grammes; $P > 0.05$, non significative.

Nelson (1964a) a établi une courbe de croissance analogue et obtenu essentiellement les mêmes résultats. Alors qu'il obtient à la limite de croissance du jeune un poids égal à 1.25 fois celui de l'adulte, nous obtenons 1.28.

Le phénomène de la croissance des jeunes est donc, comme celui de l'incubation et de la période de pré-envol, identique pour l'île Bonaventure et Bass Rock (Écosse), ce qui tend à confirmer une des hypothèses que nous avons avancées, celle d'égalité de disponibilité de la nourriture (Poulin, 1968).

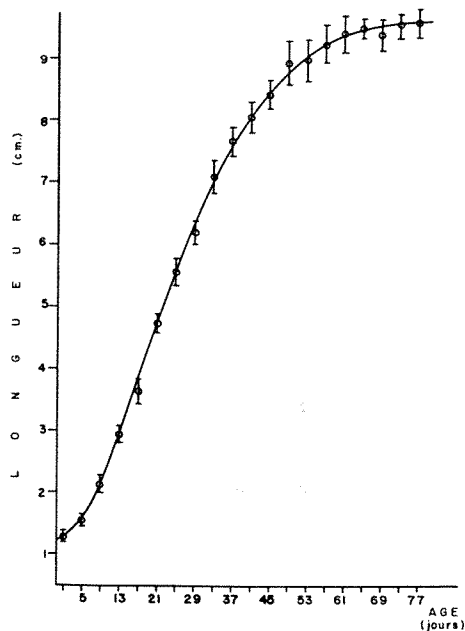


FIG. 3: *Sula bassana*. Île Bonaventure, 1966-1967. Variation de la longueur du culmen en fonction de l'âge.

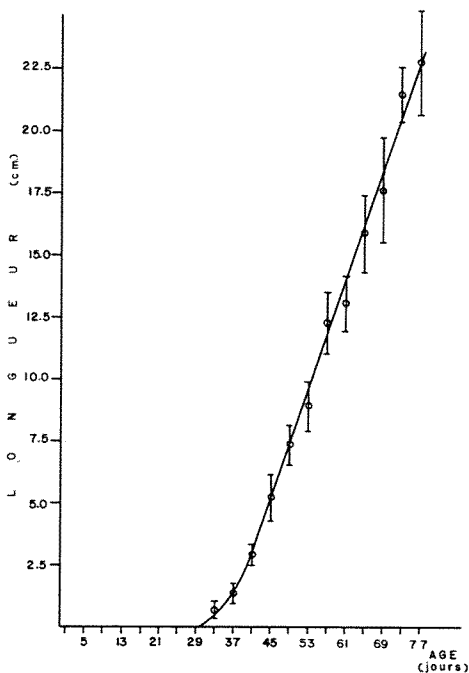


FIG. 4: *Sula Bassana*. Île Bonaventure, 1966-1967. Variation de la longueur de la dixième primaire en fonction de l'âge.

CULMEN

Sur la courbe de la figure 3 nous pouvons observer la variation de la longueur du culmen (partie découverte de la mandibule supérieure) en fonction de l'âge des jeunes oiseaux.

Nous avons exposé sur ce graphique les moyennes des mesures faites à chaque âge pour les deux années combinées. Au tableau I, nous pouvons retrouver le nombre de mesures prises à chaque année et le total des deux années, soit le nombre de celles qui ont servi à construire le graphique.

Au premier jour la longueur moyenne du culmen est de 13 millimètres; à 77 jours, cette valeur aura été multipliée par un facteur plus grand que 7, et sera d'environ 96 millimètres. La courbe est sigmoïde et le taux de croissance

maximum qui se retrouve entre 9 et 33 jours est de 2.1 millimètres par jour. À partir de 33 jours, une inflexion apparaît et la courbe tend à devenir asymptotique à 96 millimètres.

Comme dans le cas des autres courbes, les moyennes sont exprimées avec une déviation standard en plus et en moins. Dans le cas du culmen les déviations standards des diverses moyennes sont très faibles, variant de 0.8 millimètre à 3.5 millimètres et, en termes de coefficient de variation, de 1.7% à 6.5%. La moyenne des coefficients de variation, qui était de 9.2% pour le poids, est réduite à 3.7% pour cette partie du bec. Il découle de ceci, que pour les divers âges, la longueur de cette partie du corps est de beaucoup plus constante que le poids, ce qui en fait un meilleur indicateur d'âge.

Statistiquement, de 1 à 49 jours, chaque moyenne est très différente de sa plus proche voisine qui ne lui est éloignée que de 4 jours ($P < 0.01$). Par la suite, les différences qui apparaissent de 4 jours en 4 jours ne sont pas significatives ($P > 0.05$). Donc, si le culmen est un très bon indicateur de l'âge des jeunes, il ne devrait être utilisé que pour des âges variant de 1 à 49 jours, ou des longueurs allant de 13 ± 0.8 millimètres à 89 ± 3.5 millimètres. Par la suite un très bon indicateur sera, comme nous le verrons, la longueur de la dixième primaire.

Comme nous l'avons dit, la courbe étudiée est construite à partir des observations des deux années. Les courbes de croissance de 1966 et 1967 sont toutefois identiques sauf que, pour les mêmes âges, de 29 à 57 jours inclusivement, les longueurs sont légèrement plus grandes en 1967 qu'en 1966. La différence maximum observée entre deux moyennes est de 4.4 millimètres pour un même âge. Cependant nous n'avons trouvé que 4 âges où elle était significative ($P < 0.05$), soit 33 jours (3.9 mm), 45 jours (3.0 mm), 49 jours (3.7 mm), 53 jours (4.4 mm).

Nelson (1964c) a effectué 12 opérations de mesurage de culmen et dans tous les cas, les longueurs qu'il rapporte sont inférieures aux nôtres de quelques millimètres. Aucune comparaison ne peut cependant être faite sur ce point car ses mesures n'ont été prises que sur des oiseaux âgés de 56 à 74 jours.

À l'île Bonaventure, chez des adultes mâles, la moyenne de longueur du culmen est de 101.7 millimètres (D.S.: 6.1 mm, N: 37) comme chez les adultes femelles (D.S.: 2.8 mm, N: 24). Le culmen du jeune de 77 jours aura à croître de 6 millimètres pour parvenir à la longueur de celui de l'adulte.

Il paraît donc que la croissance du bec chez le jeune Fou de Bassan est assez caractéristique par sa rapidité et son uniformité.

DIXIÈME PRIMAIRE

La courbe de croissance de la dixième primaire apparaît sur la figure 4. Elle a été construite comme les autres courbes à partir de moyennes établies d'après les observations de 1966 et 1967 réunies. Le nombre de valeurs obtenues en 1966, et le total apparaissent dans le tableau I.

À l'âge de 25 jours, aucune plume n'a encore fait son apparition sur le Fou de Bassan; il est encore recouvert de duvet seulement. À 29 jours, les secondaires et les primaires, de même que les plumes de la queue font leur apparition et la dixième primaire est apparente uniquement par ses premières barbes qui mesurent environ 2 millimètres. Par la suite elle croîtra très rapidement. À partir de 41 jours, la courbe de variation de sa longueur en fonction du temps est droite et son taux de croissance, alors très élevé, est de 5.5 millimètres par jour.

Même si la moyenne des coefficients de variation est grande, 15.7% (minimum: 5.3%, à 73 jours; maximum: 47.2%, à 33 jours), la longueur de la dixième primaire semble pouvoir être un bon indicateur de l'âge, puisque les différences entre les moyennes de longueur sont toutes très significatives par intervalles de 4 jours ($P < 0.01$), sauf pour celle située entre 57 et 61 jours (18 mm) qui est non significative ($P > 0.05$).

Si les diverses moyennes obtenues en 1966 et 1967 sont comparées, elles apparaissent semblables jusqu'à 57 jours. Par la suite, pour un même âge, les longueurs sont significativement plus grandes en 1966, sauf pour l'âge de 73 jours où il n'y a pas de différence significative (9 mm, $P > 0.05$). Il semble donc que, même si la croissance peut être plus rapide pendant une certaine période de l'année, à la fin de la période de pré-envol, les diverses variables atteignent une même valeur d'année en année. Entre autre, la longueur de la dixième primaire est approximativement de 228 millimètres.

Chez les adultes, d'après 8 observations, la longueur moyenne de la dixième primaire est de 296 millimètres (mâles: 291.0 ± 32.0 mm; femelles: 300.0 ± 8.0 mm; la différence entre les deux moyennes ($P > 0.05$) n'est pas significative). Il apparaît donc que cette plume devra croître encore de 68 millimètres entre l'âge d'envol et l'âge adulte.

AILE

La courbe de la figure 5 représente, en fonction du temps, la variation de l'aile à partir du coude jusqu'à l'extrémité des plumes; et celle de la figure 6 la variation de sa longueur à partir du poignet jusqu'au même point. Ces longueurs sont ainsi une représentation de la croissance des diverses parties de l'aile, y com-

pris la dixième primaire. Par différence on pourra, si l'on veut, obtenir le taux de croissance de chacune des parties du membre antérieur (radius, ulna, carpo-metacarpus et phalanges). Les moyennes du premier graphique sont celles de mesures obtenues sur environ 17 spécimens en 1966 et 1967. Les données qui ont servi à l'établissement des moyennes du deuxième graphique sont de 1967 et comportent environ 10 individus pour chaque âge.

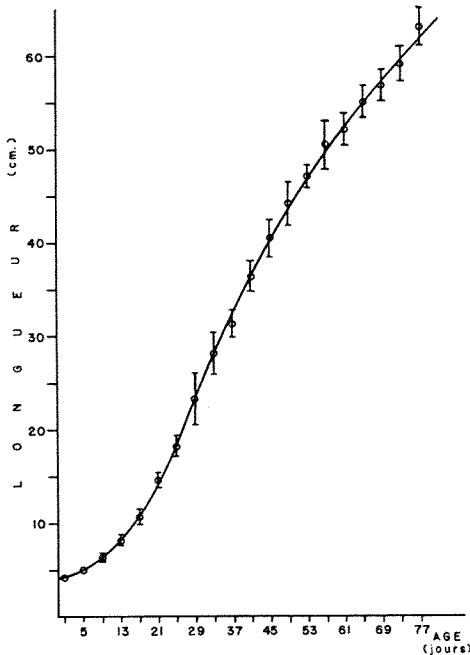


FIG. 5: *Sula bassana*. Île Bonaventure, 1966-1967. Variation de la longueur de l'aile (coude-extrémité) en fonction de l'âge.

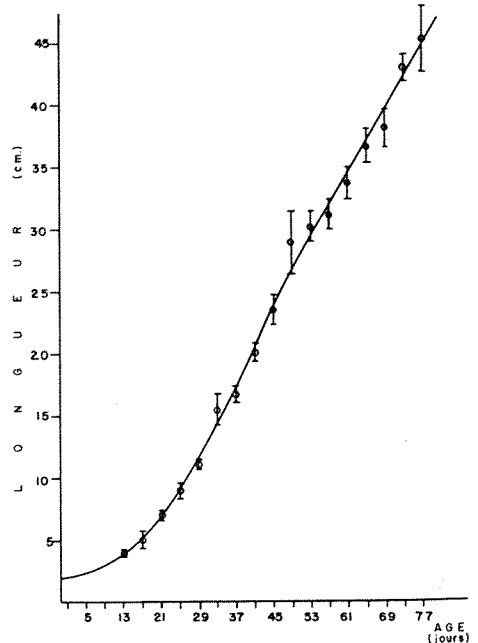


FIG. 6: *Sula bassana*. Île Bonaventure, 1967. Variation de la longueur de l'aile (poignet-extrémité) en fonction de l'âge.

Si de chaque moyenne on soustrait la longueur de la dixième primaire, une courbe asymptotique apparaît aussitôt, ayant son point d'inflexion entre 33 et 49 jours, manifestant ainsi une croissance rapide mais limitée de chacune des parties de l'aile. Si on ajoute la plume, la courbe indique une croissance continue. C'est que la plume n'arrête pas de croître (à l'intérieur des limites du graphique).

La courbe de la variation de longueur coude-extrémité pourrait être un très bon indicateur de l'âge puisque, de 1 à 77 jours, chacune des moyennes du graphique est statistiquement différente, que ce soit de sa précédente ou de sa suivante ($P < 0.05$). De plus, sauf pour quelques points (1 jour: 2 mm; 13

jours: 7 mm; 33 jours: 33 mm), les moyennes ne sont pas différentes pour un même âge d'une année à l'autre.

De la même façon, les diverses moyennes de longueur de la courbe poignet-extrémité sont différentes par intervalle de 4 jours, sauf pour quelques points. De 49 à 53 jours, la différence est de 13 millimètres, de 53 à 57 jours, elle est de 9 millimètres et dans les deux cas, elle n'est pas significative ($P > 0.05$). Donc cette section de la courbe ne peut être utilisée dans le but d'établir l'âge des jeunes.

Comme la sommation des longueurs d'une partie du membre et de la plume est évidemment plus grande que la longueur de la plume, les coefficients de variation, i.e. les déviations standards en pourcentage de moyennes, seront beaucoup plus petits pour l'aile. Ainsi, certains pourront préférer utiliser la longueur de l'aile coude-extrémité comme indicateur, parce que la moyenne de ses coefficients de variation est de 5.2%; ou encore celle poignet-extrémité dont la moyenne analogue est de 5.6%, ce qui est très faible, comparativement aux 15.7% de la dixième primaire.

PATTE

a) *Orteil*: Dans la figure 7, nous avons représenté la variation de longueur de l'orteil médian en fonction du temps. Les moyennes et les déviations standards ont été établies à partir de mesures faites sur des groupes d'environ 17 individus de même âge en 1966 et en 1967.

Il est à remarquer qu'au cours des premiers jours suivant la naissance, la croissance est très rapide. La longueur passe de 18 millimètres (1 jour) à 97 millimètres (33 jours) en l'espace de 32 jours, ce qui représente un peu plus que le tiers de la période de pré-envol. Pendant cette période, toutes les moyennes sont très significativement différentes ($P < 0.01$) de leurs plus proches voisines. Entre 33 et 77 jours, les différences ne sont pas significatives et la courbe a atteint un plateau. Les valeurs obtenues en 1967 sont, de façon générale, semblables à celles de 1966. Ces particularités font de la première partie de la courbe, celle située entre 1 jour (18 ± 2 mm) et 33 jours (97 ± 4 mm), un très bon indicateur de l'âge.

b) *Tarse*: En 1967 nous avons fait des observations sur la longueur du tarse: 17 moyennes calculées sur des groupes d'environ 9 individus. Comme nous pouvons le voir sur la figure 8, la variation de la longueur de cette partie de la patte chez le Fou de Bassan est assez irrégulière et les déviations standards, dans certains cas, sont proportionnellement très grandes (17 jours: 10 mm; 21: 5 mm). Quant aux différences de moyennes de longueur à quatre jours d'intervalle, elles ne sont significatives qu'en 5 endroits: de 17 à 21 jours; de 21 à 25 jours et de 25 à 29; de 53 à 57 et de 57 à 61 jours.

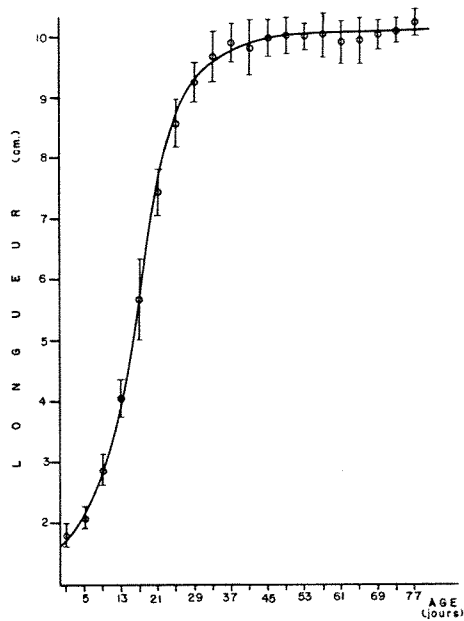


FIG.: 7: *Sula bassana*. Île Bonaventure, 1966-1967. Variation de la longueur de l'orteil médian en fonction de l'âge.

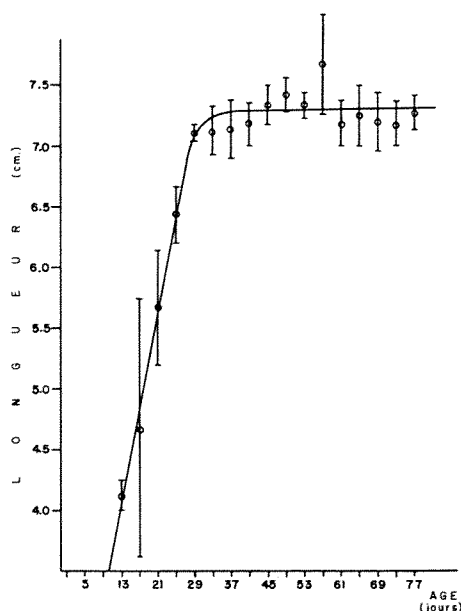


FIG.: 8: *Sula bassana*. Île Bonaventure, 1967. Variation de la longueur du tarse en fonction de l'âge.

Il apparaît donc que cette dernière partie du corps en vertu de l'irrégularité de sa croissance, ne puisse être très utile comme indicateur de l'âge ou comme indice de croissance des jeunes Fous de Bassan.

Remerciements

Nous tenons à remercier le docteur Gaston Moisan qui a été, avec l'assistance d'Austin Reed, un conseiller indispensable pendant les deux années de nos recherches. Sans l'aide du service canadien de la faune, sous forme de contrat, et celle de Conseil National de Recherche et de la Société Zoologique de Québec, sous la forme de bourses d'étude, l'accomplissement de ces travaux, et de ceux traitant de l'écologie de la reproduction aurait été impossible.

Références

- AMERICAN ORNITHOLOGISTS' UNION, 1957. Check-list of North American birds. Baltimore: Port City Press, 691 p.
- GODFREY, W. EARL, 1967. Les oiseaux du Canada. *Bull. Mus. nat. Canada*, No 203, 506 p.

- MOISAN, G. et J. M. POULIN, 1968. The Gannets (*Sula bassana*) of Bonaventure Island. *Trans. Northeast Sect. Wildl. Soc.*, 135-142.
- MURPHY, R. C., 1967. Distribution of North Atlantic pelagic birds. Ser. *Atl. mar. Environ.*, folio 14.
- NELSON, J. B., 1963. Agression in the Gannet (*Sula bassana*). *Biological J.*, (1): 1-8.
- NELSON, J. B., 1964a. Factors influencing clutch size and chick growth in the North Atlantic Gannet *Sula bassana*. *Ibis*, **106**: 63-77.
- NELSON, J. B., 1964b. Some aspects of breeding biology and behaviour of the North Atlantic Gannet on the Bass Rock. *Scott. Birds*, **3**: 99-137.
- NELSON, J. B., 1964c. Fledging in the Gannet. *Scott. Nat.*, **71** (2): 47-59.
- NELSON, J. B., 1965. The behaviour of the Gannet. *Br. Birds*, **58**: 233-288; 313-336.
- NELSON, J. B., 1966a. The breeding biology of the Gannet *Sula bassana* on the Bass Rock, Scotland. *Ibis* **108**: 584-626.
- NELSON, J. B., 1966b. Population dynamics of the Gannet (*Sula bassana*) at the Bass Rock, with comparative information from other Sulidae. *J. Anim. Ecol.*, **35**: 443-470.
- NELSON, J. B., 1966c. Clutch size in the Sulidae. *Nature*, **210**: 435-436.
- POULIN, J. M., 1968. Reproduction du Fou de Bassan (*Sula bassana*) de l'Île Bonaventure (perspective écologique). Thèse de maîtrise, Département de Biologie, Université Laval, Québec.
- WILDLIFE SOCIETY, 1963. Wildlife investigational techniques. Ann Arbor: Edwards Bros., 419 p..
- WITHERBY, H. F. *et al.*, 1940. The Handbook of British birds. London: Witherby, 461 p..

CLUTCH SIZE AND INCUBATION PERIOD OF THE AMERICAN EIDER
(*SOMATERIA MOLLISSIMA DRESSERI*) ON BRANDYPOT ISLAND

DARYL GUIGNION¹

Département de biologie, Université Laval

and

Service de la Faune du Québec

Abstract

From mid-April until the end of July, 1966, a nesting study of the common eider was conducted on Brandypot Island in the central region of the St. Lawrence Estuary. The study area was composed of three islets, the smallest of which had approximately 16 eider nests per 1000 square feet.

A mean clutch size of 3.8 was found for all clutches, including those destroyed. The clutch size for known completed clutches was 4.3.

An incubation period of 26 days was found for the American eider. In less disturbed islands the incubation period was one day less.

Résumé

De la mi-avril à la fin de juillet 1966, nous avons fait une étude sur la nidification de l'Eider commun sur l'île Brandypot dans l'estuaire du Saint-Laurent. Le territoire étudié comprend trois îlots, le plus petit abritant approximativement 16 nids par 1000 pieds carrés.

La moyenne des couvées contient, 3.8 oeufs, si toutes les couvées — y compris celles qui furent détruites — sont comptées. En ne considérant que les couvées complétées, la couvée moyenne est de 4.3 oeufs.

La période d'incubation est de 26 jours sur l'île la plus fréquemment visitée et de 25 jours sur les îles moins visitées.

Introduction

In the St. Lawrence Estuary, the common eider (*Somateria mollissima*) is found nesting in dense concentrations on many islands. Frequently the

1. Part of a thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science at Laval University.

eiders nest with other sea birds and often in larid colonies. The protection offered by these gull colonies as well as the absence of mammalian predators on many islands, and the presence of rich estuary waters and excellent brood rearing areas along the south shore of the Estuary all contribute to the thriving eider population.

Study Area

Brandypot Island lies in the central part of the St. Lawrence Estuary about five miles off-shore from Rivière-du-Loup, Québec. This island was chosen as the study area because of its isolated location, presence of suitable living quarters in a majestic old lighthouse and because of the quantity of eiders nesting on the islets.

The 63 acre uninhabited island is composed of three islets, one of which has only an acre of vegetation surrounded by a narrow band of rocky shoreline. This islet, referred to as the Little Pot, is only connected to the Main Islets for a short period at very low tides. Most of Brandypot Island is covered with white spruce (*Picea glauca*) and balsam fir (*Abies balsamea*) under which the majority of the eiders nest (Fig. 1).



Fig. 1. — Brandypot Island is composed of three wooded islets. South shore mainland in background (photo by A. Reed).

Methods

The nesting study was conducted from mid-April until the end of July, 1966. This included a complete nesting season.

The Little Pot was visited at intervals of two to four days and the other regions of the Island about once a week. Visits to the study area were limited to late morning and afternoon because of the habit of most birds to lay in the morning. This created less disturbance and made it easier to determine the day of nest initiation. The study areas were not visited during inclement weather. Approach by boat to the Little Pot was slow in order to give the eiders time to cover their eggs. Nests were found by systematically searching the Island. All pertinent data were noted then and on subsequent visits.

Results and discussion

NESTING BIRDS

An estimated 1250 pairs of common eider nests were active on Brandypot Island on June 2, 1966. Five hundred and fifty of these were located on the Little Pot and during the nesting season about 700 eiders attempted to nest on this Islet, that is, approximately 16 per 1000 square feet. This is a nesting density about twice as high as that found in Maine by Choate (1966) who considered his islands to support more eider nests than found in other studies. (Fig. 2).



Fig. 2 - The Little Pot has one acre of vegetation in which the eiders nested (photo by A. Reed).

Seven other species of birds found nesting on Brandypot Island included four pairs of black-crowned night herons (*Nycticorax nycticorax*), two pairs of black ducks (*Anas rubripes*), 700 pairs of herring gulls (*Larus argentatus*) and great black-backed gulls (*Larus marinus*), 800 pairs of black guillemots (*Cephus grylle*), 45 pairs of razorbills (*Alca torda*), six pairs of common crows (*Corvus brachyrhynchos*) and one pair of common ravens (*Corvus corax*).

CLUTCH SIZE

The clutch size for the eider duck has been found to vary considerably in different studies. One of the smallest mean clutch sizes was 3.13 found by Belopol'skii (1957 [1961] at Seven Islands in the Barents Sea (U.S.S.R.), while one of the largest mean clutch sizes of 5.44 was reported by Bergmann (*in* Hildén, 1964) in Finland.

Many sources of error must be considered when calculating clutch size. Occasionally, eggs are rolled from the nest when a female is flushed. Sometimes nests are partially destroyed and this is particularly difficult to detect in the case of new nests. In some studies, the clutch size has been determined from inventories but this leads to error since many clutches may not be completed, others may be partially destroyed, while a few may be renests. It is highly likely that most inventories give a minimum clutch size varying considerably with the inventory date.

Most studies indicate that there is an annual variation in size of a clutch for a given species. For instance, Hildén (1964) found the smallest and largest mean clutch size of the eider duck over a period of nine years to be 4.5 (40 nests) and 5.0 (27 nests) respectively. Gross (1938) marked three female eiders and observing their clutches in three consecutive years found « . . . that a larger number of eggs may be laid as the birds become older . . . ». Therefore a lower mean clutch size would be expected in years with an elevated percentage of young female nesters. Belopol'skii (1957 [1961]), who also found large annual fluctuations, believed this was due to protection given to the birds against fowling and predation which resulted in a larger clutch size.

Paynter (1951) has shown that there is an increase in clutch size in the American eider from south to north. He used data obtained by Lewis (1939) on the north shore of the Gulf of St. Lawrence, Gross (1938) in Penobscot Bay, Maine, and himself to show that there was a significant difference between the clutch size found in the three regions with an increase towards the north. However this trend seems to be reversed as one progresses north from the Gulf of St. Lawrence (Table I). Why this should be is obscure to me but in the far north the American eider is replaced by the northern eider (*Somateria mollissima borealis*) which possibly lays smaller clutches.

The mean clutch size found on Brandypot Island was 4.33 ± 0.07 (315 nests) for only complete clutches (Table II). This value is likely minimum for a few eggs were undoubtedly destroyed without my knowledge. Considering all clutches found, including those destroyed during the period of laying, the mean clutch size was 3.83 for 538 nests (Table I). The data on clutch size includes renests for I found no satisfactory method to always distinguish a reneest from a first nesting attempt.

The nesting season was divided into half and the clutch size was determined for each part (Table II). Several nests had to be omitted for it was difficult to determine into which group they should fall. The mean clutch size for the first half of the nesting season was found to be 4.60 (183 nests) and that of the second 3.99 (86 nests). The difference between the mean clutch size initiated before May 24 and those started after this date was found to be significant ($P < .01$). This difference was likely due to a greater number of renests during the latter part of the season.

Many studies of the common eider have indicated that occasionally two or more females lay in the same nest. Robertson (1929) not only noted nests in which two females laid but observed two hens at the same nest; one on the nest and the other beside it. Hildén (1964) classed an eight egg clutch, included in his data, as being the product of two females. In the present study most eight egg clutches were laid by more than one female.

All nests containing over eight eggs were multiple clutches as well as an occasional one with fewer eggs. The largest clutch observed had 14 eggs and like all other nests containing over eight eggs it was destroyed. Clutches laid by more than one eider were particularly common in the area where the birds nested in close proximity.

INCUBATION

There has been little conclusive evidence of the actual length of the incubation period in the eider duck. Some of the figures given for incubation period range from 23 to 27 days (Belopol'skii, 1957 [1961]), 26 days (Choate, 1966) 28 days (Pettingill, 1959), 28 to 30 days (Gudmundsson, 1932) and 30 days (Munro, 1961).

The incubation period in the present study was taken as the time from the laying of the last egg to the hatching of the last young (Kendeigh, 1963). In order to obtain a reasonable number of incubation periods nests had to be visited frequently, especially during the laying period.

On the Little Pot the mean incubation period for 57 nests was found to be 26.0 days with a range from 23 to 30 days (Table III). However this likely a maximum value for many hours were spent on the study area during which the eggs became cool.

The five known incubation periods on the Main Islets averaged 25 days (Table III). These nest sites were visited about one-half as often for shorter periods of time which resulted in less cooling of the eggs and a slightly shorter incubation period.

TABLE I

Clutch sizes of *Somateria mollissima* spp. from other areas compared to Brandypot Island¹

Location	Approx. Latitude	Reference	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mean clutch	Number of nests	Total eggs
Iceland	65°N	Gudmundsson (1932)	6	14	7	15	—	—	—	—	—	—	2.74	42	115
Cape Dorset	64°N	Cooch (1965) ²	48	211	520	669	118	24	8	—	—	—	3.44	1598	5496
Payne Bay, Québec	60°N	Edwards (1957)	4	13	31	19	6	—	—	—	—	—	3.13	73	229
North Shore, St. Lawrence	50°N	Lewis (1939)	27	79	215	405	337	55	6	6	—	1	4.04	1131	4565
Lower Razades, Québec	48°N	Lemieux (1954)	1	21	38	48	35	15	8	6	1	1	4.24	174	737
Brandypot Island, Québec	48°N	1. Guignon ³ (present study)	—	13	58	122	79	24	15	4	—	—	4.33	315	1364
		2. Guignon ⁴	67	61	92	147	98	33	22	7	6	3	3.83	538	2060
Kent Island, N.B.	45°N	Paynter (1951)	3	24	37	45	17	6	1	1	—	—	3.56	134	474
Penobscot Bay, Maine	44°N	Gross (1938)	5	23	34	37	9	2	—	—	—	—	3.25	110	358

1. Adapted from Cooch (1965 : 32).

2. Total nests both years.

3. Includes only full clutches and likely no double nests.

4. All clutches (including one 11 and one 14 egg clutch).

TABLE II
Clutch size — Brandypot Island, 1966.

Number of eggs in complete clutch	Total clutches	Clutches initiated before May 24th	Clutches initiated after May 23rd.
2	13 (26)	5 (10)	4 (8)
3	58 (174)	23 (69)	21 (63)
4	122 (488)	63 (252)	42 (168)
5	79 (395)	61 (305)	13 (65)
6	24 (144)	15 (90)	4 (24)
7	15 (105)	12 (84)	1 (7)
8	4 (32)	4 (32)	1 (8)
	<hr/> 315 (1364)	<hr/> 183 (832)	<hr/> 86 (343)
	M=4.33±0.07	M=4.60±0.09	M=3.99±0.11
	S.D.=1.20	S.D.=1.22	S.D.=1.03

TABLE III
Incubation periods — Brandypot Island, 1966

	Length of incubation (days)	Number of nests	
A. Little Pot	23	1	
	24	8	
	25	11	
	26	19	
	27	9	
	28	7	
	29	1	
	30	1	
		<hr/> Mean : 26.0±0.2	<hr/> N=57
		S.D. : 1.4	
B. Main Islets	24	1	
	25	3	
	26	1	
		<hr/> Mean : 25.0±0.3	<hr/> N=5
	S.D. : 0.6		

References

- BELOPOL'SKII, L.O. 1957. Ekologiya morskikh kolonial'nykh ptits Barentsova Morya (Ecology of sea colony birds of the Barents Sea). Moskva-Leningrad: Akademii Nauk SSSR (English Translation by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1961).
- CHOATE, J.S., 1966. The breeding biology of the American eider (*Somateria mollissima dresseri*) in Penobscot Bay, Maine. M.S. Thesis, University of Maine, Orono, Maine.
- COOCH, F.G., 1965. The breeding biology and management of the northern eider (*Somateria mollissima borealis*) in the Cape Dorset Area, N.W.T. Wildlife Management Bulletin, series 2, No. 10, 68 pp.
- EDWARDS, W.A., 1957. Report on eider duck project, Payne Bay, P.Q. Typed report, Dept. Northern Affairs and National Resources, Arctic Div., 12 pp.
- GROSS, A.O., 1938. Eider ducks of Kent's Island. *Auk*, **55**: 387-400.
- GUDMUNDSSON, F., 1932. Observations made on Icelandic eider ducks. *Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie der Vogel*, no. 3/4 (a translation of a reprint of the original publication), 20 pp.
- HILDÉN, O., 1964. Ecology of duck populations in the island group of Valassaaret, Gulf of Bothnia. *Annales Zoologici*, **1**, pp. 153-279.
- KENDEIGH, S.C., 1963. New ways of measuring the incubation period of birds. *Auk*, **80** (4): 453-461.
- LEMIEUX, L., 1954. Eider survey, Apple Island, P.Q. Unpublished memorandum in files of Can. Wildl. Serv., Québec.
- LEWIS, H.F., 1939. Size and sets of eggs of the American eider. *J. Wildl. Mgt.*, **3** (1): 70-73
- MADSEN, F.J., 1954. Diving ducks in Denmark. *Danish Rev. Game Biol.*, **2** (3): 161-179.
- MUNRO, D.A., 1961. The eider farms of Iceland. *Can. geog. J.*, **63** (2): 59-63.
- PAYNTER, R.A., JR., 1951. Clutch size and egg mortality of Kent Island eiders. *Ecol.*, **32** (3): 497-507.
- PETTINGILL, O.S., 1959. Puffins and eiders in Iceland. *Maine Field-Naturalist*, **15** (3): 58-71.
- ROBERTSON, D.J., 1929. Notes on breeding habits of the eiders in the Orkneys. *Brit. Birds*, **23**: 26-30.

DÉTERMINATION DU NOMBRE DE TAS DE CROTTINS REJETÉS
ET DU NOMBRE DE REPOSÉES ÉTABLIES, PAR JOUR, PAR
L'ORIGINAL (*ALCES ALCES*), EN HIVER

PIERRE DESMEULES
*Service de la Faune du Québec*¹

Résumé

Le nombre de tas de crottins rejetés ainsi que le nombre de reposées établies en hiver, par l'Original, ont été déterminés à des fins d'inventaire sur 784 heures d'observation. Il ressort que l'Original, en moyenne, rejette 10.7 tas de crottins et établit 5.0 reposées, par 24 heures. Il semble exister des différences dans le taux de défécation et de reposées, entre les diverses catégories d'originaux observés : les femelles suitées de jeunes avaient des taux supérieurs à ceux des femelles non-suitées; les jeunes avaient des taux intermédiaires; aucun mâle adulte n'a pu être observé de façon propice à nos déterminations.

Abstract

This study was carried out in order to determine the number of pellet-groups voided and the number of beds established by moose, in winter. 784 hours of observation were spent on this project. Our data indicate that, on the average, moose voided 10.7 pellet-groups and established 5.0 beds, per day. There is a suggestion that a difference exists in the rates of defecation and bedding between cows followed by calves versus "lone" cows; rates in calves were intermediate; no adequate observations were made on bull moose.

Pour dénombrer les Ongulés habitant un secteur donné, on doit souvent recourir à des méthodes indirectes d'estimation, le dénombrement direct des bêtes étant souvent prohibitif.

¹ Adresse actuelle : P.O. Box 6000, Ngorongoro Crater, Tanzania, East Africa.

Les tas de crottins sont parmi les signes les plus évidents de la présence d'Ongulés et il a été démontré que leur dénombrement peut permettre un assez bon estimé du nombre d'individus habitant un secteur donné (Bennett *et al.*, 1940; Eberhart and Van Etten, 1956). Cette méthode dite « *Pellet Group Count* » a surtout été utilisée pour estimer le nombre de Cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) et de Cerfs-mulet (*Odocoileus hemionus*).

Une autre méthode d'estimation de la densité d'Ongulés consiste à dénombrer les reposées fraîchement établies dans la neige. Cette méthode, quoique peu utilisée, a été appliquée avec succès à l'inventaire du Cerf de Virginie par Bartlett et Stephenson (*in* McCain and Taylor, 1956).

Il va sans dire qu'un des prérequis à l'emploi de l'une ou de l'autre de ces méthodes réside dans la détermination aussi exacte que possible du nombre moyen de reposées établies, ou du nombre moyen de tas de crottins rejetés, par jour et par animal, ainsi que des limites de confiance qui peuvent être attachées à ces valeurs.

McCain (1948) a déterminé que le Cerf (*Odocoileus sp.*) rejetait en moyenne 12.7 tas de crottins par jour. Eberhart et Van Etten (*op. cit.*) ont obtenu exactement la même moyenne. Ces derniers auteurs ont établi en plus, que le nombre de tas de crottins rejetés variait en fonction de la diète et de la classe d'âge de l'animal. Ils ont obtenu une valeur moyenne de 13.3 tas par jour, par adulte, et de 12.1 par faon, pour l'ensemble des diètes. Les données sur le taux quotidien de défécation de l'Original (*Alces alces*) sont rares et semblent peu documentées; Peterson (1955) se basant sur les données de Crandall indique que l'original rejeterait quatre tas de crottins par 24 heures. Edwards (1956, *in* Vozeh and Cummings, 1960) aurait établi à 14.9, le nombre de tas de crottins rejetés par l'Original.

Des études détaillées de l'élimination chez les bovins (Hafez and Schein, 1962) ont fait ressortir que la fréquence des défécations variait en fonction de la quantité et de la qualité de la nourriture, de la température et de l'humidité relative de l'air, de la lactation, et enfin, des individus eux-mêmes. Le nombre de défécations quotidiennes variait de 12 à 18. Les vaches en lactation avaient des défécations plus fréquentes que les vaches tarées.

L'auteur n'est au courant d'aucune donnée publiée quant au nombre de reposées établies quotidiennement par l'Original, dans la neige, en hiver.

Le but du présent travail est de déterminer, à des fins d'inventaire, le nombre moyen des tas de crottins rejetés, de même que le nombre moyen de reposées établies, par jour, par l'Original, en hiver.

Méthode

Nous avons effectué ce travail dans divers secteurs du Parc des Laurentides au cours des mois de janvier et février des années 1966 et 1967. Une observation effectuée en avril 1962 (DesMeules, 1962) a été ajoutée aux observations recueillies au cours du présent travail.

La procédure a été décrite en détail dans une publication antérieure (DesMeules, *op. cit.*). En bref, il s'agissait de localiser un « ravage »² habité par l'Original et d'en chasser les occupants, afin de les forcer à s'établir dans de nouveaux quartiers. Le nombre, le sexe et la classe d'âge des occupants étaient déterminés dans chaque cas. Ensuite, nous laissons les originaux s'établir en de nouveaux quartiers. Après un intervalle de durée connue, variant de 1 à 10 jours, nous nous rendions aux nouveaux quartiers pour y dénombrer les reposées et les tas de crottins. Les reposées et les tas de crottins des Originaux adultes étant facilement différenciables de ceux des jeunes (âgés de 8 à 10 mois, à l'époque), par leurs plus grandes dimensions, il nous a été possible d'en tenir un décompte séparé.

Résultats et discussion

Le sommaire des observations effectuées figure au tableau 1. Il nous a été permis d'observer des femelles adultes, suitées de jeunes, ainsi que des femelles adultes, non-suitées. Aucun mâle adulte n'a pu être observé, de façon propice à nos déterminations, au cours de ce travail. La moyenne pour tous les originaux observés était de 10.7 tas de crottins, par 24 heures (784 heures d'observation) et de 5.0 reposées, par 24 heures (560 heures d'observation).

Au tableau 2 figurent les moyennes obtenues par catégorie d'Originaux. On remarque que les femelles suitées avaient un taux de défécation supérieur à celui des femelles adultes non suitées, alors que les veaux avaient un taux intermédiaire. Cette tendance est en accord avec les données précitées, obtenues pour d'autres espèces. Ces différences ne sont toutefois pas statistiquement significatives, probablement en raison du peu d'échantillons obtenus. On remarque la même tendance avec la fréquence des reposées. Il est intéressant de noter que la fréquence moyenne des reposées est très voisine de la moitié de celle des défécations.

² Aire d'hivernement ou quartier d'hiver.

TABLEAU I

Tas de crottins et reposées d'Orignal dénombrés
au cours de périodes de durée connue.

Numéro et date de l'observation		Durée de l'observation (heures)	Catégorie d'Orignaux observés	Nombre de tas de crottins	Nombre de reposées
1a*	1/4/62	128	Femelle adulte suivée	63	—
1b	1/4/62	128	Veau	51	—
2a	27/1/66	24	Femelle adulte suivée	12	8
2b	27/1/66	24	Veau	7	4
3	28/1/66	24	Femelle adulte non-suivée	5	4
4a	8/2/66	24	Femelle adulte suivée	15	9
4b	8/2/66	24	Veau	15	6
5	18/2/66	288	Femelle adulte non-suivée	115	56
6a	5/1/67	24	Femelle adulte suivée	15	6
6b	5/1/67	24	Veau	15	7
7a	6/1/67	24	Femelle adulte suivée	9	4
7b	6/1/67	24	Veau	12	5
8	3/2/67	24	Femelle adulte non-suivée	16	8
TOTAL		784**	Toutes catégories	350	117
Moyenne par 24 heures			Toutes catégories	10.7	5.0

* a et b désignent les deux fractions d'une même observation au cours de laquelle deux Orignaux ont été observés.

** 560 heures d'observation dans le cas des reposées.

TABLEAU II

Nombre moyen de tas de crottins et de reposées, par catégorie d'Orignaux, par 24 heures.

Catégorie d'Orignaux observés	Tas de crottins		Reposées	
	Nombre total d'heures d'observation	Tas dénombrés par 24 heures	Nombre total d'heures d'observation	Quantité dénombrée par 24 heures
Femelles adultes non-suivées	336	9.7	336	4.8
Femelles adultes suivées	224	12.2	96	6.7
Veaux	224	10.7	96	5.5

Références

- BENNETT, L. J., P. F. ENGLISH, and R. MCCAIN, 1940. A study of deer populations by use of pellet group counts. *J. Wildl. Mgmt.*, 4(4) : 398-403.
- DESMEULES, P., 1962. Intensive study of an early spring habitat of moose (*Alces alces americana* Cl.) in Laurentides Park, Quebec. *Trans. 1962 N.E. Wildl. Conf.*, Monticello, New York, May 1962, 12 pp.
- EBERHARDT, L., and R. C. VAN ETEN, 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *J. Wildl. Mgmt.*, 20(1) : 70-74.
- HAFEZ, E. S. E., and M. W. SCHEIN, 1962. The behaviour of cattle. Chap. 10 in Hafez (Editor), 1962. The behaviour of domestic animals. Baillière, Tindall and Cox, London, p. 247-296.
- MCCAIN, R., 1948. A method for measuring deer range use. *Trans. N. Amer. Wildl. Conf.*, 13: 431-441.
- MCCAIN, R., and W. P. TAYLOR, 1956. Methods of estimating numbers of mule deer in Taylor, W. P. (Editor), 1956. The deer of North America. Stackpole, Harrisburg, Penna. p. 431-482.
- PETERSON, R. L., 1955. North American moose. *Univ. Toronto Press*. 280 pp.
- VOZEH, G. E., and H. G. CUMMINGS, 1960. A moose population census and winter browse survey in Gogoma District, Ontario. *Trans. Midwest Wildl. Conf.*, 1960, Toronto. 31 p. (mimeo).

NOTES ON THE USE OF BARK BY MOOSE
(*ALCES ALCES AMERICANA* CLINTON)
IN LAURENTIDE PARK (QUÉBEC)

PIERRE DESMEULES
*Service de la Faune du Québec*¹

Résumé

L'importance de l'écorce dans l'alimentation de l'Orignal du Parc des Laurentides a été étudiée. Nos résultats confirment ceux de travaux antérieurs en ce que l'écorçage hivernal semble un indice de famine, tandis que l'écorçage printanier semble traduire une préférence marquée de l'Orignal pour certaines écorces.

Une étude intensive d'un terrain d'écorçage printanier nous a permis de constater que les écorces de *Pyrus americana*, de *Prunus pennsylvanica* et de *Populus tremuloides* étaient, dans l'ordre énuméré, les préférées. En raison de son abondance, *Prunus pennsylvanica* était l'essence la plus fréquemment utilisée.

L'écorçage printanier n'est pas un comportement commun à tous les Orignaux du Parc. Il ne se rencontre que chez les animaux habitant les secteurs où les trois arbres précités se rencontrent fréquemment.

Abstract

The importance of bark in the diet of moose was studied in Laurentide Park. Our results agree with previous findings in that the peeling of bark in winter appears indicative of browse shortage, while in spring it appears to be performed by preference.

An intensive study of a spring-bark-stripping-area disclosed that the most palatable species were, in order of preference: *Pyrus americana*, *Prunus pennsylvanica* and *Populus tremuloides*. On account of its higher availability *Prunus pennsylvanica* ranked first with respect to total intake.

The peeling of bark in the spring was not performed by all moose in the Park. It was restricted to those animals dwelling within areas where the three aforementioned tree species were encountered in significant numbers.

1. Present address: P.O. Box 6000, Ngorongoro Crater, Tanzania, East Africa.

Introduction

Among North American cervids, white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) (Severinghaus and Cheatum, 1956), wapiti (*Cervus canadensis*) (Murie, 1951), and moose (*Alces alces*) (Murie, 1934; Kellum, 1941; Dyer, 1948; and Peterson, 1955) have been reported to strip the bark off trees for feeding. This habit appears to be infrequent with white-tailed deer, but highly developed in wapiti and moose.

Murie (1934) reported heavy stripping of bark by moose on Mountain-Ash (*Pyrus americana* Marsh)², Poplar or Aspen (*Populus spp.*), and Fire-Cherry (*Prunus pennsylvanica* L.), and concluded that in spring this type of feeding was performed by preference, while it appeared indicative of browse shortage when performed during winter.

The objective of the present study was to determine the importance of bark stripping in the feeding of moose in Laurentide Park. This work was part of a broader study of moose habits in the Park (DesMeules, 1965).

Study area

Laurentide Park is a provincial park extending over 3,500 square miles (9,065 sq. km.) of boreal forest on the Laurentian Shield, between 70°45', and 72°15' West, and 47°10' and 48°20' North.

The forests covering Laurentide Park belong to the North-Eastern Coniferous section of the Boreal Forest Region (Halliday, 1937). Rowe (1959) classes the forests of Laurentide Park within the « Laurentide-Onatchiway Section ». Trees reported to be commonly stripped of their bark occur sporadically throughout the study area and were found to be most abundant in immature stands of the *Cornus-Maianthemum* and *Pteridium-Aralia* site types (Linteau, 1955) in the Cyriac River watershed at the northern extremity of the study area.

Moose are the only free-ranging ungulates to be found in significant numbers in the Park's forests. The average density of moose in the areas encompassed in this study was approximately 0.75 moose per square mile (0.29 per sq. km.).

2. Scientific and vernacular names of plants from Fernald (1950).

Methods

Areas where moose stripped bark intensively were sought throughout the duration of the study.

Parallel transects were cruised at intervals of 10 chains (201.2 m.) in the largest spring-bark-stripping-area that had been located. A total of 1.5 acres (0.61 ha.) were sampled within an area estimated to extend over 75 acres (30.4 ha.). All stems originating within a strip 8.25 chains (2.51 m.) wide were tallied and recorded as *stripped* or *unstripped*. Only bark use of the current spring was recorded.

The survey was carried out in mid-May, 1961. Two moose were known to feed in the area at the time of the survey.

The weight of bark peeled off stems of Fire-Cherry, the most frequently stripped species, was assessed as follows :

- 1) The average height and percentage of circumference over which bark had been peeled by moose was measured at breast height on stems in various diameter classes;
- 2) Equivalent quantities of bark were then peeled off unpeeled stems in each diameter class, and weighed.

Results and discussion

Winter stripping of bark was noted in many moose wintering areas of the Park. Balsam Fir (*Abies balsamea* L.), White Spruce (*Picea glauca* (Moench), Mountain-Maple (*Acer spicatum* Lam.) and Willows (*Salix spp.*) were the most commonly stripped species in winter. Winter stripping was always associated with browse scarcity and critical snow conditions. Quantities of bark stripped off trees or shrubs during winter appeared insignificant as compared to quantities stripped in the spring.

Spring use of bark in the 75-acre area along Cyriac River was much more intense and was performed over an area where preferred browse species were plentiful. Quaking Aspen (*Populus tremuloides* Michx.), Fire-Cherry, and Mountain-Ash were the only three species stripped of their bark, by moose, in this area. Spruce, Balsam-Fir, White-Birch (*Betula papyrifera* Marsh) Red Maple (*Acer rubrum* L.), Mountain-Maple, and Hazel (*Corylus cornuta* Marsh.) were also abundant but no evidence of bark stripping on these species was observed.

Results of the spring bark utilization survey are shown in Table 1. The bark of Mountain-Ash, ranked first in palatability but, on account of its low availability, came out last with respect to total intake. Fire-Cherry ranked second in palatability and first in intake. Quaking Aspen ranked third in palatability and second with respect to intake. From the data in Table 1, it was inferred that within the 75 -acre (30.4 ha.) area, the number of stems peeled was as follows :

Fire-Cherry :	1,110
Quaking Aspen :	650
Mountain-Ash :	150
Total :	1,910 stems

Spring stripping of bark was observed to begin in mid-March. From the data previously mentioned it can thus be assumed that the total number of stems estimated to have been stripped by moose were peeled over a period of 120 moose-days (two moose x 60 days). A total of 16 stems (10 Fire-Cherry, one Mountain-Ash, and five Quaking Aspen) would thus have been stripped per moose-day.

Chi-square tests revealed non-selectivity for specific diameter classes of either Fire-Cherry or Quaking Aspen. The small number of Mountain-Ash stems in the sample prevented such an analysis on this latter species.

The weight of bark peeled off Fire-Cherry stems was determined (Table II). By applying these values to those of Table I we find that one moose peeled 8.5 pounds (3.8 kgm.) of bark, per day, on Fire-Cherry alone. It is thus probable that the total intake of bark during one day was in the order of 15 pounds (6.8 kgm.) per animal.

Tissue eaten along with the bark included the cambium, especially during the peak of sap-flow. The thin and papery epidermis of Fire-Cherry did not appear to be ingested by moose. This tissue could be found at the base of peeled stems. It is suspected that the epidermis was scraped prior to peeling the rest of the bark on the stem.

Our data corroborate previous findings in that the peeling of bark appears to be a last resort type of feeding in winter, while it is of a relished nature in spring. These diametrically opposed positions of bark in the palatability ranking in winter and spring are striking but have never been discussed. There has to be a significant change in the taste of bark that takes place by the end of winter to attract moose so suddenly to it. In view of the phenological stage of trees at the time at which moose begin to feed on bark it is most likely that the

beginning of the flow of sap brings about the difference in palatability of bark. Chemical analysis of winter bark versus spring bark could be of interest here in helping us understand the factors involved in transforming an unpalatable to a highly palatable food stuff and vice-versa in so short a time.

The peeling of bark in the spring is not performed by all moose in the Park. It is restricted to that segment of the moose population that dwells in areas where tree species offering the most palatable bark are to be found in significant numbers. Such stands are presently common only in the northernmost sector of Laurentide Park.

TABLE I

Number of stems « barked » by moose in sample plots totalling 1.5 acres (0.61 ha.) in Cyriac district, spring 1961.

d.b.h. inches	Number of stems							
	<i>Prunus pennsylvanica</i>		<i>Populus tremuloides</i>		<i>Pyrus americana</i>		<i>Acer rubrum</i>	
	Total	Barked	Total	Barked	Total	Barked	Total	Barked
1" (2.5 cm.)	43	3	1	1	0	0	3	0
2" (5.1 cm.)	60	9	9	1	1	1	0	0
3" (7.6 cm.)	64	10	22	1	1	1	8	0
4" (10.1 cm.)	13	0	42	3	2	1	1	0
5" (12.7 cm.)	6	0	34	5	0	0	2	0
6" (15.2 cm.)	0	0	31	1	0	0	4	0
7" (17.8 cm.)	0	0	16	0	0	0	1	0
8" (20.3 cm.)	0	0	15	1	0	0	0	0
9" (22.9 cm.)	0	0	8	0	0	0	0	0
10" (25.4 cm.) +	0	0	5	0	0	0	0	0
Total	186	22	183	13	4	3	19	0
Per cent peeled		11.8		7.1		75.0		0.0

TABLE II

Average amount of bark peeled off Fire-Cherry stems (green-weight)

d.b.h. inches	Av. height peeled	Av. per cent of circumference peeled	Av. green-weight peeled (pounds)	Number of samples
1	20" (50.8 cm.)	75	0.19 (0.09 kgm.)	1
2	23" (5.84 cm.)	75	0.56 (0.25 kgm.)	4
3	30" (76.2 cm.)	80	1.35 (0.61 kgm.)	7
4	36" (81.4 cm.)	72	2.12 (0.96 kgm.)	4
5	47" (118.4 cm.)	100	2.72 (1.23 kgm.)	1

References

- DESMEULES, P., 1965. Hyemal food and shelter of moose (*Alces alces americana* C1.) in Laurentide Park, Quebec. *M. Sc. Thesis*, University of Guelph, 138 pp.
- DYER, H. J., 1948. Preliminary plan for wildfile management in Baxter State Park. Unpub. *M. Sc. Thesis*, University of Maine, 79 pp.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's manual of botany, 8th ed. New York: *American Book Company*, 1632 pp.
- HALLIDAY, W. E. D., 1937. A forest classification for Canada. *Canada Dept. of Mines and Resources*, Forest Service, Bull. 89.
- KELLUM, F., 1941. Cusino's captive moose. *Mich. Cons.*, Mich. Dept. Cons., 10 (7): 4-5.
- LINTEAU, A., 1955. Forest site classification of the northeastern coniferous section, Boreal Forest Region, Quebec. *Dept. of northern Affairs and nat. Resources*, Forestry Branch, Bull. 118. 85 pp.
- MURIE, A., 1934. The moose of Isle Royale *Misc. Pub. Mus. Zool.*, Univ. Mich., No. 25. 44 pp.
- MURIE, O.J., 1951. The elk of North America. Harrisburg: *Stackpole Company*, 371 pp.
- PETERSON, R. L., 1955. North American moose. *University of Toronto Press*. 280 pp.
- SEVERINGHAUSS, C. W., and E. L. CHEATUM, 1956. Life and times of the White-tailed deer. p. 57-259, in W. P. Taylor (Editor), 1956. The deer of North America. Harrisburg's, *Stackpole Company*.

COMMUNICATIONS BRÈVESNOTE ON ETHYLENE PRODUCTION BY FLOWERS OF *VACCINIUM*
ANGUSTIFOLIUM AIT. FOLLOWING TREATMENTS WITH
2-CHLOROETHANE PHOSPHONIC ACID AND OTHER
GROWTH REGULATORS¹

F. R. FORSYTH and I. V. HALL

*Canada Department of Agriculture, Research Station,
Kentville, Nova Scotia*

Several instances of increased ethylene (C_2H_4) production following treatment with growth substances have been reported (1, 4, 5 and 9). The first report of 2-chloroethane phosphonic acid (Amchem 66-329) stimulating C_2H_4 production was by Warner and Leopold (8) using pea tissue. We report here on the capacity of several growth regulators, including Amchem 66-329, to alter the rate of C_2H_4 production from lowbush blueberry flowers using our recent technique (3).

The growth regulators, their chemical names and concentrations used in this study are given in Table I. The flowers used were collected at random from clonal lines of the lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium* Ait., growing in the greenhouses at the Research Station, Kentville, Nova Scotia. Flowers were floated for 1 hour in the appropriate solutions, blotted free of excess liquid, placed in stoppered vials for 5 hours, and then gas samples were removed from the vials for analysis of C_2H_4 .

Isothermal GLC analysis for C_2H_4 was carried out on 1.0 ml aliquots with a Varian aerograph Model 204B equipped with a hydrogen flame ionization detector. A 5-ft. by 1/8 in., O.D., stainless steel column packed with 60/80 mesh alumina was used at an oven temperature of 65°C. Helium carrier gas was supplied at 25 ml./min. and hydrogen flow was 30 ml./min. Quantitative measurement of C_2H_4 content to an accuracy of approximately 5% was done by comparing peak areas (height x width at half-height) of standard amounts with those of the C_2H_4 produced by the flowers. The identity of the C_2H_4 was established by its retention time (1 min., 9.5 sec.) and by showing that it could be quantitatively absorbed in mercuric perchlorate (0.25 M in 2.0 M $HClO_4$) and released by 6N HCl (7). Each experiment consisted of testing one chemical at four concentrations replicated 3 times and was completed in 5 hours.

¹ Contribution No. 1310. Presented in part at the 8th Annual Scientific Meeting of the Canadian Society of Plant Physiologists, Ottawa, May 31-June 2, 1967.

The quantities of C_2H_4 produced by 100 g of tissue following treatment with the various growth regulators are presented in Table 1. Amchem 66-329 at 1000 ppm increased the amount of C_2H_4 produced by 100 times compared with the control. Whenever the growth regulators were compared at 100 ppm, the Amchem 66-329 increased the rate of C_2H_4 production by nearly 10 times while p-chlorophenoxyacetic acid (CPA), a-naphthaleneacetic acid (NAA), and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) increased the rate by 2-3 times (Table 1). The auxin analogue 3-indolebutyric acid (IBA), 2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA), gibberellic acid (GA), and kinetin (Kin) had little or no effect. Kinetin was tested in the range of 0.1 to 10.0 ppm because this was considered to be the normal range of physiological activity (6). The growth retardants 2-chloroethyltrimethylammonium chloride (CCC) and N-dimethylaminosuccinamic acid (Alar) were without effect in the range tested.

Since many of the effects of auxin on plant tissue appear to be mediated (2) through its effect of C_2H_4 production and all of the growth regulators tested above with the exception of Amchem 66-329 have been shown to effect auxin transport or quantity, it is perhaps not surprising that they should affect the level of C_2H_4 production. The very high rate of activity of Amchem 66-329 will doubtless make it most useful in studies on the mode of production and activity of C_2H_4 in plant tissue.

References

1. ABELES, F. B. and B. RUBINSTEIN, 1964. Regulation of ethylene evolution and leaf abscission by auxin. *Plant Physiol.*, **39**: 963-969.
2. BURG, S. P. and E. A. BURG, 1966. The interaction between auxin and ethylene and its role in plant growth. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.*, **55**: 262-269.
3. HALL, I.V. and F.R. FORSYTH, 1967. Production of ethylene by flowers following pollination and treatments with water and auxin. *Can. J. Botany*, **45**: 1163-1166.
4. HANSEN, E., 1946. Effect of 2,4-dichlorophenoxy acetic acid on the ripening of Bartlett pears. *Plant Physiol.*, **21**: 588-592.
5. MAXIE, E.C. and J.C. CRANE, 1967. 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid. Effect on ethylene production by fruits and leaves of fig tree. *Science*, **155**: 1548-1550.
6. PERSON, C., D. J. SAMBORSKI and F. R. FORSYTH, 1957. Effect of benzimidazole on detached wheat leaves. *Nature*, **180**: 1294-1295.
7. PRATT, H. K., 1954. Direct chemical proof of ethylene by production detached leaves. *Plant Physiol.*, **29**: 16-18.
8. WARNER, H. L. and A. C. LEOPOLD, 1967. Plant growth regulation by stimulation of ethylene production. *Bio-Science*, **17**: 722.
9. ZIMMERMAN, P. W. and F. WILCOXON, 1935. Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, **7**: 209-229.

TABLE I

Effect of 2-chloroethane phosphonic acid and other growth regulators on ethylene production by detached flowers of *Vaccinium angustifolium* Ait. during a 5 hour period after treatment

Chemical	Concentration of chemical in water (ppm)	μg of ethylene per 100 g fresh wt.
2-chloroethane phosphonic acid (Amchem 66-329)	0	0.87 \pm 0.16 ²
" "	10	1.08 \pm 0.17
" "	100	8.29 \pm 0.30
" "	1000	84.32 \pm 4.64
p-chlorophenoxyacetic acid (CPA)	0	0.54 \pm 0.02
" "	1	0.61 \pm 0.07
" "	10	0.90 \pm 0.08
" "	100	1.39 \pm 0.09
a-naphthaleneacetic acid (NAA)	0	0.57 \pm 0.01
" "	125	1.08 \pm 0.03
" "	250	1.37 \pm 0.08
" "	500	1.65 \pm 0.13
3-indolebutyric acid (IBA)	0	0.86 \pm 0.11
" "	1	0.65 \pm 0.06
" "	10	0.64 \pm 0.02
" "	100	0.65 \pm 0.04
2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	0	0.83 \pm 0.09
" "	125	2.46 \pm 0.39
" "	250	2.71 \pm 0.02
" "	500	1.72 \pm 0.01
2,3,5-triiodobenzoic acid (TIBA)	0	0.50 \pm 0.04
" "	1	0.66 \pm 0.10
" "	10	0.62 \pm 0.02
" "	100	0.69 \pm 0.03
Gibberellic acid (GA) ¹	0	0.91 \pm 0.15
" "	1	0.84 \pm 0.02
" "	10	1.06 \pm 0.03
" "	100	1.09 \pm 0.04
Kinetin (Kin) ¹	0.0	0.76 \pm 0.12
" "	0.1	0.58 \pm 0.07
" "	1.0	0.88 \pm 0.08
" "	10.0	0.97 \pm 0.01
2-chloroethyltrimethylammonium chloride (CCC)	0	0.75 \pm 0.01
" "	1	0.75 \pm 0.20
" "	10	1.04 \pm 0.09
" "	100	0.90 \pm 0.04
N-dimethylamino-succinamic acid (Alar)	0	0.74 \pm 0.03
" "	1	0.69 \pm 0.07
" "	10	0.56 \pm 0.04
" "	100	0.54 \pm 0.06

¹ GA and Kin were used in 0.01 M phosphate buffer at pH 5.5.

² S.E. of treatment mean.

EXTENSION D'AIRE DU SAUMON D'EAU DOUCE
(*SALMO SALAR*) AU QUÉBEC

ROGER LE JEUNE ¹ et VIANNEY LEGENDRE ²

Le 6 juillet 1968, à une trentaine de milles (50 km) en amont de l'embouchure du fleuve Kogaluk, à l'extrémité septentrionale du Nouveau-Québec, en bordure d'une île située par 77° 18' de longitude et 59° 34' de latitude nord, M. J. Morrison, de Littletown (Massachusetts) qui pêchait en compagnie de M. Serge Bédikian ³, capturait un *Salmonidae* différent des espèces communes de la région : Omble chevalier (*Salvelinus salvelinus alpinus*) et Omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*). M. Bédikian obtint de conserver cette curiosité qu'il remit par la suite aux auteurs pour identification. C'était là, à sa connaissance, le quatrième poisson présentant les mêmes caractéristiques, capturé à cet endroit en 1968.

Nous avons reçu le spécimen complet, non éviscéré et congelé. Il s'agissait, à première vue, d'un Saumon d'eau douce de la forme communément appelée Ouananiche, et qui présentait, après plus de deux mois de congélation, les dimensions suivantes : longueur standard, 436 mm; longueur à la fourche de la nageoire caudale, 487 mm; longueur totale maximale : lobe dorsal de la caudale, 518 mm, lobe ventral, 513 mm. Le poids en était de 1045 g (2 lb 5 oz). Cette femelle portait des ovaires au stade de développement 1-2; la cavité abdominale recelait également cinq enveloppes vides et aplaties d'oeufs dégénérés que nous croyons devoir considérer comme des reliquats d'une fraye précédente.

Notre échantillon provenant d'une région d'où le Saumon est réputé absent, il convenait de vérifier qu'il s'agissait de *Salmo salar* et non pas d'une autre des espèces nordiques de l'Amérique, de l'Europe ou même de l'Asie. Nous avons retenu pour lui cette identité, après examen des caractères suivants :

1. Ministère des Richesses naturelles, Direction générale du Nouveau-Québec (Québec).

2. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de la Faune (Montréal).

3. Fédération des coopératives esquimaudes du Nouveau-Québec, Lévis.

- 1) arcade antérieure des dents vomériennes séparées, de part et d'autre, par un espace, de l'arcade paire des dents palatines, ce qui élimine le genre asiatique *Brachymystax* et le genre eurasiatique *Hucho*, dont les dents antérieures du vomer et les dents des os palatins constituent une arcade continue;
- 2) nombre de rayons de la nageoire anale (9), soit un rayon simple et huit rayons ramifiés, et le genre pacifique *Oncorhynchus* introduit dans les eaux atlantiques de l'Europe et de l'Amérique, se trouve écarté, puisqu'il présente 12 rayons ou plus à l'anale;
- 3) mandibule ou mâchoire inférieure présentant une articulation postérieure sise nettement au-delà de la verticale postérieure de l'orbite (élimination des sous-familles *Stenodontinae*, *Coregoninae* et *Thymallinae*, dont l'articulation mandibulaire s'aligne sous l'orbite);
- 4) nombre d'écaillés dans la rangée dominant immédiatement la ligne latérale (108) contrairement au genre *Salvelinus*, pourvu d'un nombre beaucoup plus grand d'écaillés dans cette rangée;
- 5) dessus et côtés du dos portant taches noires sur fond pâle, contrairement aux *Salvelinus*, dépourvus de taches noires, et à *Salmo trutta* marqué là de taches brunes;
- 6) plusieurs des taches noires entourées d'un halo parfois incomplet, de couleur rouge brique, absent chez tous les *Salmo* du Pacifique;
- 7) dents de la hampe du vomer peu développées, alignées en une seule rangée et à peine inclinées, ce qui confirme le désistement des *Salmo* du Pacifique et de *Salmo trutta*, dont la hampe du vomer est armée de deux rangs de fortes dents inclinées en alternance, à droite et à gauche;
- 8) aucune tache noire sur la nageoire caudale, alors que la plupart des *Salmo* du Pacifique en arborent;
- 9) absence de taches rouges sur l'adipeuse (*Salmo trutta* adulte en porte, en eau douce).

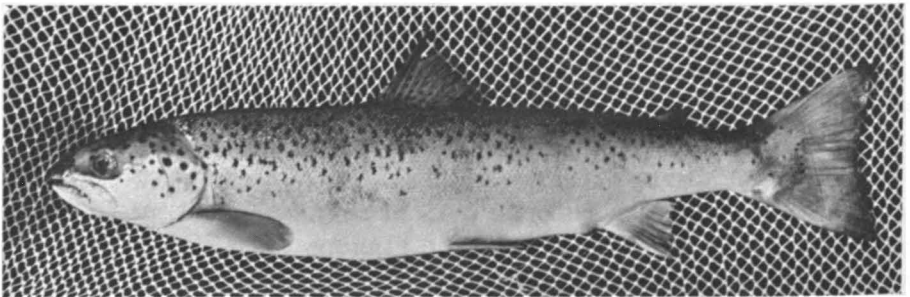


FIGURE 1. Uuananiche, *Salmo salar*, fleuve Kogaluk, Ungava, Québec, 6 juillet 1968. Longueur standard 436 mm. Poids 1045 g. Taches noires arrondies sur le haut du dos et à la nageoire dorsale.

L'appartenance à l'espèce *Salmo salar* étant lors établie, nous avons cherché des indices susceptibles de nous éclairer sur le régime de vie de notre spécimen. Trois éléments nous en ont fourni :

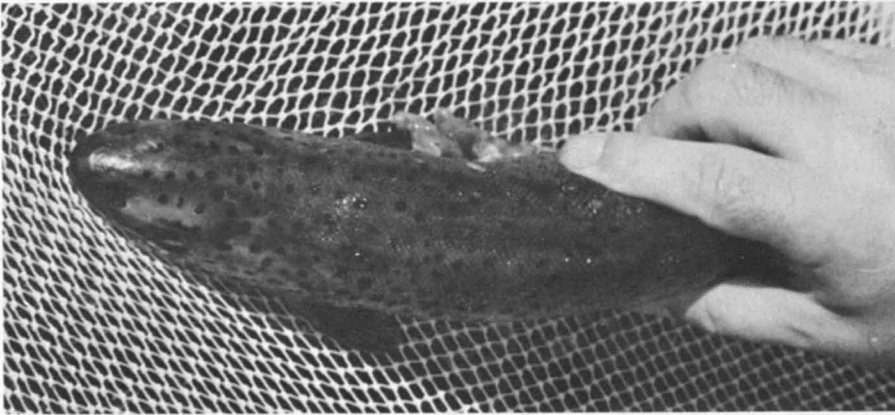


FIGURE 2. Même spécimen, dessus du corps. Taches noires arrondies sur le dessus de la tête.

- a) les taches noires arrondies de la tête et du tronc (fig. 1,2) dont plusieurs sur les côtés du dos s'entouraient d'un halo rouge foncé;
- b) le contenu stomacal, principalement constitué d'insectes et d'autres aliments dulcicoles;
- c) l'examen de 24 écailles dans les 8 rangées dominant immédiatement la ligne latérale, au-dessous de la nageoire dorsale et en allant vers l'arrière, et qui présentent toute la même disposition générale des annuli (fig. 3):

1. Un groupe central de quatre bandes concentriques de faible diamètre qui répondent à la période fluviale et juvénile de la majorité des *Salmo salar*, soit probablement les quatre premières années de la vie de notre spécimen;

2. Une bande relativement plus large que celles qui la précèdent ou qui la suivent, et qui est marquée en son centre d'un accident générateur de confusion; selon que cet accident est interprété comme un coup d'arrêt d'été (fig. 3,A) (summer check) ou comme l'expression imprécise d'une phase hivernale anormale, nous serions en présence d'un poisson qui serait descendu à la mer (eau salée ou saumâtre) pour une saison particulière et unique, au cours de laquelle sa croissance aurait été fortement accélérée, ainsi qu'on l'observe souvent sur les écailles du *Salmo salar* anadrome, ou bien nous aurions recueilli un spécimen dont la croissance a été à peu près régulière, en eau douce, année après année, mais dont l'écaille porterait, entre la cinquième et la sixième année la marque faible d'un hiver peut-être anormalement court et soudain; une troisième hypothèse ferait de cette marque un indice de fraye (spawning mark) dont on trouverait d'autres exemples moins évident, peut-être, en s'écartant du centre des écailles;

3. Un bloc de 4 à 6 annuli de vie en rivière, marqués par des zones d'accroissement à peu près égales entre elles, mais pour lequel subsistent des incertitudes quant à certains annuli incomplets (fig. 3, les deux points d'interrogation).

Les deux premiers éléments mentionnés indiquent un séjour récent prolongé en eau douce, car, au retour de la mer, le *Salmo salar* porte des taches noires anguleuses dépourvues de halos colorés, sur le tronc, et il ne se nourrit généralement pas. Quant aux écailles, elles permettent d'établir l'âge du spécimen à au moins 9 ans, dont, peut-être, un en eau salée, et possiblement de le porter à 12 années.

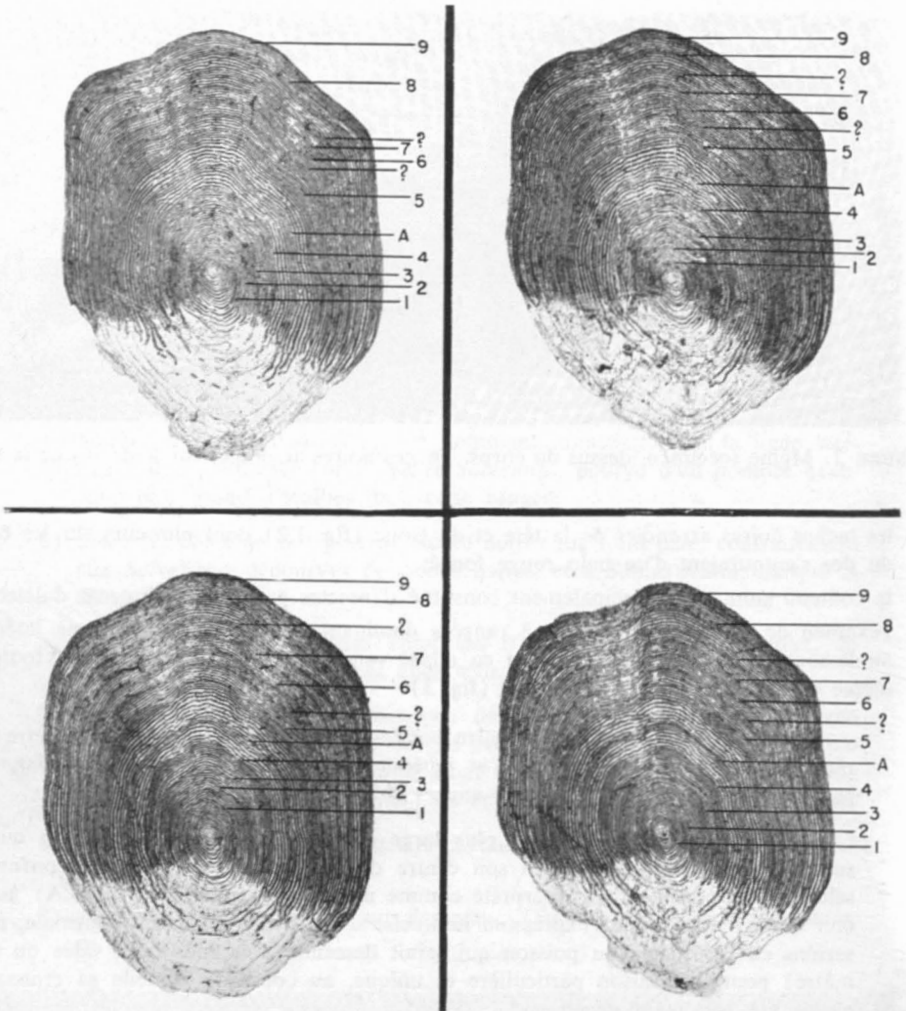


FIGURE 3. Même spécimen, écailles. Âge interprété, à partir du foyer, 1-4 ans, juvénile; 4-5 ans, année peut-être en estuaire marin ou en mer. A, arrêt d'été de la croissance au cours du séjour en milieu marin ou indice de fraye; 5-9 ans, séjour en rivière; ? interprétation incertaine d'une année d'existence.

Notons qu'il s'agit apparemment du tout premier rapport de présence de l'espèce *Salmo salar* sur le versant hydrographique de la baie d'Hudson, qui soit appuyé sur un échantillon conservé. Hunter⁴ a cependant recueilli un témoignage verbal, qu'il transmet sans commentaires: « (...) » it has been reported caught occasionally along the east coast of Hudson Bay, north of Richmond

4. HUNTER, J.G., Office des recherches sur les pêcheries du Canada, dans un ouvrage à paraître: *The fishes and fisheries of Hudson and James Bays*. (Communication personnelle).

Gulf, by Mr. R. Cruikshank, a retired employee of the Hudson Bay Company (personal communication) ».

Antérieurement, aucun ouvrage n'a signalé la présence de la forme marine du *Salmo salar* au-delà de la côte ouest de la baie d'Ungava, et en particulier au nord du Tasiujaq (Rivière-aux-Feuilles), dans les eaux québécoises et périungaviennes (Dunbar et Hildebrand, 1952). Quant à l'Ouananiche, elle n'a encore été rapportée que jusqu'au bassin du Kujjuaq (Koksoak), dans le lac Aigneau, à plus de 300 milles (500 km) au sud-est de l'embouchure du Kogaluk, par Power (1958), et Power et Oliver (1961).

Observons, en terminant, que les taches noires marquant le dessus de la tête (fig. 2) et que Legendre a rencontrées ailleurs (lac Magpie, 1959 et lac Caniapiscou, 1968), pourraient peut-être servir de base à la définition de sous-espèces de *Salmo salar*, en conjonction avec d'autres caractères.

Les auteurs remercient messieurs Albert Courtemanche, Pierre Paulhus et Robert Lagueux pour leur collaboration.

Références

- DUNBAR, M.J. et H.H. HILDEBRAND, 1952. Contribution to the study of the fishes of Ungava Bay. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **9** (2): 83-128.
- POWER, G., 1958. The evolution of freshwater races of the Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *Arctic*, **11** (2):86-92.
- POWER, Geoffrey et D.R. OLIVER, 1961. Notes on the distribution and relative abundance of fresh-water fish in Ungava. *Can. Fld Nat.*, **75** (4):221-224.

REVUE DES LIVRES

CHAUVIN, R., 1968. *Traité de Biologie de l'Abeille*. Masson, Paris. 5 tomes, 2158 p., 695 fig., un dépliant en cinq couleurs. 16.5 x 24.5 cm. Relié, 578 FF.

Il y a quelques mois, j'avais le plaisir de présenter, dans cette revue, un volume du professeur Rémy Chauvin intitulé : *La distribution temporelle des activités animales et humaines*. Je voyais dans ce premier numéro de la collection *Problèmes de comportement* une somme de travail fort accaparante pour le professeur Chauvin. Combien grande fut ma surprise de prendre connaissance de l'oeuvre colossale, qu'il a dirigée, en nous présentant aujourd'hui *Traité de Biologie de l'Abeille*.

Depuis les nombreux travaux qui suivirent ceux de Réaumur jusqu'à l'apogée des découvertes de Von Frisch, on pourrait vite se demander si tout n'a pas été dit sur les abeilles. À cette question, le professeur Chauvin par son traité en cinq tomes, colligeant 72 articles des travaux de 38 chercheurs français et étrangers, nous fait rapidement constater que ce serait bien méconnaître les merveilleuses ressources de la vie que de penser ainsi. L'ouvrage abonde en nouveautés pour l'entomologiste, le zoologiste, le généticien, le biochimiste, le physiologiste, l'apiculteur, l'historien, l'ethnologue, etc., enfin pour le non-spécialiste toujours avide de connaître.

Le but que se propose le directeur de ce traité peut se résumer ainsi : Couvrir les données modernes sur la physiologie et la biologie de l'abeille, sans oublier la biologie appliquée. Il s'en acquitte admirablement bien par une coordination et un équilibre de la matière présentée en cinq tomes :

TOME 1 – *Biologie et Physiologie générales*

TOME 2 – *Système nerveux – Comportement et régulation sociales*

Les tomes 1 et 2 traitent de la physiologie générale. Depuis une vingtaine d'années, nous savons combien le domaine de la physiologie des Insectes s'est enrichi de remarquables progrès dont plusieurs furent acquis grâce à l'abeille. Le tome premier comprend 7 chapitres : 1 – Systématique, 2 – Développement et croissance, 3 – Sexualité et reproduction, 4 – Métabolisme, 5 – Nutrition, 6 – Excrétion – glandes cirières, 7 – Circulation et organes. Le chapitre 5 reçoit fort heureusement toute l'attention qu'a connue le développement extraordinaire des aspects nutritionnels, biochimiques et plus spécialement les travaux récents sur les phéromones.

Le tome 2, réservé à l'énorme essor des recherches sur le comportement de l'abeille, se divise en 4 chapitres : 1 – Biologie générale, 2 – Système nerveux central, 3 – Organes sensoriels, 4 – Les phénomènes supérieurs du comportement. C'est en grand spécialiste du comportement que Chauvin a composé avec un soin tout particulier ce dernier chapitre. Cette section est d'ailleurs constituée presque uniquement des travaux de ses anciens collaborateurs.

TOME 3 – *Les produits de la ruche*

Le tome 3 renferme également 4 chapitres : 1 – Propriétés antibactériennes et action physiologique des produits de la ruche et des abeilles, 2 – L'abeille et la fleur – Le pollen, 3 – L'abeille et la fleur – Le miel, 4 – Le venin. Cette énumération nous rend conscient que le domaine des produits de la ruche, peu exploré il y a quelques années et limité au miel, laisse entrevoir un visage beaucoup plus diversifié dans son exploitation. Grâce à l'école allemande, certaines recherches orientées principalement sur le venin ont progressé rapidement en ces dernières années. Déjà nous pouvons mieux voir l'importance que prendront les produits de la ruche lorsque leurs propriétés chimiques et leur action physiologique seront mieux connues. En rassemblant ces données fondamentales, le professeur Chauvin contribue largement à ce progrès.

TOME 4 – *Biologie appliquée*

Il fallait bien dans ce traité réserver une place importante au domaine appliqué. Comme le mentionne Chauvin à la préface du tome 1 : « ... l'apiculture est restée jusqu'à ces toutes dernières années une activité purement empirique ». Pour rationaliser davantage l'apiculture, des techniques reposant sur une base plus scientifique furent mises au point et les 4 chapitres de ce tome : 1 – Technique d'apiculture, 2 – L'amélioration du cheptel, 3 – La pollinisation, 4 – Pathologie, sont conçus dans cette optique. Que ce soit la descendance des reines que l'on peut maintenant contrôler grâce à l'insimination artificielle ou encore le grand problème de la pollinisation faisant surgir plusieurs problèmes biologiques, toujours nous découvrons l'importance de ces travaux dans l'application.

TOME 5 – *Histoire, Ethnographie et Folklore*

Pour son dernier tome, le professeur Chauvin a l'heureuse idée de nous présenter une série de données qui souvent manquent aux biologistes et qui sont d'un grand intérêt pour les historiens, les ethnographes et les géographes. Il est possible de trouver des publications consacrées à la fabuleuse histoire de l'abeille qui au cours des âges est souvent devenue légendaire. Tous ces travaux anciens sont demeurés éparpillés et pour la première fois sont colligés dans un seul ouvrage. Les spécialistes, qui participent à cette première présentation, le font avec autorité et ceci en fait une documentation exceptionnelle.

Vouloir exprimer en quelques lignes « l'extraordinaire » de ce traité me paraît bien injuste pour son directeur, ses auteurs et ses éditeurs. C'est l'accueil enthousiaste qu'il recevra qui en sera le meilleur gage d'appréciation.

Lucien HUOT

TERMIER, H. et TERMIER G., 1968. **Évolution et biocinèse. Les invertébrés dans l'histoire du monde vivant.** Masson, Paris. 242 p., 433 fig., 13 tab. 1 dépl. h.t. 22 x 27,5 cm. Cartonné, 155 FF.

La paléontologie, placée dans son cadre chronologique est susceptible de nous donner une représentation fidèle de l'enchaînement des êtres vivants. Pour les auteurs de cet ouvrage, il paraît opportun de désigner l'histoire de la Biosphère dans son cadre chronogéologique par un vocable spécial : la Biocinèse. Ce terme leur permet de mettre en lumière l'aspect dynamique de l'évolution de la vie animale et végétale. L'ouvrage cherche à établir un trait d'union entre la Biologie du vivant et la Paléontologie en mettant l'accent sur les groupes disparus et surtout sur le monde immense des Invertébrés.

À la Biocinèse, les *lois de l'Évolution* et les découvertes de la Génétique n'apportent que des explications partielles; tandis que la succession bien datée des faunes anciennes, l'anatomie comparée de toutes les formes, y compris les Invertébrés et les successions paléogéographiques fournissent des faits nouveaux à la connaissance de l'histoire de la Biosphère.

Les auteurs de cet ouvrage ont établi la succession bien datée de faunes anciennes. Ainsi, si l'on s'en tient aux Métazoaires, les grandes lignes de la Biocinèse se sont dessinées au début de la période cambrienne. On les observe alors dans leur pureté avant que des spécialisations et des adaptations ultérieures (évolution différentielle) n'aient quelque peu brouillé les pistes. Chaque groupe systématisé comme Embranchement ou comme Classe est caractérisé par le développement d'un organe clef : lophophore des Brachiopodes, coelome des Échinodermes, cténidies des Bivales, carapace articulée des Arthropodes. La céphalisation des Arthropodes, des Céphalopodes et des Vertébrés présente pour organe-chef un cerveau coordinateur qui aboutira à la pensée réfléchie chez les Mammifères Placentaires. Les auteurs mettent en évidence l'arrêt plus ou moins tôt du développement des divers groupes d'êtres vivants, ou les degrés de complexité s'ordonnent suivant des paliers qu'ils appellent *stégies*. Par ce terme, les auteurs désignent l'aboutissement de la Biocinèse qui sera le sommet atteint par certains groupes. Les progrès de la Biocinèse constitue donc des *stégies* où l'on voit bien la vitalité céder le pas à l'organisation.

Les divers paliers (*stégies*) de la Biocinèse sont entrés en scène *grosso modo* les uns après les autres. On connaît d'abord les Protistes. Puis, les Monoblastiques (Archaeocyathes) ont été importants au Cambrien inférieur. Les Diblastiques atissulaires (Spongiaires) sont apparus au Cambrien (Silicisponges) et à l'Ordovicien (Calcisponges). Les Diblastiques tissulaires (Cnidaires) sont déjà bien distincts à l'orée des temps Fossilifères (faune édiacarienne), époque à laquelle surgissent la plupart des types initiaux des lignées de Coelomates. Les Triblastiques acoelomates comprennent les Haplozoaires (proches des Cténaires, Cambrien IV), les Turbellariés, les Némertes (Cambrien IV) et les Pseudo-coelomates. Viennent enfin les Triblastiques Coelomates et les groupes céphalisés.

L'interprétation des premiers fossiles a incité les auteurs à en comparer une partie au moins à des larves qui n'auraient jamais atteint la complexité des adultes qu'on leur connaît ultérieurement. Ces « Nymphoïdes », beaucoup plus proches les uns des autres que les types auxquels ils ont finalement abouti, peuvent être considérés comme résultant d'une évolution par mutations, tout à fait semblable à celle que l'on peut imaginer génétiquement dans des conditions normales d'anachorèse, puis de radiations adaptatives et enfin de prochorèse. Ainsi s'explique que les groupes animaux séparés par la classification actuelle aient été beaucoup plus proches les uns des autres dans les premiers Temps Fossilifères. Il est même possible d'envisager un seul plan de composition initial pour l'ensemble des Coelomates : à partir de celui-ci, qui avoisine la larve trochophore des Annélides, se seraient épanouis tous les Coelomates que les auteurs groupent selon quatre séries divergentes (évolution sérielle) à partir des Annélides.

L'ouvrage se subdivise en quatre grandes parties :

- I. *Introduction*. – Apparition de la vie. Échelle stratigraphique utilisée.
- II. *Schéma des grands paliers de la biocinèse : les stégies*. Évolution sérielle : Règne végétal. Règne animal. Stégies diblastiques. Stégies triblastiques.
- III. *Stégies des Coelomates*. – Série Annech. Série Annécord. Les séries de coelomates métamérisés : Série Annémol. Série Annarthr.
- IV. *Conclusions*.

La mise au point des Termier, par l'importance des groupes zoologiques abordés, le nombre et la valeur des travaux mentionnés s'impose à l'attention non seulement des paléontologistes, mais aussi à celle des zoologistes et biologistes qui y puiseront une foule de renseignements de nature à stabiliser leurs connaissances sur la systématization de plusieurs groupes d'invertébrés.

G.-Wilfrid CORRIVAULT

DURCHON, M., 1967. *L'endocrinologie des Vers et des Mollusques*. Collection *Les grands problèmes de la Biologie*. 5e volume. Masson, Paris. 242 p., 155 fig. 16.5 x 24.5 cm. Cartonné toile demi-souple, 60 FF.

La présence de cellules neurosécrétrices dans le système nerveux des Vers et des Mollusques, a été signalée pour l'une des premières fois en 1937 par B. Scharrer; cette découverte laissait soupçonner l'existence de processus endocriniens chez les Invertébrés. Depuis, de nombreuses publications sont venues grossir le volume de nos connaissances sur l'endocrinologie des Annélides (Polychètes, Oligochètes, Hirudinées) et des Mollusques (Gastéropodes, Lamellibranches, Céphalopodes).

Il faut admettre, même après trente années d'études, que de nombreuses et profondes lacunes existent dans ce champ de recherche. C'est pourquoi la mise au point de Durchon est une oeuvre capitale pour l'endocrinologiste, le physiologiste et le biologiste qui désirent se faire une idée exacte de la valeur des connaissances acquises dans ce domaine.

L'auteur précise, dans l'introduction de son étude, la distinction entre l'activité sécrétrice dans un neurone et la fonction hormonale. « On ne doit conclure à l'existence d'une fonction hormonale qu'après que le cycle d'activité sécrétrice ait été mis en corrélation avec des effets spécifiques au niveau d'une partie de l'organisme ».

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'analyse des données histologiques, histo-chimiques et ultrastructurales obtenues dans l'étude des cellules neurosécrétrices et des organes endocriniens ou, décrits comme tels, chez les Vers et les Mollusques.

Dans une deuxième partie sont exposées les données expérimentales. Chez les Vers et les Mollusques des déterminismes endocriniens interviennent dans de nombreuses modalités de la reproduction. L'auteur souligne que les formes libres dont la biologie est bien connue ont été les premières à être étudiées, en particulier chez les Annélides pour lesquelles l'étude expérimentale est d'une application facile. Chez les Mollusques, les données sont encore parfois rudimentaires en raison des difficultés opératoires, de la plus grande complexité des phénomènes sexuels et aussi, semble-t-il d'un manque d'intérêt de la part des chercheurs. Les principaux résultats acquis sont minutieusement analysés dans les différentes classes.

Dans le dernier chapitre sont groupés les résultats relatifs à l'équilibre hydrominéral qui permettent d'envisager son déterminisme endocrinien chez les Nemertes, les Oligochètes, les Gastéropodes et les Lamellibranches.

Dans la conclusion générale, l'auteur rappelle que l'ensemble des données recueillies démontre l'existence incontestable de régulations endocrines chez les Vers et les Mollusques. Mais il est difficile de différencier les cellules nerveuses qui sécrètent un principe hormonal de celles qui produisent une neuro-humeur. Des études sont encore nécessaires pour établir les chaînes des corrélations et la nature des principes actifs.

Cette excellente mise au point sur l'endocrinologie des Vers et des Mollusques aura une place de choix dans la bibliothèque de tout biologiste.

G.-Wilfrid CORRIVAUT

PILET, P.E. et GASPAR, Th., 1968. **Le catabolisme auxinique**. Masson, Paris. 148 p., 36 fig., 28 schémas, 24 tabl. 16,5 x 21,5 cm. Broché, 30 FF.

Depuis l'isolement et la caractérisation chimique de l'auxine par Kögl en 1933, la science des auxines a pris un développement considérable. Cependant dès 1928, avant même son identification chimique, l'auxine avait révélé à Went ce qui ferait la difficulté de son étude mais aussi son intérêt, sa biodégradation très rapide, par oxydation, aussi bien *in vivo* que *in vitro*.

De très nombreux travaux assez disparates et parfois contradictoires ont été publiés depuis lors dans le domaine du catabolisme auxinique. Une synthèse et une mise au point étaient nécessaires et urgentes. L'ouvrage de Pilet et Gaspar consacré à l'étude du catabolisme de l'acide β -indolylacétique, vient à son heure et constitue la première monographie exhaustive en langue française sur le sujet.

Après une revue assez complète des premiers travaux, il traite successivement des méthodes d'étude des auxines-oxydases, de la nature de ces enzymes, des mécanismes réactionnels, des produits de dégradation et cycles biochimiques qu'elle implique ainsi que des facteurs entraînant la variation du catabolisme auxinique.

Il examine ensuite quelques problèmes biochimiques posés par les auxines-oxydases, la distribution de celles-ci dans le règne végétal et leurs rapports avec quelques autres phytohormones. Enfin fort naturellement, les auteurs sont amenés à discuter des rapports entre le catabolisme auxinique et la croissance et à aborder certains problèmes physiologiques fondamentaux, comme la différenciation et quelques questions touchant la pathologie et la sénescence. En conclusion, les auteurs soulignent la complexité croissante des problèmes soulevés par l'étude du catabolisme auxinique et font pressentir que les recherches les plus fructueuses vont désormais être orientées vers des questions fondamentales touchant au domaine de la biologie moléculaire.

Présenté dans un format peu volumineux, très attrayant, écrit dans un style sobre et précis, cette étude permet au lecteur d'apercevoir de façon claire l'ensemble du sujet et de faire le point des connaissances actuelles. Le volume contient une moisson abondante des résultats les plus récents recueillis dans les travaux des auteurs et des autres grands noms de l'auxinologie. Ces résultats sont présentés dans des tableaux très soignés et illustrés par des figures et des schémas simples et très parlants. La densité exceptionnelle de l'information scientifique apportée par une bibliographie très complète de plus de 530 références fait de cet ouvrage un outil de travail très précieux pour tout biologiste ou biochimiste débutant ou chevronné.

Michel BRIQUET

BAEYENS, J., 1967. **La nutrition des plantes de culture**. Éditions E. Nauwelaerts, Louvain. 678 p., 38 diagrammes, 9 figures, 9 photos, 27 tableaux, 45 planches en couleurs. 15.5 x 25.0 cm. Broché, 1,060 FB.

L'auteur, le Professeur Bayens, est le directeur de l'Institut Pédologique de l'Université de Louvain. L'ouvrage est un véritable traité de physiologie végétale appliquée

aux plantes agricoles et condense les recherches accomplies en nutrition minérale des plantes au cours d'une vingtaine d'années à la Faculté Agronomique de Louvain.

Le livre se divise en quatre parties. Dans la première, l'auteur expose les principes fondamentaux de la physiologie végétale et discute en particulier : a) la relation eau-plante et le rendement des récoltes; b) l'atmosphère : énergie solaire, température, anhydride carbonique; c) la teneur en matière minérale des plantes agricoles et les mécanismes d'absorption des ions du sol par le système racinaire. Dans la deuxième partie, l'on trouve l'étude systématique d'une vingtaine d'éléments importants en nutrition minérale des plantes. L'étude porte sur la teneur, la forme et l'assimilabilité des ions dans le sol et sur la présence, le rôle physiologique, les cas de carence et de toxicité de ces mêmes ions dans la plante. Dans la troisième partie, l'auteur étudie les engrais employés à la ferme : engrais organiques, engrais chimiques azotés, potassiques, phosphatés et magnésiens, amendements calcaires, et il décrit certaines techniques de l'emploi des engrais. Le Prof. Baeyens, dans la quatrième partie, discute des phytohormones, des chélats dans la plante et le sol et de la qualité des produits végétaux. Il expose les lois générales de la croissance des plantes cultivées, les méthodes de détermination des besoins du sol et de la plante en principes nutritifs. Le dernier chapitre résume en anglais et en allemand chacun des vingt chapitres précédents.

La bibliographie est constituée d'environ 700 références dont la plupart sont récentes. Elle est suivie d'une annexe de planches en couleurs de maladies de carence minérale et de toxicité chez les principales espèces de plantes horticoles et de grande culture.

L'ouvrage s'adresse aux agronomes et techniciens agricoles, aux étudiants en sciences agronomiques aussi bien qu'aux chercheurs dans les divers domaines de la phytotechnie et des sols. À ces derniers, il offre une abondante bibliographie et propose de nombreux thèmes d'études et de recherches. Par conséquent, il est appelé à leur rendre de très grands services.

Nous croyons que cet ouvrage est unique en son genre dans la littérature scientifique française. Il se compare à l'excellent volume de Sir John Russell, *Soil Conditions and Plant Growth* et devrait se ranger près de ce dernier dans la bibliothèque de chaque agronome.

Henri P. THERRIEN

BOULLARD, B., 1968. **Les mycorrhizes.** Collection *Monographies de botanique et de biologie végétale*. Masson, Paris. VIII + 135 p., 34 fig. 16 x 24 cm. Broché, \$10.00.

Bien que la mycorrhization soit reconnue comme phénomène biologique depuis 80 ans, il existe encore une étonnante disproportion entre l'importance de ce phénomène pour la vie des plantes et celle que lui accordent les botanistes même les plus avertis. C'est pourquoi il faut accueillir avec enthousiasme ce nouveau volume du professeur Boullard qui présente, sous une forme simple et synthétique, les grands aspects du problème.

L'auteur ne s'est pas contenté de résumer séchement les travaux effectués mais il nous fait part de ses opinions sur tel ou tel aspect du phénomène, il nous fait participer à ce qu'il sent, à ce qu'il espère. Pour cette raison et pour bien d'autres, ce volume se présente non seulement comme une source d'information sur un problème biologique donné mais aussi comme une source d'inspiration pour les jeunes chercheurs en biologie végétale. Tour à tour il y est question de morphologie, de physiologie, d'écologie; l'auteur

fait aussi l'inventaire de la mycotrophie dans le règne végétal et ceci à partir des Bryophytes où il parle de mycothalles en passant par les Ptéridophytes où on rencontre des mycorrhizomes. Avant de décrire les applications passées, présentes et futures l'auteur discute de l'importance du phénomène pour la vie des plantes; il s'interroge par exemple sur le rôle possible et probable de la mycorrhization dans l'évolution du règne végétal. L'ouvrage se termine par un lexique qui enlève ce qu'il peut y avoir de mystérieux dans des termes comme tolypothamniscophagie.

Ce volume doit être recommandé à tout étudiant qui s'intéresse à la végétation cultivée ou spontanée et en particulier à ceux qui se préparent à effectuer leurs premières recherches.

J. André FORTIN

SOUGNEZ, N., 1967. **Les forêts de la Lorraine belge**. Étude phytosociologique. J. Ducleot, Gembloux, 2 vol., I: 114 p., 21 fig., II: 12 tab. 17 x 24 cm. Broché, 300 FB.

La Lorraine belge s'étend sur un territoire de près de 400 milles carrés situé entre le massif montagneux des Ardennes et la Lorraine française. L'auteur y a étudié la végétation forestière et celle des groupements subordonnés à la forêt, telle la végétation des coupes forestières, celle des groupements pionniers et buissons des lisières et des groupements cryptogamiques. Utilisant la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet, il reconnaît douze associations forestières et plusieurs sous-associations et variantes appartenant aux hêtraies, à la chênaie à charme, à la hêtraie-chênaie silicicole et aux forêts riveraines de frêne et d'aulne ainsi que huit associations de coupes forestières et de buissons. La description morphologique des profils associés aux divers groupements et des résultats d'analyse concernant la teneur en humus, le rapport C/N, la teneur en fer libre, le pH, la capacité totale de sorption et la teneur en argile et en sable sont données pour chaque horizon. La répartition des groupements et leurs aptitudes forestières sont aussi brièvement indiquées.

Les divers groupements étudiés appartiennent aux quatre zones forestières reconnues par l'auteur: (1) la zone de chênaies à charme, s'étendant sur toute la région marneuse septentrionale, (2) la zone de hêtraies acidophiles, occupant la cuesta infraliasique de la partie centrale du territoire (3) la zone de hêtraies mésotropes, située plus au sud, occupant la région des terrasses médioliasiques et (4) la zone de hêtraies basiclines, englobant la cuesta bajocienne et les marnes situées à l'extrémité sud du territoire étudié.

Une bibliographie de 66 références et de nombreux tableaux phytosociologiques de même qu'un tableau synthétique de distribution des types de forêts sur les diverses formations géologiques complètent avantageusement cet ouvrage intéressant.

Miroslav M. GRANDTNER

Sommaire

Morphologie comparée de l'abdomen du mâle des Cantharidae Silini (Coléoptères, Cantharoidea)	NOËL MAGIS	1041
Statut, affinités et origines des Anthidiinae parasites (Hymenoptera, Apoïdea, Megachilidae)	JEAN J. PASTEELS	1055
On the Heteroptera in the Provancher collection (Hemiptera)	LEONARD A. KELTON	1065
Note sur <i>Anax maritimus</i> Provancher (Odonata: Aeshnidae)	LUC FERNET, JEAN-GUY PILON et RENÉ BÉRIQUE	1081
Distribution of Québec Stoneflies (Plecoptera)	W.E. RICKER, RENÉ MALOUIN, PETER HARPER and H.H. ROSS	1085
Infection des cellules des gonades et du système nerveux de <i>Galleria mellonella</i> par le virus de la denonucléose	S. GARZON et E. KURSTAK	1125
Croissance du jeune Fou de Bassan (<i>Sula bassana</i>) pendant sa période pré-envol (Île Bonaventure, Québec)	JEAN M. POULIN	1131
Clutch size and incubation period of the American eider (<i>Somateria mollissima dresseri</i>) on Brandypot Island	DARYL GUIGNION	1145
Détermination du nombre de tas de crottins rejetés et du nombre de reposées établies, par jour, par l'original (<i>Alces alces</i>), en hiver	PIERRE DESMEULES	1153
Notes on the use of bark by Moose (<i>Alces alces americana</i> Clinton) in Laurentide Park (Québec)	PIERRE DESMEULES	1159
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Note on ethylene production by flowers of <i>Vaccinium angustifolium</i> Ait. following treatments with 2-chloroethane phosphonic acid and other growth regulators	F.R. FORSYTH and I.V. HALL	1165
Extension d'aire du Saumon d'eau douce (<i>Salmo salar</i>) au Québec	ROGER LEJEUNE et VIANNEY LEGENDRE	1169
REVUE DES LIVRES		1175

REVUES PUBLIÉES PAR L'UNIVERSITÉ LAVAL

RECHERCHES SOCIOGRAPHIQUES

Revue publiée par le département de sociologie et d'anthropologie de l'université Laval avec le concours du Centre de Recherches sociales. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$2.00 (3 numéros par an).

LAVAL THÉOLOGIQUE ET PHILOSOPHIQUE

Publiée par les facultés de théologie et de philosophie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$4.00, à l'étranger \$4.50, le numéro: \$2.00 (2 numéros par an).

SERVICE SOCIAL

Publiée par l'école de service social de l'université Laval. Elle traite de travail social, de bien-être, de médecine, de psychiatrie et de psychologie, de législation, d'administration publique et de sociologie. Abonnement annuel: au Canada \$3.00, à l'étranger \$3.50, le numéro: \$1.25 (3 numéros par an).

CAHIERS DE GÉOGRAPHIE DE QUÉBEC

Publiée par l'Institut de géographie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$8.00, le numéro: \$3.00 (3 numéros par an).

RELATIONS INDUSTRIELLES / INDUSTRIAL RELATIONS

Publiée en français et en anglais par le département des relations industrielles de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro: \$1.50 (revue trimestrielle).

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE / VOCATIONAL GUIDANCE

Publication officielle de la Corporation des Conseillers d'orientation professionnelle du Québec. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$1.25 (5 numéros par an).

Pour abonnements, s'adresser au

Service des revues,

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL,

C.P. 2447, Québec 2.

Sommaire

Morphologie comparée de l'abdomen du mâle des Cantharidae Silini (Coléoptères, Cantharoidea)	NOËL MAGIS	1041
Statut, affinités et origines des Anthidiinae parasites (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae)	JEAN J. PASTEELS	1055
On the Heteroptera in the Provancher collection (Hemiptera)	LEONARD A. KELTON	1065
Note sur <i>Anax maritimus</i> Provancher (Odonata: Aeshnidae)	LUC FERNET, JEAN-GUY PILON et RENÉ BÉRIQUE	1081
Distribution of Québec Stoneflies (Plecoptera)	W.E. RICKER, RENÉ MALOUIN, PETER HARPER and H.H. ROSS	1085
Infection des cellules des gonades et du système nerveux de <i>Galleria mellonella</i> par le virus de la denonnucléose	S. GARZON et E. KURSTAK	1125
Croissance du jeune Fou de Bassan (<i>Sula bassana</i>) pendant sa période pré-envol (Île Bonaventure, Québec)	JEAN M. POULIN	1131
Clutch size and incubation period of the American eider (<i>Somateria mollissima dresseri</i>) on Brandypot Island	DARYL GUIGNION	1145
Détermination du nombre de tas de crottins rejetés et du nombre de reposées établies, par jour, par l'original (<i>Alces alces</i>), en hiver	PIERRE DESMEULES	1153
Notes on the use of bark by Moose (<i>Alces alces americana</i> Clinton) in Laurentide Park (Québec)	PIERRE DESMEULES	1159
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Note on ethylene production by flowers of <i>Vaccinium angustifolium</i> Ait. following treatments with 2-chloroethane phosphonic acid and other growth regulators	F.R. FORSYTH and I.V. HALL	1165
Extension d'aire du Saumon d'eau douce (<i>Salmo salar</i>) au Québec	ROGER LEJEUNE et VIANNEY LEGENDRE	1169
REVUE DES LIVRES		1175

Volume 95,

N° 6,

novembre - décembre 1968

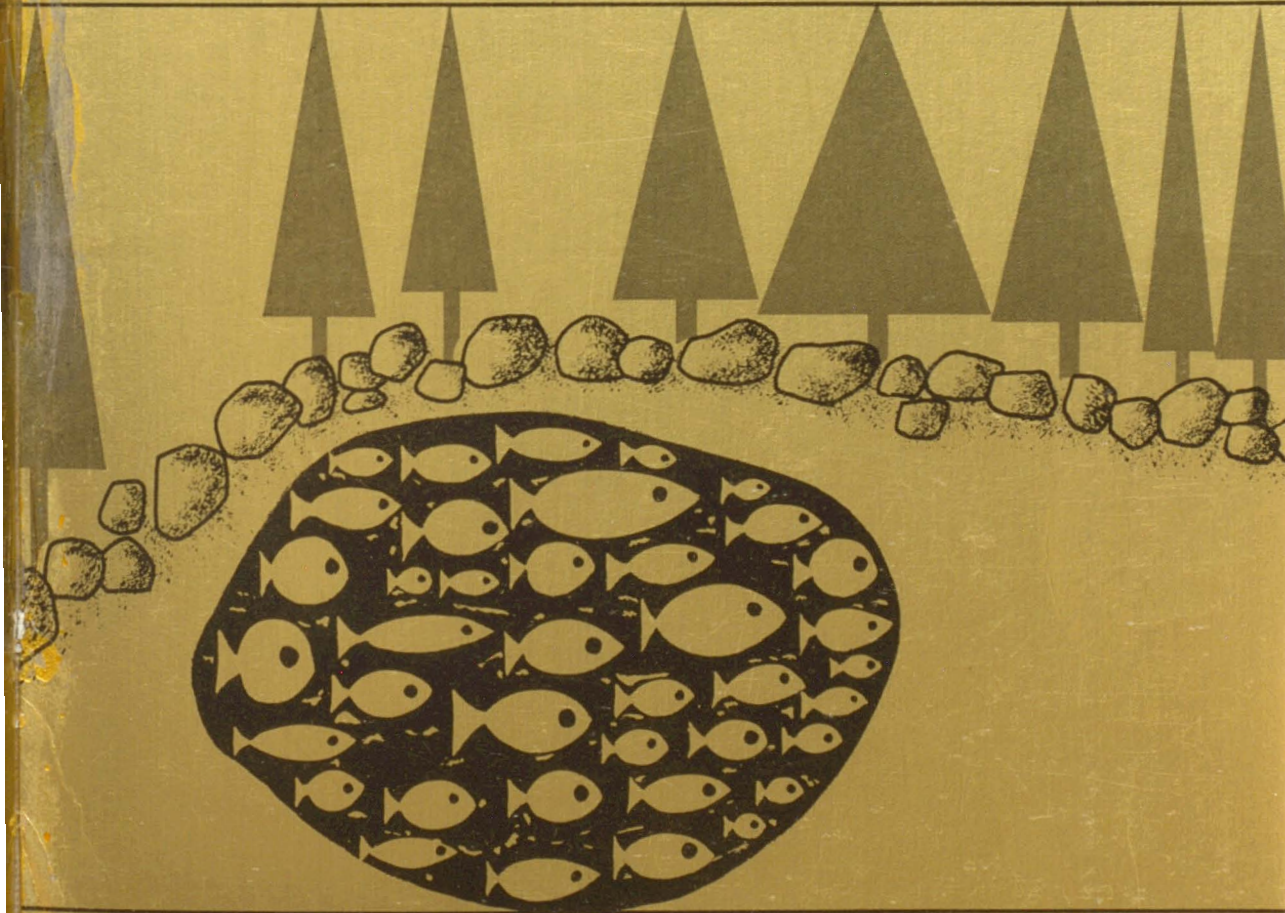
PROPRIÉTÉ DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC.

ÉDITIONS SPÉCIALES DU CENTENAIRE

1868 - 1968

SCIENCES DE LA TERRE

Le naturaliste canadien



Fondé en 1868
par l'abbé L. Provancher

Les Presses de l'Université Laval

LE NATURALISTE CANADIEN

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉIQUE, *Université Laval*

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences
de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOL, *Faculté catholique
de Lyon*

LLOYD M. DICKIE, *Institut océano-
graphique de Bedford*

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire
naturelle de Paris*

WILLIAM S. HOAR, *Université de la
Colombie-Britannique*

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 6.00 — à l'étranger : \$ 7.00 — le numéro : \$ 1.50

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le NATURALISTE CANADIEN accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

De brèves **communications scientifiques** seront acceptées pour publication rapide. Elles ne devront pas excéder 1 500 mots, titre et bibliographie compris. La préparation générale de ces notes doit être particulièrement soignée, car aucune épreuve n'est adressée aux auteurs, et ce, en vue d'en accélérer la publication.

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétaire de la rédaction**, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Le Ministère des Postes, à Ottawa, a autorisé l'affranchissement en numéraire et l'envoi comme objet de deuxième classe de la présente publication.

TRAVAUX DE GÉOLOGIE
ET DE PALÉONTOLOGIE

dédiés à la mémoire

de

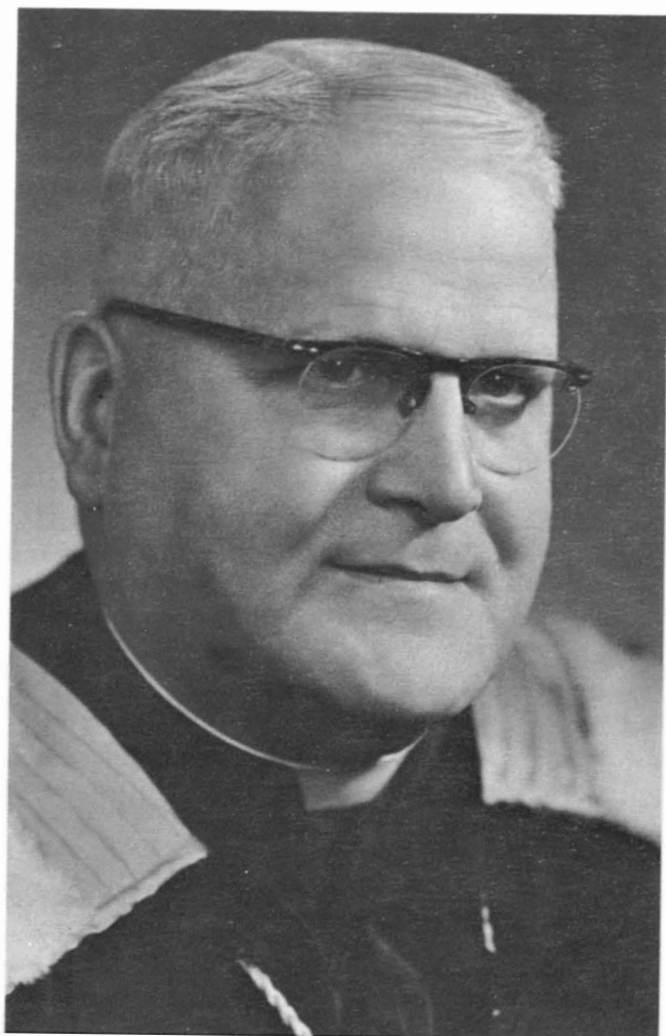
L'ABBÉ J.-W. LAVERDIÈRE

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE
(1938-1965)

SECRÉTAIRE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES
(1940-1956)

DIRECTEUR DU NATURALISTE CANADIEN
(1939-1967)

Les Presses de l'Université Laval



J.-Willie LAVERDIÈRE, ptre
2 septembre 1897 — 22 septembre 1967

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 95

Novembre-Décembre 1968

N° 6

L'ABBÉ J.-W. LAVERDIÈRE

1897 – 1967

ROBERT SABOURIN

Département de Géologie et de Minéralogie, Université Laval

C'est avec des sentiments de plaisir et de tristesse que j'écris ces quelques mots d'introduction à ce magnifique volume sur les sciences de la terre dédié à la mémoire de l'abbé Laverdière.

C'est avec plaisir que je constate le nombre et l'importance des travaux publiés. La plupart de ces articles sont des travaux d'anciens élèves et de collègues qui, à un moment ou un autre, ont profité de l'amitié, de l'encouragement et de l'aide de l'abbé Laverdière. Ce volume serait encore plus important si j'avais pu m'en occuper plus activement car bon nombre de collègues ont regretté d'avoir appris trop tard la publication de ce travail pour y contribuer. Ils pourront présenter leurs contributions plus tard et chaque article sera un rappel à la mémoire de celui qui travailla si efficacement à l'épanouissement de la géologie au Québec.

C'est avec tristesse que je songe qu'il ne peut feuilleter ce dernier numéro des éditions spéciales du centenaire de son NATURALISTE CANADIEN. L'emploi de ce possessif est délibéré, car pendant 35 ans le NATURALISTE fut vraiment son oeuvre. J'ai connu l'abbé Laverdière pendant 18 de ces années, puisque c'est en 1949 que j'arrivais au département de géologie et que j'eus le plaisir et l'avantage d'être son élève tant au premier qu'au troisième cycle. Ensuite j'eus l'honneur d'être plus intimement associé à lui comme professeur au département de géologie. J'ai donc été en mesure de constater le travail énorme qu'il a abattu pour le NATURALISTE CANADIEN. Des travaux déjà publiés (Bureau, 1968, Pouliot, 1967, Osborne, 1968) font état de la vie du NATURALISTE CANADIEN sous sa direction et j'y réfère le lecteur désireux d'en connaître plus long.

Il est difficile d'établir en quelques mots la dette que nous avons envers ce travailleur effacé et dévoué. Les anciens étudiants du département, qui oeuvrent dans le domaine de l'éducation ou dans la mise en valeur des richesses

naturelles pour les gouvernements et les compagnies minières, sont les témoignages vivants de l'efficacité de son enseignement et de l'amour des sciences de la terre qu'il leur a inculqué.

J'emprunte à l'un de ses amis, le grand géologue français Pierre Termier, les paroles suivantes – une des plus belles expressions que je connaisse de la vocation du géologue – que Termier lui-même accepterait sans doute d'appliquer à l'abbé J. Willie Laverdière.

« Sur le navire Terre qui nous emporte, dans l'immensité, vers un but que Dieu seul connaît, nous sommes des passagers de pont, des émigrants qui ne savent que leur propre misère. Les moins ignorants d'entre eux, les plus hardis, les plus inquiets, se posent des questions; ils se demandent quand a commencé le voyage de l'humanité et combien de temps encore il durera, comment marche le navire, pourquoi ses ponts et sa coque tremblent, et pourquoi des bruits montent parfois des profondeurs et sortent par les écoutilles; ils se demandent quels secrets recèlent les entrailles de l'étrange bateau, et ils souffrent de ne point connaître ces secrets ».

« Vous êtes, et je suis aussi, du groupe des inquiets et des hardis, du groupe de ceux qui voudraient savoir et qui ne sont jamais satisfaits d'aucune réponse. Ceux-là se tiennent ensemble sur la proue du navire, attentifs à tous les signes qui leur viennent de l'intérieur mystérieux, ou de la mer monotone, ou du ciel plus monotone encore. Ils se consolent les uns les autres, en parlant du rivage vers lequel ils croient profondément que l'on vogue, où l'on finira bien par arriver, où l'on accostera demain peut-être. Ce rivage, aucun d'eux ne l'a vu; mais tous le reconnaîtraient, sans hésiter, s'il surgissait à l'horizon ».

« Car c'est le rivage du pays de nos rêves, là où l'air est tellement pur qu'il n'y a pas de mort, le pays de nos désirs et son nom est « Vérité ». »

Références

- BUREAU, René, 1968. L'abbé J.W. Laverdière, éducateur et géologue (1897-1967). *Naturaliste can.*, **95**: 187-223.
- OSBORNE, F. Fitz, 1968. J. Willie Laverdière, 1897-1967. *Proc. R. Soc. Can.*, 4th series, **6**: 137-141.
- POULIOT, Adrien, 1967. J. Willie Laverdière, ptre. *Naturaliste can.*, **94**: 535-538.

GUETTARD'S MAP OF CANADA AND LOUISIANA
A GEOLOGIC FIRST

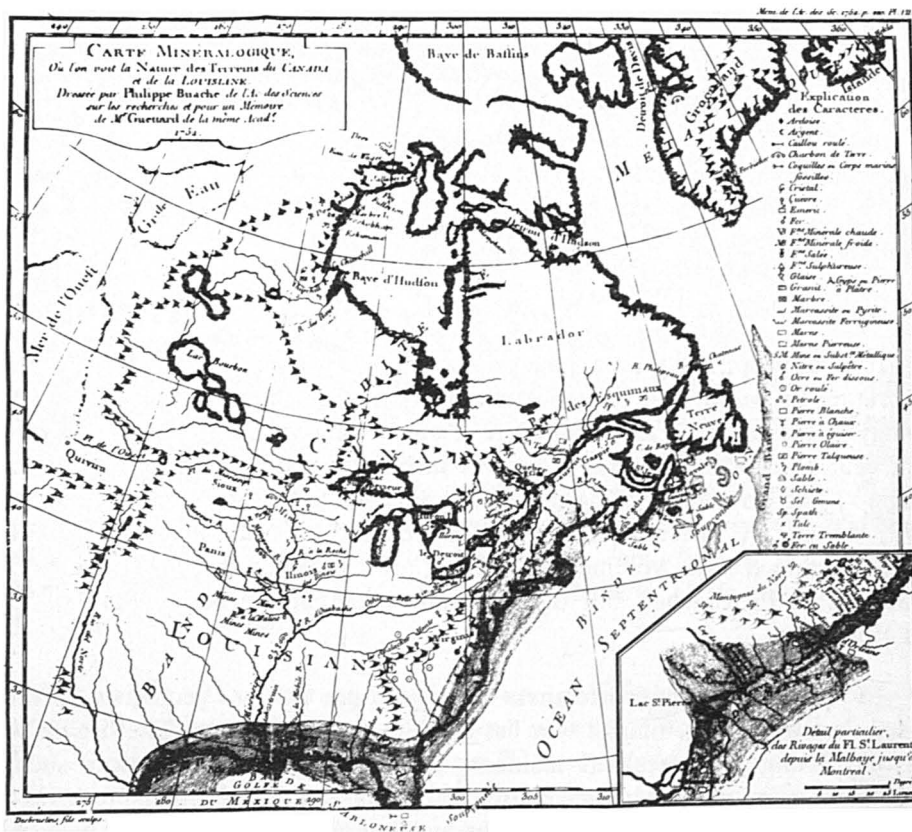
F. FITZ OSBORNE

Département de Géologie, Université Laval

It is appropriate that a paper honouring a geologist-editor of a journal celebrating its century of existence should be retrospective and concerned with geology. Volume II of *Le Naturaliste Canadien* has a note on a fossil walrus from near Bic and on Eozoon from Massachusetts under the heading « Paléontologie », but no other geological article appears until the issue of September 1872, Volume IV, when a series of notes prepared by Abbé Provancher started. These continued into volume VII. They are enlivened by observations and comments of Provancher, but the views are essentially Wernerian (IV, p. 369) and European.

In Volume V, the correctness of « géologue » vs. « géologiste » is discussed, but of greater interest is a list of Canadian naturalists. The list includes not only living and deceased residents of Canada, but also visitors such as P. Kalm, and authors who have used the observations of others to write on Canadian topics. The list has 26 principal naturalists of whom W.E. Logan, Elkanah Billings, J.W. Dawson, and T. Sterry Hunt were geologists. Two omissions are surprising: James Hall's report on the graptolites of the Lévis Formation was published in 1865 as the second decade of « Canadian Organic Remains » and ranks with Logan's « Geology of Canada, 1863 » as a most important contribution to Canadian Geology. The other name omitted is Jean Etienne Guettard, who in 1752 was responsible for the first geological map of Canada. His contribution of course antedates that of most of the others by a century.

Jean Etienne Guettard was born in 1715 about 30 miles southwest of Paris. His grandfather, an apothecary and herbalist, interested him in the study of nature and particularly of botany. His formal education was in medicine, which was then the only recognized advanced scientific study, and after graduation he was attached to the household of the Duke of Orléans and had charge of his natural history collections. He travelled extensively with the Duke and made use of his travels to study botany. Despite his preoccupation with plants, his interests overflowed into other fields. He observed a relationship between the plants and the inorganic material in which they grow. Furthermore, he recognized that both the plants and their supporting material form belts or tracts



Guettard's map of 1752

for which he used the word « bandes ». By envisioning the extension of the belts, Guettard was able to infer the probable distribution of either the plants or the inorganic materials. Where base maps were available, it was only a logical step to plot the limits of the belts. In practice, Guettard found it expedient to use some properties of the rocks in order to delineate the belts, and he chose features that he called « mineralogical » but under this name included things that would not be now so called. His first mineralogical map is dated 1746 and is of the Paris basin. His map shows the basin form of the region and indicates the extension of the formations across the English Channel. The stratigraphy of the Paris basin dominated the development of geology and stratigraphy in France, and the work of Cuvier and Brogniart disclosed errors in the first geological map. The first definitive map of the basin was produced in 1813 by d'Omalius d'Halloy, but the credit for its original recognition belongs to Guettard.

Only six years after the preparation of the first map, Guettard presented the map of Canada and Louisiana. This was in « Mémoire dans lequel on compare le Canada à la Suisse par rapport à ses minéraux ». The paper was read June 7, 1752, but not published until 1756.

The map, which is 11.5 by 10 inches, is on a conic projection at a scale of 1 inch equals 308 miles with an insert at a scale of 1 inch equals 62 miles showing the details of the geology between Malbaie and Montréal. The title is « Carte Minéralogique, où l'on voit la Nature des Terrains du Canada et de la Louisiane. Dressée par Philippe Buache . . . ». It extends from the Gulf of Mexico to Baffin Bay and from Iceland on the east to a half mythical region 800 miles west of Lac Bourbon (Lake Winnipeg).

Guettard did not visit Canada, but he records his indebtedness to Jean François Gauthier, King's Physician at Québec, and to M. Couange, Deputy Engineer at Québec, for information and specimens. He relied heavily on earlier published works and utilized specimens in collections in France. With the sources available to him, it is natural that most of the information is for the Atlantic seaboard and the drainage basins of the Mississippi and St. Lawrence rivers, with a small amount for Hudson Bay.

Guettard divides inorganic material into soils (*terre*), rocks, and metals. The soils include ochres and sands. Rocks are classified as vitrifiable or calcineable, the latter named group is further divided into those soluble in acid and those insoluble in strong acid. The classification of vitrifiable rocks is far from rigorous. Schists, according to him, include laminated sedimentary rocks as well as metamorphic rocks, but the category is broad enough to include soapstones, however, the discussion is not clear because it becomes discursive, a characteristic of much of Guettard's writing and perhaps the reason that the very great merit of his work was so long unrecognized.

The modern worker could be misled by the rock names. Thus a « chalk » at Montréal is considered to have been rendered fine-grained and friable as a result of rain and frost. The rock is a marl with gastropod shells. The brachiopod bearing argillaceous limestone from Pointe aux Trembles near Neuville is called a sandstone and is stated to be much used for buildings in Québec.

By application of a series of mineralogical and lithological criteria Guettard arrives at the conclusion that a schistose belt occupies most of North America. It extends from a short distance north of the Gulf of Mexico, through the region of the Great Lakes, across Labrador, and into Greenland, as well as an undetermined distance westward. It is flanked by a « marneuse » belt which occupies a part of the coast along the Gulf Mexico, northern Florida, parts of Virginia and Georgia, southern New England and parts of New York and Ontario. It is offset along a southeast trending line passing through Québec City to appear in Acadia. The « sabloneuse » belt is suspected to be present but concealed by the Atlantic ocean. Grand Bank may be part of it.

It is unlikely that Guettard would have produced the map if he had visited the region, however, it is possible to find excuses for the manifold errors in

the map with the data that were available to him. Several comments are pertinent. Guettard does not distinguish between lithified and unlithified formations. He insists on the validity of his system and its universality. He thus anticipated the inflexible Wernerian system, but he uses the Paris basin rather than Saxony as a typical terrane. The Paris basin provides a remarkably poor model for North America and Guettard's geological map is accordingly poor.

It is perhaps the poor quality of the map that has caused it to be rejected from consideration as the first geological map for a part of North America, and the map published in 1809 for William Maclure is accorded this distinction. In the 1817 edition this map, on a scale of 1 inch equals 120 miles, is of the United States east of the 94th meridian and is based on the Wernerian system. It is unquestionably much better than Guettard's map, although it does contain errors. However, the question of quality is not germane to the question of priority. Guettard's map of the Paris basin has been accepted as the first geological map. The map of Canada prepared six years later and bearing the same caption « Carte Minéralogique » must also be accepted as a geological map. It thus is the first geological map of a large part of North America.

Guettard's interest in subjects later to be called geological extended beyond geological maps. He realized the role of running water and rain in erosion, and he is renowned for having first recognized the effusive nature of the volcanic rocks of the Auvergne district. He recognized the significance of organic remains in rocks at a time when many picturesque explanations were offered for them. In 1779 he presented a paper of 82 pages with plates in which he compares the « accidents » of fossil shells to those of existing ones. This paper gives so much information on fossil associations that Ladd and Gunter (1957, p. 68) consider it to be the first paper in paleoecology.

It is surprising that Guettard, with his understanding of the nature of organic remains in rocks and his adherence to a system, did not perceive the usefulness of fossils in dating the rocks. As stated earlier, he was a prolific writer and the prolixity of his writing makes it difficult to ascertain the exact meaning of some passages. For example, the extended abstract to his 1852 paper, says (in translation), « The Canadian fossils occur in precisely the same order of arrangement that they have in Switzerland and in agreement with the conclusions drawn for France by Mr. Guettard ». Guettard used « fossil » in two senses : in one, as in the excerpt given above, fossil includes inorganic forms, but in the other sense it has the modern meaning. It is possible to find sentences or paragraphs in which he states his belief in the stratigraphic use. However, it is probable that Guettard here is using the term to include inorganic objects.

It is fitting that Guettard should be numbered among those contributing to the geology of Québec at a time before « geology » was used in its present

sense, and it is gratifying that an extended Canada should be the subject of the first geological map in North America.

References

- GUETTARD, J.E., 1751. Mémoire et carte minéralogique sur la nature et la situation des terrains qui traversent la France et l'Angleterre. Hist. de l'Acad. Roy. des Sciences, An. 1746, pp. 363-393.
- GUETTARD, J.E., 1756. Mémoire dans lequel on compare le Canada à la Suisse par rapport à ses minéraux. Hist. de l'Acad. Roy. des Sciences, An. 1752, pp. 189-220, 323-360, 524-538.
- GUETTARD, J.E., 1785. Sur les accidents des coquilles fossiles, comparés à ceux qui arrivent aux Coquilles qu'on trouve maintenant dans la Mer. Hist. de l'Acad. Royale des Sciences, An. 1779, pp. 189-220, 329-355, 399-419.
- LADD, H.S. and G. GUNTER, 1957. Development of marine paleoecology, in "Treatise on Marine Ecology and Paleoecology", vol. 2, pp. 67-73.

THE FE-C-O-S + (H₂O) SYSTEM :
PART I: EXPERIMENTAL RESULTS

MAURICE SEGUIN,

Département de Géologie, Université Laval, Québec 10, Canada

Résumé

Le présent article traite expérimentalement d'un système géologique important. Plusieurs réactions sont étudiées et les positions d'équilibre de ces différentes réactions sont déterminées. Le taux de réaction est la difficulté principale rencontrée dans l'étude d'un tel système. En terme de temps géologique, la durée des expériences est infiniment courte et donc on n'est jamais certain si l'équilibre cinématique a été établi. Le système décrit est étudié dans des conditions anhydres et aqueuses. L'addition d'eau affecte légèrement la position d'équilibre d'une réaction parce que pour une température et une pression données, elle change la fugacité de CO₂ ou le potentiel chimique des divers oxydes de soufre.

Abstract

The system Fe-C-O-S was studied in detail within the temperature and pressure range of 75° - 800°C and approximately 1 - 2900 bars respectively. The system was studied in both dry and hydrous conditions. Important experimental results at a pressure of 2000 bars in anhydrous conditions are the following:

Reaction	T °C	fO ₂ bar	fS ₂ bar	fSO ₂ bar
FeCO ₃ + S ₂ ⇌ FeS ₂ + Gas	~170			
FeCO ₃ + Fe ₂ O ₃ ⇌ Fe ₃ O ₄ + Gas	296 ± 9	10-29.2		
FeCO ₃ + Fe ₂ O ₃ + FeS ₂ ⇌ Fe ₃ O ₄ + Gas	313 ± 13	10-28.0	10-6.4	10-2.8
FeCO ₃ + FeS ₂ ⇌ Fe ₃ O ₄ + Fe _{1-x} S + Gas	382 ± 13	10-28.7	10-7.4	10-2.2
FeCO ₃ ⇌ Fe ₃ O ₄ + C + Gas	395 ± 13	10-27.4		
FeCO ₃ + Fe _{1-x} S ⇌ Fe _{1-x} S + Fe ₃ O ₄ + C + Gas	400 (?)			
FeCO ₃ ⇌ Fe ₃ O ₄ + Fe ₃ C + Gas	~415	10-31.8		
FeCO ₃ + FeS ⇌ FeS + Fe ₃ C + Fe ₃ O ₄ + Gas	~425 (?)			
FeCO ₃ ⇌ Fe + Fe ₃ O ₄ + Gas	438	10-32.1		
FeCO ₃ + FeS ⇌ Fe + FeS + Fe ₃ O ₄ + Gas	440	10-31.9	10-15.6	10-17.5

The addition of H₂O to the Fe-C-O-S system generally lowered the stability of the assemblages by some 15° - 20°C. The main effect of H₂O consists in breaking down the grain size to an ionic dimension and activating the reaction, i.e. speeding the attainment of equilibrium.

Introduction

The system Fe-C-O-S was chosen because even though a substantial amount of research was carried out on the iron sulfides, oxides, and a little less on the carbonates, no attempt was made to establish a correlation between them. The following research throws light on the conditions of formation and metamorphism of iron formations containing iron sulfides, oxides and carbonates. Temperature and the fugacities of oxygen and sulfur are the most important factors controlling these conditions. The present approach consisted in determining the phase relations between siderite, hematite, magnetite, pyrite and pyrrhotite.

Previous Experimental Work on the P-T-X Phase Relations of the System Fe-C-O-S

A thorough understanding of the six binary and four ternary systems is essential before attempting a determination of the quaternary phase relations. The quality of previous works and their degree of completeness must be examined and discussed. In this paper, the author does not intend to review the literature on the subject. The reader, if interested, is referred to Seguin (1965).

Experimental Procedure

STARTING MATERIAL

Iron: The iron was obtained from the U.S. Bureau of Standards, standard sample 55d, open-hearth iron. The analysis of the material shows that it contains 99.84 percent iron. The main contaminants are sulfur (0.014%) and arsenic (0.009%).

Sulfur: Crystalline Asarco sulfur was obtained from Central Research Laboratories, American Smelting and Refining Company, New Jersey. It contains only 0.001% impurity.

The pyrrhotite and pyrite used as starting materials were synthesized using methods described by Kullerud and Yoder (1959, p. 539). Magnetite was obtained by the author from a sand beach in the Mount Wright area, Québec, and contained 0.3% total impurities. The hematite was ferric oxide manufactured by Fisher Scientific, analysis lot No. 491812 in which the principal contaminant is 0.20% sulfate.

The siderite used was a natural specimen from Ivigtut, Greenland, given to the McGill collection by Dr. Hans Pauly in 1959. It was tested spectrographically for Ca, Na, Ba, Mg, Cd, Pb, Sr, Ti, Cu and Bi all of which were not detected, but contained approximately 0.13% Mn.

The nickel used was a very pure powder obtained from Dr. A.R. Graham, Falconbridge Nickel Mines Ltd.

Nickel oxide (NiO) was synthesized by the oxidation of nickel at 1000°C in approximately two days.

Very pure ground silica glass was used for the SiO₂ reagent. Fayalite was synthesized from SiO₂ and FeO in evacuated silica capsules at a temperature of about 1100°C in seven days. The FeO was synthesized from Fe₂O₃ and Fe at 1000°C in five days in an evacuated silica tube. The carbon used was a mineralogically pure natural graphite. In a few instances, spectroscopically pure carbon electrodes were used.

TECHNIQUES

Rigid silica tubes : — All experiments at pressures below approximately 75 to 100 bars¹ were carried out in evacuated silica glass capsules in the manner described by Kullerud (1953). It was soon found that siderite dissociates at much lower temperatures than the majority of carbonate minerals. At approximately 450° the internal pressure becomes so great that the silica capsules explode.

Gold tubes : — For the experiments at high pressures and temperatures standard hydrothermal techniques using cold seal bombs were employed.

Buffering techniques : — In the buffered experiments, the oxygen fugacities were controlled in the manner described by Eugster (1957). This is an excellent method to control the fugacity of O₂ but cannot be used if sulfides are present in the system because at these temperatures and pressures, platinum sulfide is stable. Instead, only one gold tube was used, at one end of which the material to be buffered was placed (in this case FeCO₃), and, at the other the buffer. A wad of pyrex-wool that separates the buffer and FeCO₃ allowed the diffusion of the vapor.

At low temperature and pressure an attempt to buffer FeCO₃ was unsuccessful. In this case, a weighed amount of FeCO₃ was introduced in a small silica tube and blocked at the end with pyrex-wool : this tube was in turn introduced in a bigger silica tube which contained the oxygen buffer and finally evacuated to about 0.02 mm. of Hg. At these very low pressures a trace of FeCO₃ always dissociated to Fe₃O₄ independently of the oxygen buffer used. It is believed that equilibrium is obtained only if a fraction of FeCO₃ is dissociated in order to have a CO/CO₂ ratio in equilibrium with the oxygen buffer.

¹ Strength calculated according to formulae supplied by Corning Glass Company.

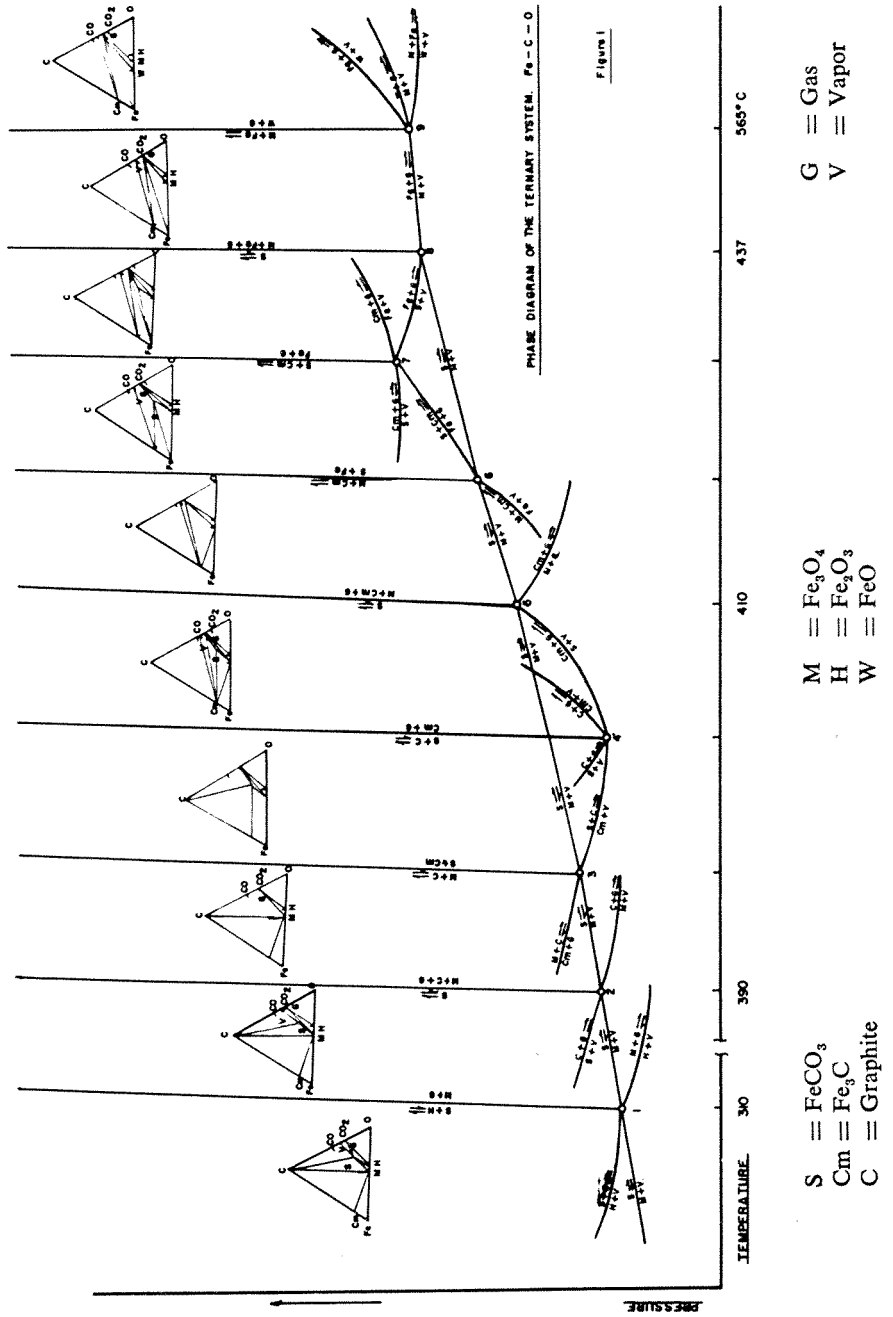


FIG. 1.—Succession of assemblages in the ternary system Fe-C-O.

Nevertheless, these data proved to be useful in establishing the stability of FeCO₃ at temperatures and total pressures lower than 280°C and one atm. respectively. In this case the volume was measured and the total pressure was calculated assuming ideality of the gases present.

IDENTIFICATION OF THE PRODUCTS

When the runs were opened, after quenching, the products were identified at room temperature by their macroscopic physical properties, optical properties in reflected and transmitted light and x-ray powder diffraction patterns employing either a Norelco diffractometer or a Guinier focussing powder camera.

Study of the Fe-C-O Ternary System

Before going into the experimental results, the phase relations that one might expect on studying the ternary system Fe-C-O will be discussed on theoretical grounds.

Figure 1 shows the different possible assemblages in the ternary system Fe-C-O and nine invariant points which occur in the temperature range 310° – 565°C. The phases coexisting at each of the invariant points are :

<i>No.</i>	<i>Phase</i>
1	FeCO ₃ -Fe ₂ O ₃ -Fe ₃ O ₄ -Gas-Vapor
2	FeCO ₃ -Fe ₃ O ₄ -C-Gas-Vapor
3	FeCO ₃ -Fe ₃ O ₄ -C-Fe ₃ C-Vapor
4	FeCO ₃ -C-Fe ₃ C-Gas-Vapor
5	FeCO ₃ -Fe ₃ C-Fe ₃ O ₄ -Gas-Vapor
6	FeCO ₃ -Fe ₃ O ₄ -Fe-Fe ₃ C-Vapor
7	Fe-Fe ₃ C-FeCO ₃ -Gas-Vapor
8	FeCO ₃ -Fe ₃ O ₄ -Fe-Gas-Vapor
9	Fe-FeO-Fe ₃ O ₄ -Gas-Vapor

Other invariant points are possible at high temperature (e.g. wüstite-iron-cementite-carbon-vapor) but they are of no geological interest, the conditions being extremely reducing.

TABLE I

fugacities of the different gases at the upper stability of siderite in equilibrium with various buffers.

A. Buffers used to control the fO_2

Buffer	(total pressure)	(temperature)	(fugacity)
	P bars	T °C	fO_2 bars
1. Fe - Fe_3O_4	2000	438	10-32.1
	1000	436	10-32.2
	1	435	10-32.3
The individual experimental data are shown on Figure 9.			
2. Fe_2SiO_4 - Fe_3O_4 - SiO_2	2000	364	10-32.1
	1000	359	10-32.4
	1	355	10-33.2
For the individual experimental results, the reader is referred to Figure 10.			
3. Ni - NiO	2000	347	10-30.8
	1000	344	10-31.0
	1	340	10-31.4
See Figure 11 for individual data.			
4. Fe_2O_3 - Fe_3O_4	2000	296	10-29.2
	1000	290	10-29.9
	1	286	10-30.5
The individual values are shown on Figure 2.			

B. Buffers used to control the fS_2 and fO_2 .

Buffer	(total pressure)	(temperature)	(fugacity)	(fugacity)	(fugacity)
	P bars	T °C	fS_2 bars	fO_2 bars	fSO_2 bars
1. Fe - FeS - Fe_3O_4	2000	440	10-15.6	10-31.9	10-17.5
	1000	438	10-15.8	10-32.1	10-17.6
	1	436	10-16.1	10-32.2	10-17.6
The individual values are indicated on Figure 15.					
2. FeS_2 - $Fe_{1-x}S$ - Fe_3O_4	2000	382	10-7.4	10-28.7	10-6.8
	1000	380	10-7.8	10-28.9	10-6.8
	1	377	10-8.2	10-29.1	10-6.9
The reader is referred to Figure 14.					
3. FeS_2 - Fe_2O_3 - Fe_3O_4	2000	313	10-6.4	10-28.1	10-2.8
	1000	310	10-6.6	10-28.3	10-2.9
	1	308	10-6.9	10-28.4	10-2.9
(see Figure 13).					

The stability of siderite in some of the above assemblages is as follows:

<i>Invariant Point No.</i>	<i>Buffer</i>	<i>T</i>
1	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Fe}_3\text{O}_4$	287°C
2	$\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-C}$	390°C
3	$\text{Fe}_3\text{C-Fe}_3\text{O}_4$	410°C
4	$\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-Fe}$	437°C

For fugacities of various assemblages see Table I. The above table is a résumé of some of the determined points which will be discussed later.

Siderite is not stable in the presence of the assemblage $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-FeO-Fe-Gas-Vapor}$, but the temperature of invariancy is obtained by the dissociation point of FeO to Fe_3O_4 and Fe below 565°C (Darken and Gurry, 1945). Assuming a small carbon solubility in Fe , this invariant point is a ternary invariant point.

The total pressure was not measured but it is reasonable to assume that it increases with increasing temperature. Even though the position and area of the various fields considered in Figure 1 are not exact, the general sequence is believed to be correct.

In order to fit the theoretical aspect, based on Gibb's phase rule, to the experimental data obtained, four assumptions were made :

1. A difference was established between « Vapor » and « Gas ». « Vapor » is the gaseous phase at subcritical temperatures and pressures whereas « Gas » is used for the more dense, gaseous or fluid-like, supercritical fluid phase. These terms were used in this sense by Kullerud and Yoder (1959).

2. Siderite disappears twice in the phase diagrams to reappear a few degrees higher. This means that siderite is not stable any more above a certain temperature for a given oxygen buffer having an equilibrium gas phase of a composition G_1 . However, if the composition of the gas is changed to G_2 (more CO rich) for another oxygen buffer, then FeCO_3 is stable.

3. The « Gas » phase must contain slightly more iron than the « Vapor » phase so that a tie line can be drawn from « Gas » to C (Graphite) without passing through « Vapor ».

4. The vapor phase lies on the extension of the tie line $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeCO}_3$, so that the univariant line $\text{S} \rightleftharpoons \text{M} + \text{V}$ contains only three phases because we consider in this special case only a two component system or a ternary degeneracy. This is only for simplicity since its composition is unknown, and it may shift to either side at various temperatures.

Fe-C-O-S System

Some 430 experiments were conducted to determine the gross outlines of the system in anhydrous conditions. In many instances, equilibrium was not attained in the anhydrous system because the curves are subject to rate effects mainly due to grain size and time. In most of the experiments performed in the anhydrous system, the stability curve was determined on the basis of dissociation reactions because these proceeded with relative freedom under the conditions employed. In such studies, it is highly desirable to bracket the equilibrium curve by reversing the reaction. However, the association reaction was very difficult to achieve because of limited nucleation of FeCO_3 from its components. In a few instances, reversal was achieved in experiments of long duration. Further it is believed that nucleation begins only at temperatures well below the stability curve and for this reason, the experimental curves based on dissociation reactions are believed to approximate more closely the true equilibrium stability limits. Only the univariant reactions are discussed at greater length in this section.

The FeCO_3 - Fe_2O_3 Assemblage

This assemblage was studied in greater detail than most others and many runs were done to establish as exactly as possible its stability limit.

Considering the reaction $\text{FeCO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ and applying the phase rule, one finds one degree of freedom and if the pressure P is fixed, then the temperature must be fixed. The system is univariant, and the unique boundary line between $\text{FeCO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ and $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ in Fig. 2 shows little variation in temperature as a function of confining pressure. The grain size of the starting material used was $-120 + 335$ mesh. The solid line indicates the stable state while the dashed curve represents the metastable state of the reaction. At about one atmosphere total pressure, the temperature T is $285 \pm 9^\circ\text{C}$; at $P = 1000$ bars, $T = 290 \pm 9^\circ\text{C}$; and at $P \approx 2000$ bars, $T = 296 \pm 9^\circ\text{C}$. Under these experimental conditions, FeCO_3 and Fe_2O_3 remain in metastable coexistence, but in decreasing amounts, for more than 100°C above the stability curve. The runs at 1000 and 2000 atms. were kept in the bombs for an average of 175 hours while the ones at low pressure in evacuated silica tubes were kept in the furnaces up to three months. The difference of temperature in the region of metastability is of the order of 150°C at high pressure and only 90°C at low pressures. The reaction $\text{FeCO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$ has a great advantage on many others; it is self-buffered. In other words, as soon as a small amount of Fe_3O_4 forms from the reaction $\text{FeCO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, the assemblage $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ controls the $f\text{O}_2$ of the system.

In order to apply the phase rule, the system must be reversible. Four attempts to reverse the system $Fe_3O_4 + CO_2 \rightleftharpoons Fe_2O_3 + FeCO_3$ at temperatures of 270°C and 250°C and at total pressure of 1000 and 2000 atms. yielded a few grains of $FeCO_3$ but no Fe_2O_3 at least in measurable quantity using the Guinier x-ray camera. It is noteworthy that the temperature of 365°C, at 1000 bars, obtained by French and Eugster (1965), is located in the region of metastable coexistence for $FeCO_3$ and Fe_2O_3 as determined in the present investigation (see Fig. 2). Considering the sluggish nature of the reaction, any correction in the curve would tend to shift it to lower not higher temperatures, hence at 1000 atms. total pressure, the reaction siderite + hematite \rightleftharpoons magnetite + gas takes place at 290°C rather than 365°C.

Similar studies were carried out for the following assemblages: 1) $FeCO_3 + Fe_{1-x}S$, 2) $FeCO_3 + Fe_{1-x}S + Fe_2O_3$, 3) $FeCO_3 + FeS_2$, 4) $FeCO_3 + S_2$, 5) $FeCO_3 + FeS_2 + Fe_2O_3$.

It would be too lengthy to discuss each assemblage in detail, only assemblage 4 will be treated in a more detailed fashion as a model :

Assemblage 2: This assemblage is still unstable down to a temperature of 200°C. It is very probable that the different phases cannot coexist even at room temperature.

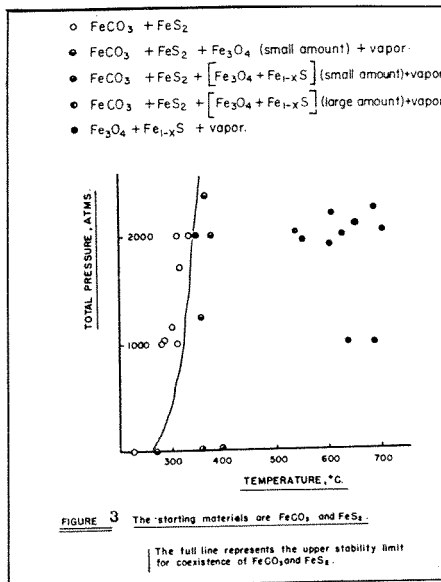
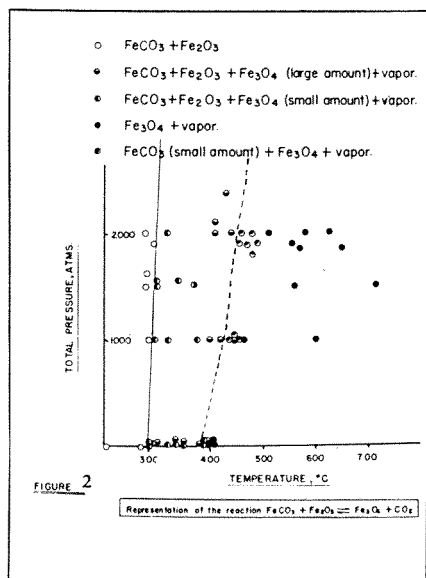


FIG. 2—In presence of hematite and magnetite, siderite is stable to the left of the solid line and metastable in the region located between the solid and dashed lines.

FIG. 3—In the reaction involving siderite and pyrite, little magnetite starts forming at approximately 300°C but magnetite and pyrrhotite are present at 345°C only.

Assemblage 3: $\text{FeS}_2 + \text{FeCO}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Fe}_{1-x}\text{S} + \text{gas} (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{SO}_2 + \text{O}_2 + \text{S}_2)$. Considering the phase rule, the reaction is univariant and the fugacities of sulfur and oxygen are fixed for a given temperature. The full line represents the upper stability limit for coexistence of FeCO_3 and FeS_2 (see Fig. 3). Below this boundary, FeCO_3 and FeS_2 are stable. Above this boundary, a little magnetite and occasional pyrrhotite form. The runs at high pressure were generally kept in the bombs a minimum of 15 days but more commonly 20 to 85 days. In evacuated silica glass capsules, some were kept up to three months.

In the case of high pressure runs, tiny amounts of magnetite were detected and at a slightly higher temperature, a very faint line of pyrrhotite was observed on Guinier films. At low pressure, that is, about 1 bar total pressure, (temperature 340°C), a small amount of iron-rich pyrrhotite, the composition of which varies between 49.5 and 47.0 atomic per cent Fe and magnetite were detected. At a temperature of approximately 100°C above the previously mentioned boundary, then Fe_3O_4 and Fe_{1-x}S definitely both form and the composition of the Fe_{1-x}S is generally more sulfur-rich having a composition varying between approximately 46 and 45 atomic per cent Fe.

Assemblage 4: At temperature where sulfur occurs in the solid state, no reaction takes place with siderite. When sulfur is in the molten state ($\sim 150^\circ\text{C}$ at 1000 atms. and $\sim 170^\circ\text{C}$ at 2000 bars) it reacts with siderite to form pyrite. Fe_3O_4 or Fe_2O_3 produced by dissociation of FeCO_3 are not stable in the presence of free sulfur where only FeS and/or FeS_2 plus vapor are stable. The incongruent melting point of FeS_2 at 743°C (Kullerud and Yoder, 1959) does not change within experimental error in the presence of the foreign gases such as CO , CO_2 and SO_2 .

Assemblage 5: The reaction $\text{FeCO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2 + \text{gas}$ in presence of FeS_2 involves five phases and four components. Consequently this assemblage is univariant; it is located at 313°C at 2000 bars, 340°C at 1000 bars and 279°C at approximately 1 bar total pressure.

System $\text{Fe-C-O-S} + \text{H}_2\text{O}$

This system has more important geological applications because it simulates hydrothermal conditions.

Some 100 experiments were performed in the hydrous system. In general, the main effect of H_2O is to lower the stability field of the different phases in the hydrous Fe-C-O-S system by zero to 25°C . This lowering of the FeCO_3 stability in H_2O forming ionic species like HCO_3^- and $\text{CO}_3^{=}$ is interpreted as a solution effect that tends to reduce the grain size to ionic particles.

The experiments conducted in the anhydrous system were also carried out under hydrothermal conditions. Coming now to theoretical considerations, many questions arise. Should H₂O and H₂ be considered as new components? If so, do they change the phase relations in a particular system as compared to the equivalent dry system? To answer the first question, it is stated that if a new compound is formed depending directly on the presence of a new component (in this case H₂), then this component must be considered in the system. Let us consider, for instance, the following probable reaction:

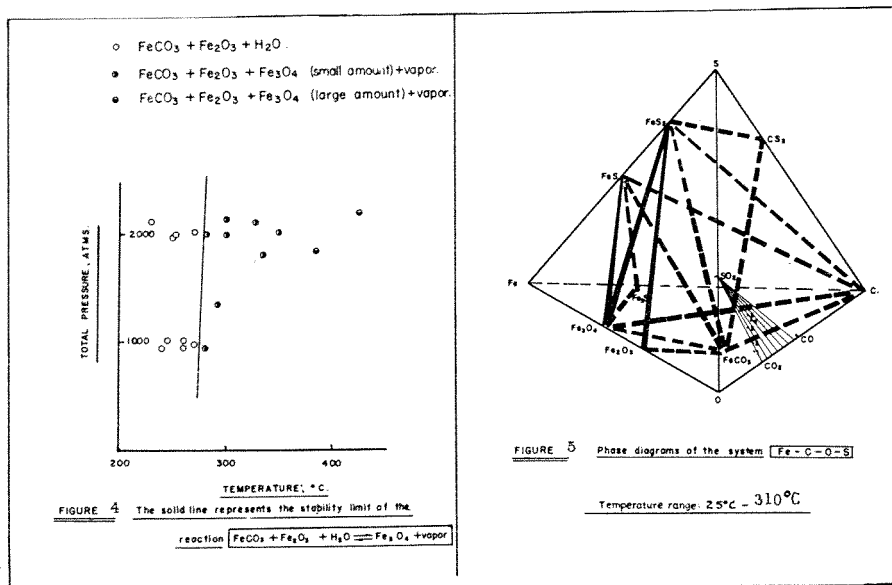


Fig. 4-Stability of siderite in presence of hematite, magnetite and water.

Fig. 5-Phase diagrams of the system Fe-C-O-S in the temperature range 25-310°C. In this figure and the following ones, FeS should be read Fe_{1-x}S. Uncommon minerals such as Fe₃S₄ are not shown.

$FeCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + CO_2 + CO + O_2 + H_2 + HCO_3^- + CO_3^{2-} =$
 where CO, CO₂, O₂ and H₂ are in the gaseous state and HCO₃⁻, CO₃²⁻ are in an aqueous solution. CH₄ may also be present in the gaseous state in assemblages where the fO₂ is low, e.g. Fe₃O₄ - Fe, Fe₃O₄ - C, reducing considerably the fH₂ with respect to fH₂O. In the present calculations, it was assumed that CH₄ did not form. If H₂, or H₂O, is considered as a component, then there exist four phases, four components and the system is divariant: if H₂, or H₂O, is not considered as a component, there are three phases, three components and the system is still divariant. On the basis of Gibb's phase rule alone, it cannot be decided whether or not H₂ should be considered as a component.

The assemblage $Fe_2O_3 + FeCO_3 + H_2O$

The effect of water on the reaction $FeCO_3 + Fe_2O_3 \rightleftharpoons Fe_3O_4 + CO_2$ is not very important when comparing Fig. 4 with Fig. 2. The only effect which seems significant within the limits of experimental error consists in the lowering of the univariant curve by some 15°–20°C. The other relations are exactly the same, and in particular the very small temperature effect with increasing pressure on the boundary line is characteristic.

Considering the reaction $FeCO_3 + Fe_2O_3 + H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + \text{gas} + \text{aqueous solution}$ (because at these temperatures and pressures, H_2O is below its critical point and hence still in the liquid state), then there are five phases and four components. It was assumed that the gas and liquid form immiscible phases in order to have sufficient phases to render the reaction univariant. The similarity of these results with the ones in the anhydrous conditions support this assumption, and the experiments of Malinin (1959) would confirm this.

Each of the five assemblages mentioned before was studied in detail in hydrous conditions as well. In the interests of brevity these will not be discussed, but the reader is referred to Seguin (1965).

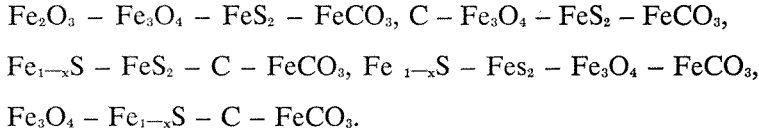
Quaternary phase relations

Figure 5 represents phase relations in the Fe–C–O–S system in the temperature range 25°–310°C and respective pressure of approximately 1–2900 bars. At 46°C and 1 bar as well as at 273°C and 75 bars, CS_2 is at its critical temperature and pressure and this liquid phase disappears. Its vapor can then be included in the vapor phase and because of its high volatility and rarity in nature, it will form a very small proportion of the vapor phase. Above the critical point of CS_2 , the tie lines $FeS_2 - CS_2$ and $FeCO_3 - CS_2$ disappear. This figure is drawn on an approximate atomic per cent scale but has been distorted in part to clarify the representation. The tie lines narrow away from the viewer.

Experiments have shown that at temperatures as low as 170°C, the tie lines $Fe_3C - FeS_2$ and $Fe_{1-x}S - CS_2$ are non-existent. At room temperature, the assemblages may be metastable. The tie line $Fe_3C - FeS$ is stable up to very high temperatures while the tie line $FeS_2 - CS_2$ breaks down below 273°C.

The tie lines connecting the various vapors to their coexisting condensed phases have been omitted for clarity; the composition of the vapors change with various assemblages and this is illustrated in the diagram by a series of lines in the C–O–S ternary face. For the more highly oxidized assemblages, the composition of the vapor lies somewhere between CO_2 and SO_2 but much closer to the former. As the assemblages become more reduced, the vapor composition becomes progressively enriched in CO and SO_2 . The univariant assem-

blages of especial importance in nature will be listed in order of increasing reducing conditions. They are:



The composition of pyrrhotite is labelled FeS, but for some assemblages it should be read as Fe_{1-x}S. The need for the Fe₃O₄ - C and Fe₃O₄ - Fe₃C tie lines arose from considerations of the phase rule and of the P-T curves, in order to fit the succession of invariant points (with increasing T) to the experimentally derived assemblages (see Figure 1).

It is possible that the upper temperature limit may be lowered by 15°–20°C on addition of water. In the presence of water, the mineral goethite is stable up to a temperature of approximately 150°C (v.g. Tunnell and Posnjak, 1931) then breaking down to hematite and water. The assemblage Fe₂O₃ - Fe₃O₄ - FeS₂ - FeCO₃ is stable up to the temperature 310°C at the vapor pressure of the assemblage. The experimental results are incompatible with the theory concerning the upper temperature limit. On theoretical grounds, the Fe₂O₃ - FeCO₃ tie line cannot disappear before the FeCO₂ - FeS₂ - Fe₂O₃ phase field disappears. This is contradictory to the experimental results which were examined and conducted many times. There are no reasons to discard one set of data at the expense of the other but because a little magnetite is dissociated from FeCO₃ in presence of the buffer Fe₂O₃ - Fe₃O₄, the author assumed that FeCO₃ starts dissociating at the same temperature (~310°C) for both buffers Fe₂O₃ - Fe₃O₄ and Fe₂O₃ - Fe₃O₄ - FeS₂.

The assemblage Fe₂O₃ - Fe₃O₄ - FeS₂ - FeCO₃ becomes unstable at 310°C; the tie line Fe₂O₃ - FeCO₃ disappears and the remaining phases are stable up to an approximate temperature of 377°C at the vapor pressure of the assemblage. The important univariant assemblages are: FeCO₃ - Fe₂O₃ - Fe₃O₄ - FeS₂, Fe_{1-x}S - FeS₂ - Fe₃O₄ - FeCO₃, C - FeS₂ - Fe₃O₄ - FeCO₃, C - FeS₂ - Fe_{1-x}S - FeCO₃, C - Fe_{1-x}S - Fe₃O₄ - FeCO₃.

The phase relations shown in figure 6 are stable in the approximate range 375°–390°C at vapor pressure. The univariant assemblages are: Fe₂O₃ - Fe₃O₄ - FeS₂, Fe_{1-x}S - FeS₂ - Fe₃O₄ - C, C - Fe₃O₄ - Fe_{1-x}S - FeCO₃, C - Fe₃C - FeS - Fe₃O₄, Fe - Fe₃O₄ - Fe₃C - FeS, Fe_{1-x}S - FeS₂ - FeCO₃ - C and Fe_{1-x}S - FeS₂ - FeCO₃ - Fe₃O₄. Above the temperature and pressure conditions in figure 6, the assemblage Fe_{1-x}S - FeS₂ - Fe₃O₄ - FeCO₃ is no longer stable, because the reaction FeCO₃ + FeS₂ ⇌ Fe₃O₄ + Fe_{1-x}S + Gas takes place.

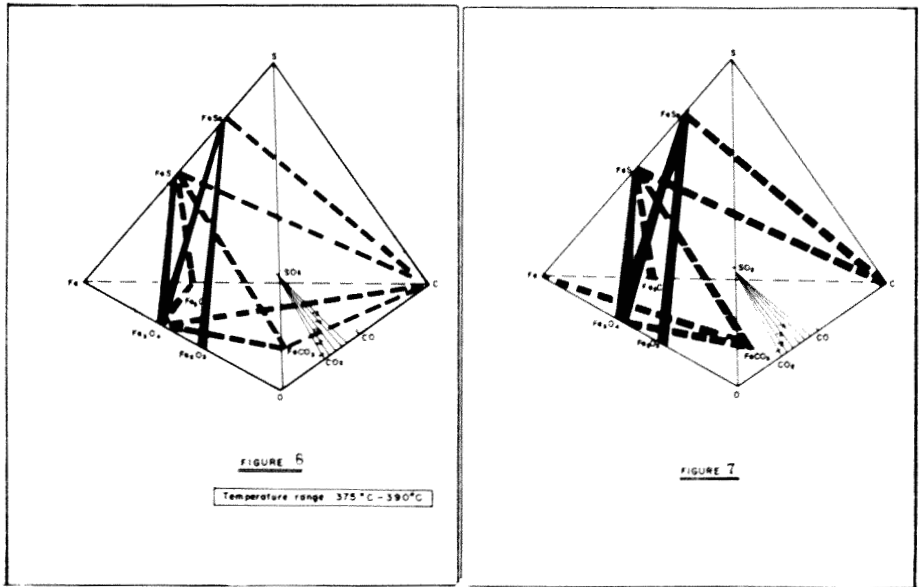


FIG. 6—Phase diagrams of the Fe–C–O–S system in the temperature range 375–390°C.

FIG. 7—Phase relations in the Fe–C–O–S system for temperatures ranging between 420°C approximately and 437°C.

In the temperature range 390°C to approximately 410°C and at vapor pressure, the $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{C}$ tie line is replaced by a $\text{Fe}_3\text{C} - \text{FeCO}_3$ tie line. The new univariant assemblages are: $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS}_2$, $\text{FeS}_2 - \text{Fe}_{1-x}\text{S} - \text{Fe}_3\text{O}_4$, $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_3\text{C} - \text{Fe}_{1-x}\text{S} - \text{FeCO}_3$, $\text{C} - \text{Fe}_3\text{C} - \text{Fe}_{1-x}\text{S} - \text{FeCO}_3$, $\text{FeS} - \text{Fe} - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_3\text{C}$. The tie line $\text{FeCO}_3 + \text{C}$ may or may not be stable throughout this temperature range. Referring to figure 1, it is known on theoretical grounds that the reaction $\text{FeCO}_3 + \text{C} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{C} + \text{Gas}$ must proceed at some temperature between the invariant point 2 (390°C) and point 5 (temperature unknown but approximately 410°C). Thus, the tie line change $\text{FeCO}_3 + \text{C}$ to $\text{Fe}_3\text{C} + \text{Gas}$ and the disappearance of the assemblage $\text{FeCO}_3 - \text{FeS} - \text{Fe}_3\text{C} - \text{C}$ occur at some undetermined temperature between 390°C and 410°C. The new univariant assemblages are: $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS}_2$, $\text{Fe}_{1-x}\text{S} - \text{FeS}_2 - \text{Fe}_3\text{O}_4$, $\text{Fe}_3\text{C} - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS} - \text{FeCO}_3$, $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe} - \text{FeS} - \text{Fe}_3\text{C}$.

At some uncertain temperature between 410°C and 437°C at vapor pressure of the assemblage, the tie line $\text{Fe}_3\text{C} - \text{FeCO}_3$ breaks down to $\text{Fe} - \text{Gas}$. This reaction was not determined experimentally sufficiently well to report a temperature. Below this temperature, the assemblages are: $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS}_2$, $\text{Fe}_{1-x}\text{S} - \text{FeS}_2 - \text{Fe}_3\text{O}_4$, $\text{Fe}_3\text{C} - \text{FeS} - \text{Fe}$, $\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS} - \text{FeCO}_3$.

Figure 7 shows the assemblages up to the stability limit of siderite at 437°C at the vapor pressure of the system. The common assemblages are:

$\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS}_2$, $\text{Fe}_{1-x}\text{S} - \text{FeS}_2 - \text{Fe}_3\text{O}_4$, $\text{Fe}_3\text{C} - \text{FeS} - \text{Fe}$, $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe} - \text{FeCO}_3 - \text{FeS}$.

Above 437°C, FeCO_3 disappears in the phase diagram and the remaining assemblages in the range 437 – 565°C are $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS}_2 - \text{FeS}$, $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_3\text{C} - \text{FeS}$, $\text{FeS}_2 - \text{FeS}$ and $\text{Fe} - \text{Fe}_3\text{C} - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{FeS}$.

In the temperature range: 565° to approximately 625°C, the phase relations remain the same as previously except that FeO becomes stable at 565°C, and the tie lines $\text{FeO} - \text{FeS}$ and $\text{FeO} - \text{Fe}_3\text{C}$ are stable. Figure 8 shows the phase relations between 625 and 670°C. The compound X, believed to be a form of iron sulfate, (see Seguin, 1965) becomes stable and a tie line change from $\text{FeS}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ to $\text{FeS}_2 - \text{X}$ takes place. Even though existing, the tie lines $\text{FeO} - \text{Fe}_3\text{C}$, and $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_3\text{C}$ are not shown on the figure. At 670°C, the tie line $\text{FeS} - \text{X}$ replaces the tie line $\text{FeS}_2 - \text{Fe}_3\text{O}_4$ and the new assemblages are stable within 670°C to 710°C range. In the temperature range 710°–742°C, the assemblages $\text{FeS}_2 - \text{FeS} - \text{X}$ disappears. Finally, above 742°C, FeS_2 melts incongruently to pyrrhotite and sulfur. The tie line $\text{FeS}_2 - \text{C}$ disappears.

Buffering techniques (control of O₂ and S partial pressures)

METHOD

1) At temperatures and pressures up to about 400°C and approximately 100 atms., the experiments were done in evacuated unsupported pyrex capsules: in some cases, the buffer was placed at one end of the tube and the siderite at the other end. The siderite and buffers were separated by a permeable plug of pyrex wool. In other cases, a small tube, open at one end, was introduced into a larger tube containing the buffer: the large tube was then evacuated and sealed. The volume of the capsule was made as small as possible for a given amount of siderite. These were ordinarily left in the furnaces for one to three months.

2) At high pressure, that is up to 2900 atms., two buffering techniques were used:

(a) The hydrothermal technique used an osmotic platinum capsule inside a gold capsule containing the buffer which controlled the $f\text{O}_2$ (Eugster, 1957).

(b) The dry technique was used when both $f\text{S}_2$ and $f\text{O}_2$ were controlled. In this case the buffer was placed at one end and siderite at the other end of the sealed gold tube. Buffer and siderite were separated by a permeable plug of pyrex wool.

EXPERIMENTAL RESULTS

The experimental results are summarized in the following figures and the fugacities of different gases calculated in tables I and II, the accuracy in the temperature is $\pm 10^\circ\text{C}$ and confining pressure ± 100 atms.

The advantage of the buffering technique over the previously employed methods is that for a given temperature and pressure, the oxygen fugacity is controlled and can be calculated. Because the fugacity is fixed, the system loses one degree of freedom and becomes univariant. So, even though the temperature and confining pressure are obtained experimentally, the fugacity is calculated and not obtained directly from experiments.

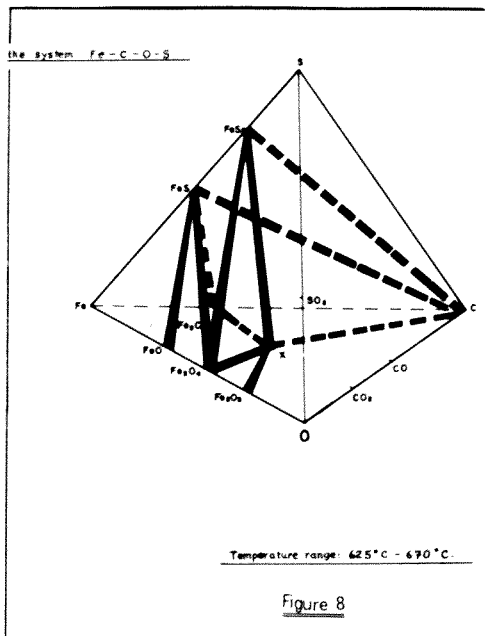


Figure 8

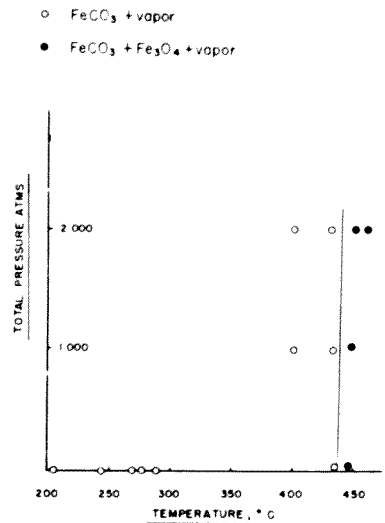


Figure 9

FIG. 8—Phase relations in the Fe–C–O–S system for temperature ranging between 625° and 670°C.

FIG. 9—Stability field of siderite in the presence of magnetite-iron buffer.

Figure 9 is a P-T diagram showing the stability of FeCO₃ + H₂O in the presence of an Fe – Fe₃O₄ oxygen buffer. Figure 10 has the same characteristic as the previous figure but for the oxygen buffer Fe₃O₄ – Fe₂SiO₄ – SiO₂. In figures 11 and 12, the oxygen buffers are Ni – NiO (Eugster and Wones, 1962) and Fe₃O₄ – C (graphite), (Kubaschewski and Evans, 1958) respectively.

Figures 13, 14 and 15 illustrate the stability of FeCO₃ in presence of FeS₂ – Fe₂O₃ – Fe₃O₄, Fe_{1-x}S – FeS₂ – Fe₃O₄, Fe – FeS – Fe₃O₄ sulfur-oxygen buffers respectively (see Table I).

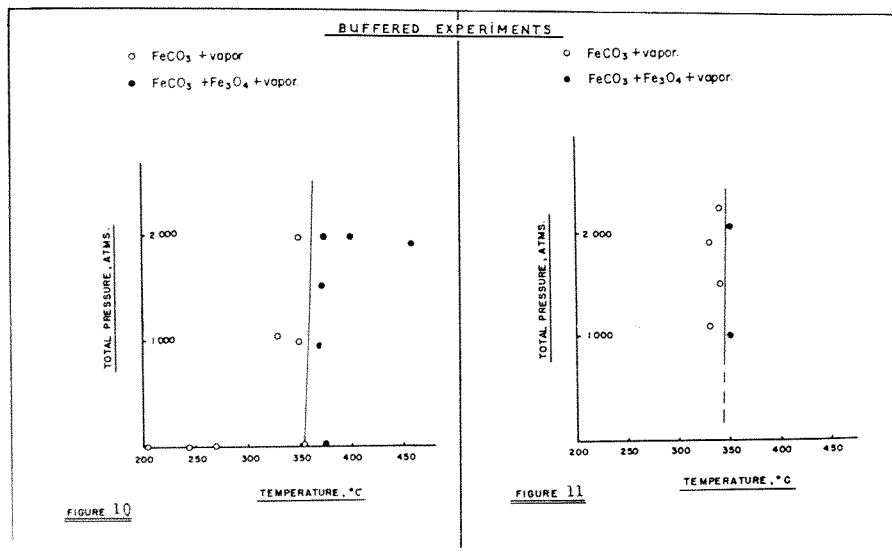


FIG. 10—Stability field of siderite in the presence of a magnetite-silica-fayalite buffer.

FIG. 11—Stability region of siderite when the fugacity of oxygen is controlled by a nickel-nickel oxide buffer.

Employing the buffering technique it was then possible to outline the stability field of siderite. Two other oxygen buffers were used: Fe₃O₄ – FeS – C (graphite) and Fe₃O₄ – Fe₃C. Even though the results are not perfectly consistent, it appears that siderite is stable in the presence of carbon and magnetite up to a temperature of approximately 390°C while its upper stability limit in the presence of magnetite and cementite is located around 410°C.

It is clear from the experimental results that the fS_2 has the same effect as the fO_2 and changes the stability field of siderite. Because the fS_2 has a somewhat equivalent oxidizing effect as the fO_2 , theoretically one would expect the upper stability field of siderite in the presence of a buffer like Fe₂O₃ – Fe₃O₄ – FeS₂ to be lower than the equivalent oxygen buffer Fe₂O₃ – Fe₃O₄. However, the experimental results show that the upper stability field of siderite, in the presence of the buffer Fe₂O₃ – Fe₃O₄ – FeS₂, (313°C at 2000 bars) extends to a slightly higher temperature, than the corresponding Fe₂O₃ – Fe₃O₄ (296°C at 2000 bars) buffer. A large number of experiments were conducted and the discrepancy of the results obtained is smaller than the magnitude of experimental error. Unbuffered runs gave the same results except at very low pressure.

Experiments using the buffer Fe₃O₄ – Fe_{1-x}S – FeS₂ gave a temperature of approximately 377°C for the upper stability curve of siderite at 1 atm. However, non-buffered experiments involving the reaction



gave a temperature of 345°–350°C at low pressure (see Figure 3). As mentioned previously, this reaction yields only Fe_3O_4 at temperatures between 300° and 350°C. At approximately 350°C, a few grains of pyrrhotite, not identified by x-rays, were observed microscopically in polished sections. At this temperature, Fe_{1-x}S starts forming; then four solid phases and one vapor are present and thus the system is univariant, that is, the system is buffered. Nevertheless, the temperature of 377°C is retained because the data of Figure 14 are more consistent.

At low pressure, the stability of FeCO_3 in the presence of the buffer $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{SiO}_2$ was checked by introducing sulfur in the silica capsules. At 356°C only pyrrhotite formed while at 376°C pyrite and occasionally pyrrhotite formed. When a Ni–NiO buffer was used, only pyrite formed at the same temperatures.

TABLE II

Stability of siderite in equilibrium with various buffers plus H_2O for an assumed condition where $\frac{f_{\text{CO}} + f_{\text{CO}_2}}{f_{\text{H}_2} + f_{\text{H}_2\text{O}}} = 1$

Buffer	(total pressure) P Bars	(temperature) T °C	ratio $f_{\text{CO}}/$ f_{CO_2}	ratio $f_{\text{H}_2}/$ $f_{\text{H}_2\text{O}}$	fugacity $f_{\text{H}_2\text{S}}$ bars
1. Fe – Fe_3O_4	2000	438	10–0.2	10 0.7	
	1000	436	10–0.2	10 0.7	
2. $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 - \text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{SiO}_2$	2000	364	10–2.6	10–1.4	
	1000	359	10–2.6	10–1.4	
3. Ni – NiO	2000	347	10–3.9	10–2.6	
	1000	344	10–3.9	10–2.6	
4. $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4$	2000	296	10–6.8	10–5.8	
	1000	290	10–6.9	10–5.4	
5. Fe – FeS – Fe_3O_4	2000	440	10–0.7	10 0.7	10–0.8
	1000	438	10–0.4	10 0.8	10–1.2
6. $\text{FeS}_2 - \text{Fe}_{1-x}\text{S} - \text{Fe}_3\text{O}_4$	2000	382	10–3.7	10–2.8	10 1.2
	1000	380	10–3.7	10–2.6	10 0.9
7. $\text{FeS}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{O}_4$	2000	313	10–6.7	10–5.3	10 0.1
	1000	310	10–6.7	10–5.2	10–0.3

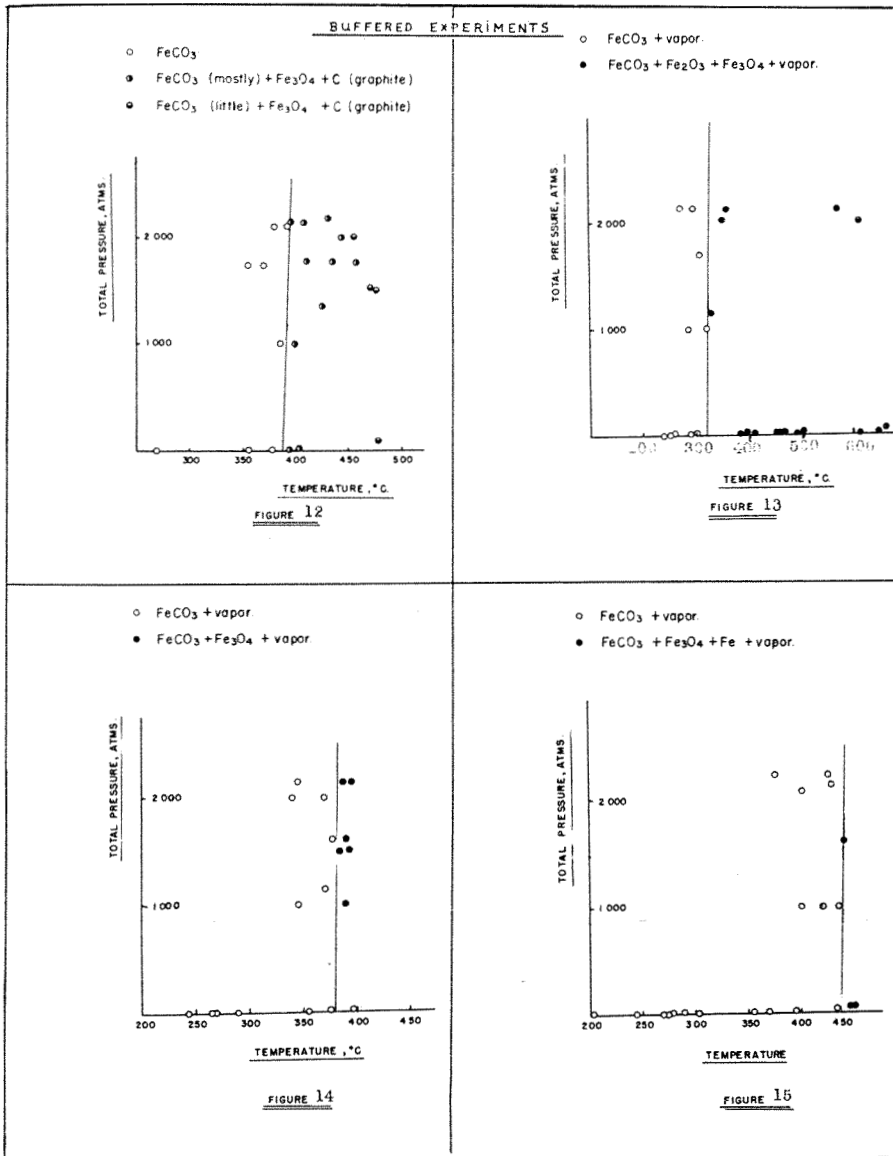


FIG. 12—Stability region of siderite in contact with a magnetite-carbon buffer.

FIG. 13—Stability field of siderite in presence of the buffer pyrite-magnetite-hematite.

FIG. 14—Stability region of siderite in contact with the sulfur-oxygen buffer: pyrrhotite-pyrite-magnetite.

FIG. 15—Area of stability of siderite in presence of the sulfur-oxygen buffer: pyrrhotite-iron-magnetite.

It is then concluded that at the fO_2 of the assemblage $Fe_{1-x}S - FeS_2 - Fe_3O_4$ the stability curve is located in the vicinity of $370^\circ C \pm 9^\circ C$. This temperature is slightly lower than the temperature obtained for the stability of siderite at high pressure in presence of the buffer $Fe_{1-x}S - FeS_2 - Fe_3O_4$. However, it is believed that the data obtained at low pressure are more reliable because the runs were left in the furnaces much longer and more closely approached equilibrium.

Thus, the fugacity of oxygen of the univariant assemblage $Fe_3O_4 - Fe_{1-x}S - FeS_2 - FeCO_3$ obtained experimentally is located around $10^{-31.8}$ bar at approximately $370^\circ C$. It is assumed that the solubility of SiO_2 and Fe_2SiO_4 in the gaseous phase is negligible. The experimental value of the fO_2 of this assemblage is fairly close to the value $10^{-29.9}$ bar at $370^\circ C$ calculated from thermodynamic data (Barnes and Kullerud, 1961).

The upper stability limit of siderite in the presence of the buffer $Fe_3O_4 - Fe$ remains unchanged on addition of FeS . This was expected because in the presence of Fe , the fS_2 is very low: consequently, its effect on the fO_2 is negligible and the upper stability curve of siderite remains unchanged.

Addition of pyrrhotite and pyrite to the buffer $Fe_3O_4 - C$ as well as pyrrhotite to the $Fe_3C - Fe_3O_4$ buffer did not change appreciably the stability limits of siderite.

When H_2O and sulfur species are both present in the vapor phase, calculations have shown that an increase in the fugacity of H_2O in a buffered solution of CO_2 , H_2 , H_2O and S_2 increases the concentration of sulfur relative to the other species in solution. It is thus probable that hydrothermal ore deposits rich in iron carbonates were emplaced as relatively anhydrous fluids, but it is also possible that there may be a lot of aqueous fluid depositing carbonate where appreciable quantities of sulfur are unavailable. In table II, the calculations are based on the ratio $\frac{fCO + fCO_2}{fH_2 + fH_2O} = 1$, which is a value arbitrarily assumed for hydrothermal fluids.

Acknowledgments

The author thanks Drs. L.A. Clark and V.A. Saull for laboratory facilities and for much of their time in discussion and direction of the experimental work. The writer is also indebted to Dr. A.J. Frueh for discussions and help concerning x-ray diffraction techniques. Special thanks are due to Dr. L.A. Clark for suggesting the problem and reviewing the manuscript.

The work was supported through grants A-1111 and A-1511 from the National Research Council of Canada and is a portion of a Ph.D. thesis submitted in March 1965 at McGill University.

References

- DARKEN, L.S., and R.W. GURRY, 1945. The system iron-oxygen. Equilibria and thermodynamics of liquid oxides, and other phases. The wüstite field and related equilibria. *Am. chem. Soc.*, **67**: 1398-1412.
- BARNES, H.L., and G. KULLERUD, 1961. Equilibria in sulfur-containing aqueous solutions in the system Fe-S-O and their correlation during ore deposition. *Econ. Geol.*, **56**: 648-688.
- EUGSTER, H.P., 1957. Heterogeneous reactions involving oxidation and reduction at high pressures and temperatures. *J. chem. Phys.*, **26**: 1760.
- EUGSTER, H.P., and D.R. WONES, 1962. Stability relations of the ferruginous biotite, annite. *J. Petrol.*, **3**: 82-125.
- FRENCH, B.M., and H.P. EUGSTER, 1965. Experimental control of oxygen fugacities by graphite-gas equilibria. *J. geophys. Res.*, **70**: 1529-1539.
- KUBASCHEWSKI, O., and E.U. EVANS, 1958. Metallurgical thermochemistry, 3rd Edition. Pergamon Press.
- KULLERUD, G., 1953. The FeS-ZnS system, a geological thermometer. *Norsk. geol. Tidsskr.*, **32**: 61-147.
- KULLERUD, G., and H.S. YODER, 1959. Pyrite stability relations in the Fe-S system. *Econ. Geol.*, **54**: 533-572.
- MAILNIN, S.D., 1959. The system H₂O-CO₂ at high temperature and pressure. *Geokhimiya*, No. 3, p. 235-245.
- SEGUIN, M., 1965. The Fe-C-O-S (H₂O) system. Unpublished Ph.D. Thesis, McGill University, Montréal.
- TUNNEL, G., and E. POSNJAK, 1931. The stability relations of goethite and hematite (discussion). *Econ. Geol.*, **26**: 337-343.

THE FE-C-O-S + (H₂O) SYSTEM:
PART II: APPLICATIONS TO IRON FORMATIONS IN
THE MICHIPICOTEN AND CENTRAL LABRADOR AREAS

MAURICE SEGUIN

Département de Géologie, Université Laval, Québec 10, Canada

Résumé

L'auteur a une bonne connaissance des conditions géologiques de deux régions où se trouvent les formations de fer, soit la partie centrale de la fosse du Labrador dans le Québec et les formations du Keewatin dans le district Michipicoten en Ontario. Les résultats expérimentaux du système Fe-C-O-S + (H₂O) décrits dans la partie I permettent de déterminer de façon approximative la température de métamorphisme et/ou de formation des deux régions géologiques mentionnées ci-haut, et enfin de donner des éclaircissements sur le mode de formation des gisements de fer de ces mêmes régions.

Abstract

The experimental results are applied to two iron ranges comparing synthetic and natural assemblages and their textures. Temperatures are approximated for the ores of the Labrador Trough and the Michipicoten district, based on the assemblages hematite-magnetite and fayalite-magnetite-silica. It is concluded that the temperature of metamorphism of the Central Labrador iron formation in the Schefferville area was below 360°C, generally around 290°C and occasionally lower. The degree of metamorphism of the Michipicoten iron formation, Ontario, is slightly higher than in the Labrador Trough; it is estimated at near or slightly higher than 290°C in the south (Bartlett-Josephine range) and around 360°C, possibly as high as 400°C but less than 460°C in the north. The folding and regional metamorphism being pre-hydrothermal stage.

The Keewatin iron formation of the Michipicoten district (iron oxide-pyrite-silica-siderite facies) is definitely of sedimentary origin, like the iron oxide-silica-siderite facies formations (e.g. Labrador, Minnesota).

The Michipicoten deposits, however, have a dual origin: first, a sedimentary origin during which the primary minerals were deposited (siderite, chert, granular pyrite, and a little magnetite). For a later stage of mineralization, a hydrothermal origin is required to explain

the secondary minerals. It is concluded, on the basis of experimental work, that the hydrothermal stage took place at a temperature below 308°C and above 150°C.

Introduction

In part one of this paper the experimental basis of the phase relations among the sulfides, oxides, and carbonate of iron were presented. In part two these data will be employed in an attempt to elucidate the physico-chemical environments of formation and/or metamorphism of iron ores in the Central Labrador and Michipicoten districts.

A logical step will be to demonstrate the possibilities and uses of univariant assemblages of this system first as geothermometers and then as geomanometers. This will be followed by a comparison of synthetic and natural assemblages and their textures accompanied by applications to the origin and mode of formation of the two ore deposits mentioned in the abstract.

USE OF UNIVARIANT ASSEMBLAGES AS GEOTHERMOMETERS

The buffered experiments permitted the establishment of univariant assemblages that can be used as geothermometers. In the carbonate-oxide facies, the assemblages hematite-magnetite-siderite and magnetite-fayalite-silica-siderite can generally be used as geothermometers. The only disadvantage of these assemblages with regard to the pyrrhotite-pyrite assemblage, for instance, rests in the fact that the process is discontinuous because no solid solution occurs in these minerals. The iron formation of the Labrador Trough is a good example of the carbonate-oxide facies. On the one hand, dissociation of siderite in the presence of hematite and magnetite yielded magnetite and occasional hematite. On the other hand, minnesotaite and occasional stilpnomelane (metamorphic minerals which have had to be used as substitutes for fayalite by the author) form a relatively common assemblage in the iron range with magnetite, silica and siderite. This indicates that the temperature at the time of metamorphism was of the order of or higher than 290°C but lower than 360°C because the dissociation of siderite to magnetite was not observed in the presence of iron silicates like stilpnomelane and minnesotaite (see Fig. 2 and 10, part I). In the facies carbonate-sulfide-oxide, out of three buffers: iron-pyrrhotite-siderite-magnetite, pyrite-siderite-hematite-magnetite, and pyrrhotite-pyrite-siderite-magnetite, only the last two and more commonly the last assemblage is suitable for geothermometric application.

The assemblage pyrite-siderite-hematite-magnetite of the Bartlett-Josephine range and of a few other small localities, which is believed to be primary

in origin, indicates a maximum temperature of emplacement or of metamorphism which is of the order of 310°C, otherwise siderite would not be present (see Figure 13, Part I). The application of the pyrrhotite-pyrite-siderite-magnetite buffer to the corresponding natural assemblage of the Helen Mine of the Michipicoten district indicates a maximum temperature of emplacement or of metamorphism of 370°C (see Figure 14, Part I). Again the point is made that the results may not be as exact as one would hope, because not all siderite is pure FeCO₃, magnetite may be impure, greenalite and minnesotaite are not fayalite, etc. . .

USE OF UNIVARIANT ASSEMBLAGES AS GEOMANOMETERS

The univariant curves obtained are unsuitable for measuring total pressures but do give information about fugacities and some indications on the composition of the fluid at a certain time of the iron formation.

Comparison of synthetic and natural assemblages and their textures

The minerals or groups of minerals that are stable experimentally and that are observed in nature with siderite in the Fe-C-O-S + (H₂O) system are, by order of frequency of occurrence, the following: magnetite, pyrite, pyrrhotite, hematite, pyrrhotite-magnetite, pyrite-magnetite, pyrrhotite-pyrite-magnetite, pyrite-hematite, pyrite-magnetite-hematite.

The assemblages siderite-pyrrhotite-hematite and siderite-magnetite-pyrrhotite-hematite were found to be experimentally unstable, and they are not observed in nature either.

The most frequent assemblage, siderite-magnetite is found in sedimentary rocks or in mildly metamorphosed sedimentary sequences. One example taken from a very widespread iron formation of the upper Precambrian sequence of the Labrador Trough (Schefferville area, Québec-Newfoundland) is studied in detail. On a textural basis, it is possible to establish a difference between the original magnetite deposited in the sedimentary basin and the secondary magnetite which is the product of dissociation of siderite and formed probably at the time of metamorphism. In the first case, the shape of the grains of magnetite vary from irregular to rounded (chemical precipitate of colloidal nature having commonly a granular texture) (Seguin, 1963). Siderite and the ankeritic carbonates are usually fairly well crystallized. The secondary magnetite is located along planes of lower chemical potential, that is to say, the weakness planes (slip fractures) and more generally along the very common cleavage of siderite. This texture was duplicated experimentally, in evacuated silica tube by the author. This assemblage is also found, although less frequently, in hydrothermal deposits.

This assemblage is better represented in the iron carbonate-sulfide sequence in the Michipicoten range, northeast of Lake Superior.

Michipicoten iron formations

STRATIGRAPHY OF IRON FORMATIONS

The iron formations of Michipicoten when fully developed consist generally from top to bottom of three members:

a) A banded silica-rich member which contains bands of siderite (occasionally pyrite) and less commonly magnetite, overlain sharply by a volcanic formation predominantly of basic composition. It is in general the thickest member.

b) A pyrite-rich member which grades irregularly downward into,

c) A siderite-rich member which passes gradationally into an underlying volcanic formation usually of intermediate composition and commonly pyroclastic.

Each of these members is very well described by Coleman and Willmott (1902), Collins, Quirke (1926), Moore and Armstrong (1946), Richter (1952), Young (1953) and Goodwin (1962).

ORIGIN OF IRON FORMATIONS

Two hypotheses still prevail concerning the origin of the iron formations of the Michipicoten district: 1) Sedimentary origin. 2) Hydrothermal (hot springs) origin.

The first origin was supported by Coleman and Willmott (1902) and Bell (1906) who observed the relationship of the iron formation to volcanic rocks and proposed that the siderite-pyrite iron formations are chemical sediments deposited during a period of relative volcanic tranquility. Young (1953) and Goodwin (1962) are of the same opinion.

The second origin subject to a great many modifications, was maintained successively by Collins and Quirke (1926), Grout (1926), Moore (1931), Bruce (1940), Kidder and McCartney (1946), Hawley (1942), Tanton (1948) and Richter (1952).

ORIGIN OF THE CARBONATES

Young (1953) pointed out that there were two distinct groups of carbonates present in the Michipicoten district. The first group, siderite (sideroplesite)

together with silica and pyrite, forms the iron range. The second group, found as veinlets and as alteration minerals in dyke-rocks and volcanics, very closely resembles ankerite. The author distinguishes three carbonates on the basis of color, relief and grain size in polished section and rate of solubility in acid, however, only two could be differentiated by x-ray diffraction. The ankerite is definitely younger than the siderite. Field arguments that favor the pre-folding emplacement and sedimentary origin of siderite are more numerous and rigorous. Almost all the authors agree that at least part of the carbonates is post-folding and of hydrothermal origin. This carbonate is ankerite.

THE PYRITE MEMBER

Many authors agree on the replacement character of the pyrite member. This idea is based on the fact that the pyrite is associated with minerals that were believed to have formed at medium to high temperature, in particular pyrrhotite and arsenopyrite: this argument is partly wrong because pyrrhotite may be found in ordinary sedimentary sequences. L.A. Clark (1960) has shown that arsenopyrite is stable at temperatures down to at least 300°C and probably down to room temperature. In most cases there is rather weak proof for hydrothermal replacement. Only Coleman and Willmott (1902), Bell (1906), Young (1953) and Goodwin (1961) suggested a sedimentary origin for pyrite. To justify any of the hypotheses, the time of emplacement of pyrite must first be discussed. Three irrefutable lines of evidence, based on crushed oolites, offset of the pyrite member by faults, and confinement of the pyrite member to a definite horizon are given by Young (1953) for a pre-folding emplacement of pyrite. This is a necessary but insufficient condition for a sedimentary origin of pyrite. Definite arguments such as great lateral extent, occurrence of similar sulfide horizons, presence of granular and oolitic structures, graphite of organic origin found in the pyrite member, which were put forward by Young (1953) and Goodwin (1961) are numerous and powerful enough to prove the sedimentary origin of pyrite. However, these excellent criteria do not explain the origin of all the pyrites, because it does not answer Collin's evidence that the medium to high temperature minerals are definitely cogenetically related with some pyrite. Some pyrite came in with the quartz-ankerite veinlets. When studying polished sections, the author could differentiate quite often between the two types of pyrite, using the following criteria:

a) Secondary pyrite occurs in quartz-ankerite veins associated with pyrrhotite, arsenopyrite and chalcopyrite.

b) Primary pyrite occurs as subspheroidal or flattened irregular ellipsoidal grains often imbricated one into the other, deformed and enclosed in a matrix of siderite and silica. The secondary pyrite occurs either as stringers or pyritohedrons when associated with pyrrhotite in quartz-ankerite veins or occasional

lath — and rod-shaped crystals after highly ferruginous, dark, altered silicate minerals (hornblende or biotite) of the original volcanic rocks.

c) Granules of primary pyrite are cross-cut by veinlets of pyrrhotite which contain secondary pyrite that is definitely replacing siderite and the iron silicates. This corroborates Moore's (1931) findings that a fraction of the pyrite was the latest mineral to be deposited.

d) Size and perfection of individual grains as well as the amount of porosity of the primary pyrite are different from the secondary pyrite. Secondary pyrite takes a better polish than the oolitic pyrite.

e) Secondary pyrite mixed with pyrrhotite was observed surrounding discontinuously subspheroidal, highly pitted, primary pyrite.

f) Frequent irregular rims of pyrite around euhedral, rectangular-shaped pyrrhotite replace the iron silicates (hornblende and chloritoid). In the case of some pseudomorphs at least what appears to be two phases of pyrrhotite were observed and, in consequence, pyrite and pyrrhotite phase 2 may be replacing pyrrhotite phase 1. Nevertheless, this replacement is not very common and the author thinks that the activity of sulfur species increased towards the last stage of hydrothermal replacement.

Because the author had a limited number of specimens and had not visited the iron formations in the Michipicoten district, he could not easily undertake a systematic study. In consequence, further work should be done in order to separate the pyrite in horizons that contain predominantly the primary oolitic type of pyrite and the ones that abound in quartz-ankerite veinlets, and to make complete chemical and trace element analyses. Pyrites of different origins should have their own « fingerprints ».

The assemblage siderite-pyrrhotite occurs frequently in the ores of the Michipicoten Range, and is generally present in medium to low temperature and a wide pressure range environment. Two textural habits are displayed by the pyrrhotite: 1) Anhedra crystals disseminated in carbonate (siderite + ankerite) — quartz-pyrite groundmass, and 2) less commonly as euhedral laths (0.3–0.7 mm. long) associated with scattered ankerite veins and iron silicate horizons. In the former, siderite has apparently been replaced by pyrrhotite to some extent, while in the latter, ankerite associated with the euhedral pyrrhotite is fine grained and has commonly replaced iron silicates. Pyrrhotite occurs as veinlets cross-cutting primary granular pyrite. Cogenetic stringers of chalcopyrite, pyrite and arsenopyrite are common accessory minerals of pyrrhotite. Pyrrhotite does not replace quartz. Pyrrhotite is most commonly found with ankerite which is a secondary carbonate. It generally replaces patches and rectangular crystals of altered ferro-magnesian, sometimes along the cleavage, sometimes partly or

entirely the euhedral crystal. Magnetite is also a pseudomorph after the iron-silicates and quite often both pyrrhotite and magnetite coexist. It is hard to establish which alteration came first. In some cases, it seems that magnetite formed first and pyrrhotite later but both replacements may well have taken place more or less at the same time. If the first hypothesis be true, this would imply an increase in the concentration of sulfur species towards the end of hydrothermal replacement. The ankerite on the other hand usually replaces the feldspars completely and to a certain extent the iron-silicates.

When a lens of intermediate metavolcanics is observed, most of the feldspars are ankeritized. The ferrosilicates, on the other hand, show a central zone, unreplaced by pyrrhotite even though occasionally replaced by magnetite, which is surrounded by an irregular pyrrhotite-rich zone. This can be explained in two ways. The rate of replacement of the iron-silicates by pyrrhotite was slower than the rate of replacement of the feldspars by ankerite. An alternate solution would be that the $f(\text{CO} + \text{CO}_2)$ species \gg $f\text{S}$ species (HS^- , H_2S , S_2 , etc . . .) and then ankeritization would predominate first, but as $f(\text{CO} + \text{CO}_2)$ decreases with respect to $f\text{S}$ species, then the pyrrhotite replacement would predominate.

Small amounts of pyrite and relatively large quantities of pyrrhotite are randomly disseminated in the ferro-magnesians of the metavolcanics. Many more polished sections at different horizons and from many localities of the district should be studied before being able to say how much, if any, primary pyrrhotite has been included with the secondary pyrrhotite.

Replacement of siderite by pyrrhotite is uncommon. Usually, the carbonate and pyrite replace pyrrhotite. In a normal hydrothermal sequence, the pyrrhotite is generally formed first and is replaced by carbonate and pyrite at lower temperature. Michipicoten is an exceptional case in this respect because the carbonate (siderite) was emplaced before the sulfuretted hydrothermal waters came in. Attempts to synthesize pyrrhotite in a closed system using sulfur and siderite as starting materials normally ended with pyrite. When very much smaller concentrations of sulfur were introduced in the closed system, pyrrhotite occasionally formed down to a temperature of 365°-325°C depending on the partial molar quantities of siderite and sulfur. Nevertheless, it was known from the buffered experiments that the assemblage pyrrhotite-siderite is stable at this temperature. This anomaly was explained by the $f\text{O}_2$ which is a function of the ratio CO/CO_2 . In this temperature range, pyrrhotite replaced siderite when a fine-grained buffer magnetite-fayalite-silica was used with siderite and sulfur as a starting material. Thus a low concentration of sulfur is a necessary but insufficient condition for the replacement of siderite by pyrrhotite. The $f\text{O}_2$ of the assemblage pyrrhotite-siderite must be smaller than the $f\text{O}_2$ in presence of the buffer magnetite-pyrrhotite-pyrite for the given temperature. One last

factor of the utmost importance is time. It is possible that at these low temperatures, equilibrium was never attained. A few experiments were carried out in the temperature range 270°-335°C using as starting materials pyrrhotite grains having iron cores, mixed with small crystals of siderite (~ 45 mesh). After two months, the siderite crystals were replaced partly by magnetite and partly by pyrrhotite of a composition different from the rest of the pyrrhotite. The iron still remained in the cores of the grains of pyrrhotite. A sedimentary origin for some of the pyrrhotite was considered because low temperature tetragonal FeS was reported, for instance in England by Berner (1964).

At least two criteria can be used to establish a distinction for pyrrhotites of different origin: composition and texture.

There is definitely one composition of pyrrhotite. Because it is questionable if pyrrhotites of different origins would have the same composition, one may conclude a unique origin for the pyrrhotite. Nevertheless, at the time of metamorphism, or emplacement of a second pyrrhotite, it is probable that homogenization of the pyrrhotites occurred, that is, a non-isochemical recrystallization of the original pyrrhotite.

X-ray powder studies using a Guinier multiple-focussing camera have shown that the pyrrhotite is characterized by two different reflections of approximately the same intensity in the approximate 2.05-2.08 Å range. These reflections could be contributed by two coexisting hexagonal phases having differing compositions, by coexisting monoclinic and hexagonal phases or by a single monoclinic pyrrhotite (Byström, 1945). Natural monoclinic and hexagonal iron-deficient pyrrhotites have, however, markedly differing magnetic properties. The Michipicoten pyrrhotite examined in the present study was apparently uniformly and strongly ferromagnetic and most probably monoclinic. Further, precise measurement of low-angle weak reflections has shown that a reflection at $d = 5.72$ to 5.80 Å (~ 5.76 Å) is supercell (Carpenter and Desborough, 1964); hexagonal pyrrhotite supercell reflections are at approximately 5.862 ± 0.04 Å and 5.57 ± 0.07 Å.

The two main reflections of the Michipicoten pyrrhotite were at 2.064 ± 0.001 Å and 2.049 ± 0.001 Å, these reflections having equal intensities. A number of separated pyrrhotites were annealed in evacuated silica tubes at 355°C for different periods of time. When the samples were heated for nine minutes, the angular position of the low angle reflection was unchanged, but its intensity increased, while the d — value of the second reflection increased ($d \div 2.056$ Å) and its intensity decreased. Annealing for 30 minutes resulted in a further increase in the relative intensity of the first reflection, its angular position remaining unchanged; the second reflection again decreasing in intensity with no change in position.

After heating at 355°C for two hours, the position of the first reflection remained almost constant, with its relative intensity increasing still further. In several samples the second reflection and the one at 5.76 Å. disappeared completely, but in some cases faint lines at approximately 2.055 Å. and 5.76 Å. persisted after two hours heating at 355°C.

It is considered that the pyrrhotites examined were probably monoclinic rather than a combination of monoclinic and hexagonal phases having similar compositions (three specimens studied by A.H. Clark from New Helen Mine also proved to be monoclinic). The behaviour of this pyrrhotite on heating is, however, unusual and difficult to explain. Kullerud *et al.* (1963) have demonstrated that annealing for six minutes at temperatures in the range 265°-470°C is sufficient to bring about the inversion of natural monoclinic pyrrhotite. Longer heating periods cause the progressive re-equilibration of the pyrrhotite, with the exsolution of pyrite. The Michipicoten pyrrhotite may have been insufficiently finely-ground, but the possibility that the annealed samples were initially polyphase aggregates cannot be wholly excluded even though grain size should not affect a transition. Two different pyrrhotite textures are generally observed.

Subrounded irregular large patches and bleb-like grains usually found surrounding oolitic pyrite in pyritic horizons. Sub-angular to angular patches or small individual grains in an irregular envelope surrounding the volcanics or rectangular and lath-shaped pseudomorphs after the ferromagnesian. This is explained by the fact that the siderite and the iron silicates have two distinct textures: the first one is granular and favors irregular, rounded and bleb-like replacements while the second is crystalline and the pseudomorphs are sharply angular. Thus, excluding the small quantity disseminated in the original ferromagnesian of the volcanics, there is only one age of pyrrhotite the origin of which is hydrothermal.

TEMPERATURE OF REPLACEMENT OF PYRRHOTITE.

The assemblage in question is pyrrhotite-siderite: thus the system is trivariant. In consequence, nothing can be concluded as to the temperature of replacement of siderite by pyrrhotite. However, on the basis of experimental work, this replacement appears negligible below 115°C at 1 atm. but may be important above 155°C at 1000 atms. when sulfur is in the molten state. When sulfur is in the liquid state, the solution of siderite in the melt occurs whereas below 155°C, the only process taking place is solid state diffusion. In this last case, four months duration runs starting with FeCO₃ and S at a temperature of 130°C have shown that no iron sulfides formed.

These experiments were performed in the anhydrous system. However, in nature, hydrothermal solutions prevail, and in this case the sulfur species

in solution may form pyrrhotite by replacement of siderite at lower temperatures. Occasionally, especially towards the last stage of replacement, the assemblage siderite-pyrite-pyrrhotite was in equilibrium for a certain time and then the system was divariant. Here, a minimum temperature of 115°C can be retained from the experiments. However, assuming that the pyrrhotite was hexagonal at the time of crystallization and that the inversion from hexagonal to monoclinic was isochemical, the pyrite-pyrrhotite geothermometer yielded $390^{\circ}\pm 40^{\circ}\text{C}$ (mean of x-ray determination on 38 specimens) using Arnold's curve (1962). The three other specimens studied by A.H. Clark (personal communication, 1965), gave a temperature of crystallization of $400^{\circ}\pm 50^{\circ}\text{C}$. If the pyrrhotite is hexagonal, the activity of Fe could be calculated and because primary magnetite in siderite, or secondary magnetite occasionally present in volcanic lenses disseminated in the siderite member, are in equilibrium in the assemblage, the $f\text{SO}_2$ and $f\text{O}_2$ may be calculated. In such localities, the univariant assemblage siderite-pyrite-pyrrhotite-magnetite is probably close to an equilibrium condition and indicates a maximum temperature of 377°C (see Figure 14 of Part I).

Because of this maximum temperature, it is considered that the pyrrhotite in question which formed and deposited in equilibrium with the coexisting assemblage must have crystallized as the monoclinic modification and its composition has no relationship to its temperature of formation otherwise siderite would be absent in the system. The univariant assemblage siderite-pyrite-pyrrhotite-magnetite is probably close to an equilibrium condition, and this would indicate a temperature maximum of 377°C . Thus, it seems more likely that the original pyrrhotite was monoclinic and that its temperature of formation would be 308°C at the most, that is, the upper stability of monoclinic pyrrhotite (A.H. Clark, 1966).

Conclusions

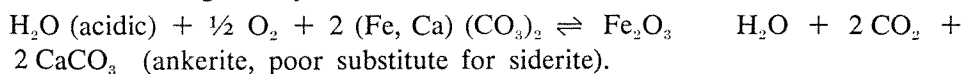
One can definitely conclude that the geological system was heterogeneous in space. Fairly large gradients of temperature (e.g. from a vein in the volcanics to the pure siderite ore body) and/or pressure (much more porosity in the greatly altered intermediate volcanics, tuffs and dikes than in the fine grained tightly-packed siderite) existed. In consequence, univariant conditions distributed in space and time are uncommon.

The hematite-siderite assemblage is fairly common in carbonate-oxide facies of sedimentary sequences, although more limited in geological extent. It is confined to a more restricted Eh and partial pressure of CO_2 environmental condition than in the case of the siderite-magnetite facies. For instance at 25°C and 1 atm. total pressure, the assemblage is stable for a partial pressure of CO_2 equal to $10^{-1.5}$ atm. or higher. For a $\text{pH} = 0$, the corresponding Eh is

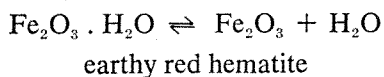
- 0.61 or larger (v.g. - 0.52 at $P_{\text{CO}_2} = 1$ atm.) whereas for a pH=14, the corresponding Eh is + 0.22 or larger (v.g. + 0.26 at $P_{\text{CO}_2} = 1$ atm.) (Garrels and Christ, 1965).

A few examples of direct dissociation of siderite to hematite (along cleavage planes for instance), were observed in the fresh specimens of the Labrador Trough. Although this dissociation is not very common, it is believed that the temperature of metamorphism was slightly lower than, or of the order of, the temperature corresponding to the oxygen buffer hematite-magnetite and that the $f\text{O}_2$ was slightly greater than approximately 10^{-30} bar (see Figure 2, Part I), magnetite and especially hematite are formed by oxidation of siderite. The rocks are slightly altered and the following weathering process takes place: (Seguin 1963, 1966).

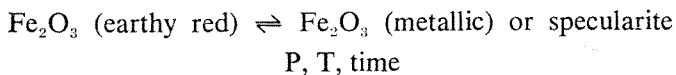
First a stage of hydration and oxidation in acidic conditions:



followed by a stage of dehydration:



and a stage of recrystallization (usually through metamorphism)



The final stage of recrystallization of weathered rocks is rarely or never realized on surface, but the process up to the second stage is observed in altered rocks of the Michipicoten district and of the Labrador Trough. The siderite-hematite assemblage is very rarely met in hydrothermal deposits where, to the author's belief, the $f\text{O}_2$ is too low. The assemblage siderite-pyrrhotite-magnetite also occurs relatively frequently in hydrothermal veins but, to the knowledge of the writer, this carbonate-sulfide-oxide facies is a rather rare assemblage in sedimentary rocks. It is occasionally observed in the Helen Mine iron formation where the equidimensional octahedral magnetite appears to be primary. The author believes that this assemblage supports the endogenic (hydrothermal) origin of the pyrrhotite. More commonly, the magnetite is a product of dissociation of the iron silicates and it is replaced in part by pyrrhotite that shows exactly the same textural character as the lath-like pyrrhotite.

The assemblage siderite-pyrite-magnetite was observed occasionally in some polished sections of different localities in the Michipicoten district. It is not known whether the magnetite present is primary or a secondary alteration product of iron silicates. Secondary magnetite is certainly present.

The assemblage siderite-pyrrhotite-pyrite-magnetite is still less common because it corresponds to more restricted conditions of temperature and oxygen-sulfur fugacities. The coexistence of these four minerals was observed in at least four or five polished sections of a particular suite of the Helen Mine specimens. In these instances, the magnetite that is equidimensional and euhedral seems to be primary. This assemblage suggests that the temperature of metamorphism is below 377°C (see Figure 14 of part I).

The natural assemblage siderite-pyrite-hematite is common in the Michipicoten range, but it is not a primary assemblage. Hematite is secondary after siderite, and this assemblage is found only on surface and in altered rocks at great depth. It is nevertheless possible that this assemblage exists in a primary state in sedimentary or hydrothermal conditions if the fO_2 is relatively high. In fact, the Josephine-Bartlett iron range of the Michipicoten district is an important deposit in which hypogene hematite, pyrite, siderite, and quartz are associated (Moore and Armstrong, 1946). The temperature of crystallization is thus less than 310°C.

The assemblage siderite-pyrite-magnetite is a rather uncommon sedimentary or hydrothermal assemblage but it does occur occasionally. For instance, this assemblage is found in the Michipicoten district when the previous assemblage is in the vicinity of diabase dikes (contact metamorphic facies). In this case the temperature of metamorphism is slightly higher than the temperature corresponding to the hematite-magnetite oxygen buffer because some siderite is dissociated. The fO_2 is lower than 10^{-30} bar if the system is in equilibrium indicating a temperature somewhat higher than, or of the order of, 290°C.

The siderite-magnetite-silica-grünerite (taken as a poor substitute for fayalite) of the northern ranges indicates a temperature of the order of 360°C and possibly slightly higher (410°C) but lower than 460°C because epidote is stable (Merrin, 1960, and Burnham, 1962). Since the assemblage pyrite-pyrrhotite-magnetite-siderite is uncommon, the temperature of metamorphism was more generally less than 377°C.

The introduction of sulfides and carbonates (ankeritization) even though of variable intensity, is on the whole relatively small with respect to the sedimentary counterpart of the siderite-pyrite member, the former being approximately 10% of the total amount.

Acknowledgments

The author thanks Dr. L.A. Clark for suggesting the problem and spending much of his time in discussing it. The author is further indebted to Dr. L.A.

Clark and V.A. Saull for laboratory facilities and Dr. L.A. Clark for the editing help he gave him. Dr. L.J. Cabri reviewed the manuscript.

The work was supported through grants A-1111 and A-1511 from the National Research Council of Canada and is a portion of a Ph.D. thesis submitted in March 1965 at McGill University.

References

- ARNOLD, R.G., 1962. Equilibrium relations between pyrrhotite and pyrite from 325°-743°C. *Econ. Geol.*, **57**: 72-90.
- BELL, J.M., 1966. Iron Ranges of Michipicoten West. *Ont. Dept. of Mines*, **14**.
- BERNER, R.A., 1964. Iron sulfides formed from aqueous solution at low temperatures and atmospheric pressure. *J. Geol.*, **72** (3):293-306.
- BRUCE, E.L., 1940. Geology of the Goudreau-Lochalsh area. *Ont. Dept. of Mines*, **49**, pt III, p. 1-47.
- BURNHAM, C.W., 1962. Facies and types of hydrothermal alteration. *Econ. Geol.*, **57**: 768-784.
- BYSTRÖM, A., 1945. Monoclinic magnetic pyrites. *Arkiv Kemi, Mineral Geol.*, **19B**, No. 8, 1-8.
- CARPENTER, R.H., and G.A. DESBOROUGH, 1964. Range in solid solution and structure of naturally occurring troilite and pyrrhotite. *A. Miner.*, **49**: 1350-1365.
- CLARK, A.H., 1966. Equilibrium temperature, P_{S₂}, and P_{O₂} during formation of the Marmoraton pyroxene pyrometamorphic iron deposit. *Econ. Geol.*, **61** (4):780-784.
- CLARK, L.A., 1960. The Fe-As-S system. Phase relations and applications. *Econ. Geol.*, **55**: 1345-1382 and 1631-1632.
- COLEMAN, A.P., and A.B. WILLMOTT, 1902. The Michipicoten iron ranges. University of Toronto Studies, Geol. Series No. 2.
- COLLINS, W.H., and T.T. QUIRKE, 1926. Michipicoten iron ranges. *Mem. geol. Surv. Can.* 147.
- GARRELS, R.M., and C.L. CHRIST, 1965. Solutions, minerals and equilibria. Harper and Row, N.Y.
- GOODWIN, A.M., 1961. Genetic aspects of Michipicoten iron formations. *Can. Inst. Min. Met. Trans.*, **64**: 32-36.
- GOODWIN, A.M., 1962. Structure, stratigraphy and origin of iron formation, Michipicoten area, Algoma district, Ontario, Canada. *G.S.A. Bull.* **73**, p. 561-586.
- GROUT, F.F., 1926. Michipicoten iron ranges. *Econ. Geol.*, **21**: 813.
- HAWLEY, J.E., 1942. Origin of some siderite, pyrite, chert deposits, Michipicoten district, Ontario. *Trans. Roy. Soc. Can., Sec. 4*, **36**: 79-87.
- KIDDER, S.K., and G.C. MCCARTNEY, 1946. Mining and geology of the Helen Mine (Ontario). *Am. Inst. Min. Met. Eng. Tech. Pub.*

- KULLERUD, G., G.R. DAVE, P.R. BUSECK, and P.F. TROFTEN, 1963. Heating experiments on monoclinic pyrrhotites. Carnegie Inst. Washington, Year Book 1962-63, p. 210-213.
- MERRIN, S., 1960. Synthesis of epidote and its apparent P-T stability curve (abstract). *Bull. geol. Soc. Am.*, **71**: 1929.
- MOORE, E.S., 1931. Goudreau and Michipicoten Gold Areas. *Ont. Dept. of Mines*, **40**: 1-54.
- MOORE, E.S. and H.S. ARMSTRONG, 1946. Iron ore deposits in the District of Algoma, *Ont. Dept. of Mines*, **55**: 1-118.
- RICHTER, D.H., 1952. Mineralogy and origin of the Michipicoten Iron Formations. Unpublished M.Sc., Thesis, Queen's University, Ontario, Canada.
- SEGUIN, M., 1963. The Geology of Knob Lake Ridge, Schefferville, Quebec. M.Sc. thesis, McGill University.
- SEGUIN, M., 1965. The system Fe-C-O-S + (H₂O). Unpublished Ph.D. thesis, McGill University, Montréal, Canada.
- SEGUIN, M., 1966. Instability of FeCO₃ in Air. *Am. J. Sci.*, **264**: 562-569.
- TANTON, T.L., 1948. New Helen Mine: in Structural Geology of Canadian ore deposits, *Can. Inst. Min. and Metallurgy*, p. 422-429.
- YOUNG, W.L., 1953. The Lucy ore body. Unpublished Ph.D. thesis, McGill University, Montréal, Canada.

SUR LA FORMATION D'ANORTHOSITES PAR DIFFÉRENCIATION MÉCANIQUE D'UN MAGMA BASALTIQUE CONTAMINÉ

JACQUES MARTIGNOLE

Département de Géologie, Université de Montréal

Résumé

Une série d'observations réalisées sur le complexe anorthosito-noritique de Shawinigan (Province de Grenville) a mis en évidence le rôle de deux mécanismes souvent invoqués dans la formation des anorthosites : différenciation mécanique et assimilation de gneiss alumineux.

Le massif stratiforme de Shawinigan a été plissé en un vaste synclinal et c'est dans l'axe de cette structure que s'observe le fractionnement maximum : norites à la base, leuconorites et anorthosites au sommet. Une telle disposition suggère à la fois une flottation relative du plagioclase et un effet de filtre-presse contribuant à l'expulsion de l'intercumulus.

Dans la plupart de ces roches, le plagioclase est le premier minéral formé, mais la présence occasionnelle de grains de pyroxène inclus dans le labrador, montre qu'il ne s'agit pas d'une règle générale.

La composition particulière de la zone de trempe du complexe de Shawinigan (riche en MgO pour une teneur en SiO₂ élevée) se conçoit comme résultant de la contamination d'un magma basaltique par assimilation de gneiss alumineux, ce qui est confirmé par la présence de cordiérite dans certaines norites. Bien que locale et incomplète, l'assimilation de gneiss alumineux a cependant favorisé l'apparition précoce et massive du plagioclase, et la flottation de ces derniers, suivie de l'effet de filtre-presse dû au plissement, aurait conduit à la formation de l'anorthosite.

Abstract

Detailed studies on a small noritic complex of the Grenville Province near Shawinigan, Québec, have shown that both mechanical differentiation and assimilation of pelitic gneisses could be invoked in the formation of anorthosites. The sheet-like Shawinigan Complex is folded in an open syncline, in the axis of which the maximum fractionation can be seen : norites are at the bottom; they are overlain by leuconorites which grade into genuine anorthosites. Such a pattern suggests that a kind of gravitational separation has occurred and that filter-pressing might have been an active process.

Most of the rocks have idiomorph plagioclase and interstitial pyroxenes but occasional inclusions of hypersthene in labradorite show that mafics crystallized first in some places.

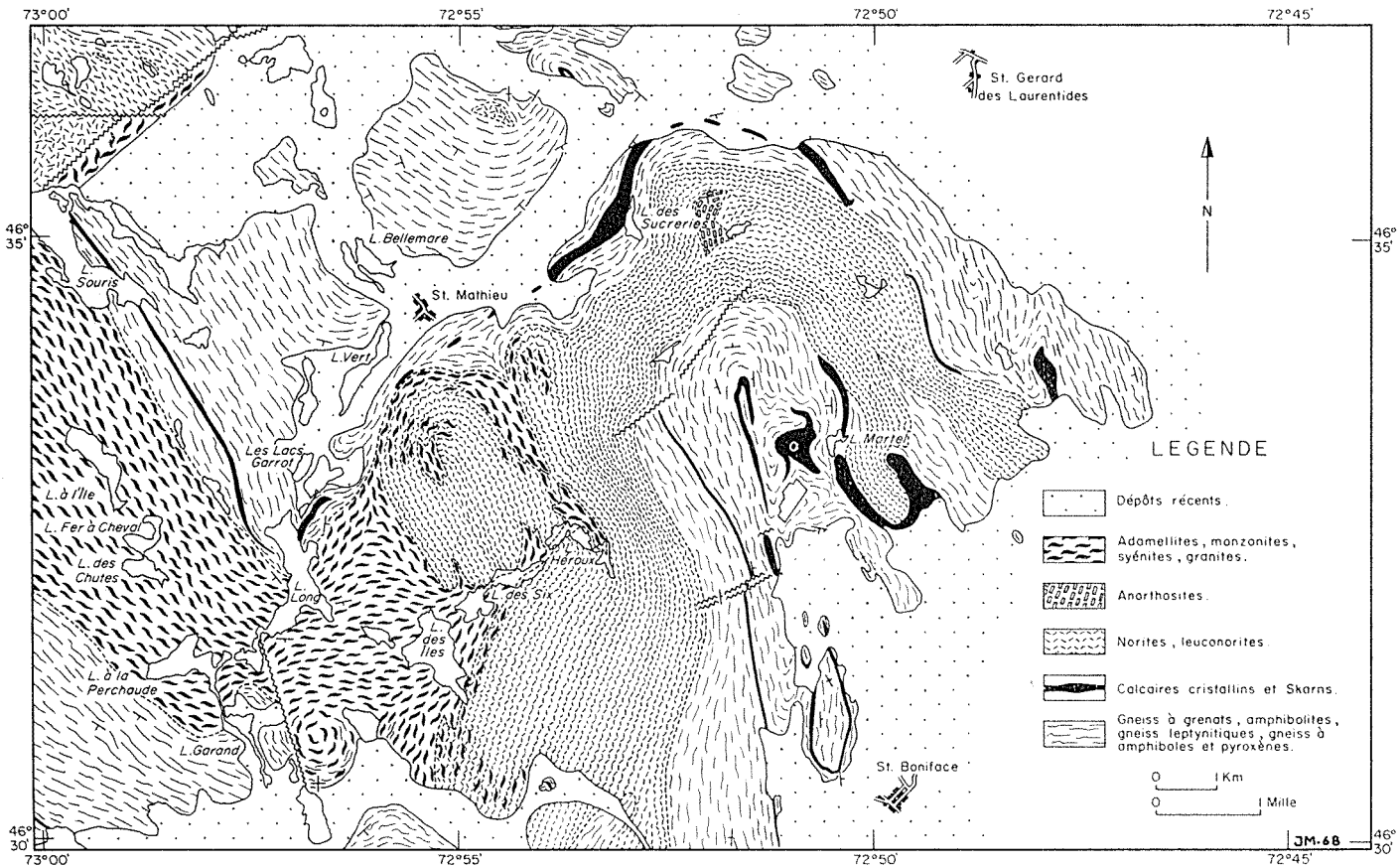


FIGURE 1. Le complexe anorthositico-noritique de Shawinigan.

The chilled margin is a magnesium-rich quartz-bearing rock, the composition of which is thought to result from the contamination of a basaltic magma by assimilation of aluminous gneisses. Relics of cordierite in some norites are in agreement with this hypothesis.

Assimilation of pelitic material favours the early crystallization of plagioclase that might have floated towards the top of the intrusion and formed a crystal mush. During folding the intercumulus liquid has been expelled leaving a plagioclasic residue which consolidated as anorthosite.

Introduction

Bien qu'elles n'aient pas d'équivalent effusif, les anorthosites sont considérées, à de rares exceptions près, comme des roches d'origine magmatique. De plus l'association fréquente anorthosite-norite a conduit Bowen (1917) et de nombreux chercheurs à faire dériver ces roches d'un magma basaltique; dans cette hypothèse, la flottation, ou du moins la décantation plus lente du plagioclase conduirait à la formation de ces roches hololeucocrates. La genèse des massifs stratiformes tel le Stillwater Complex se conçoit bien par un mécanisme de ce genre.

Toutefois, la cristallisation précoce du plagioclase suivie de celle de l'hypersthène, et le caractère généralement leucocrate des complexes anorthositiques, ont amené P. Michot (1955) à concevoir l'existence d'un magma plagioclasic résultant de l'assimilation de schistes pélitiques par un magma tholéitique. À première vue, ce schéma s'accorde mieux avec la formation des grands massifs du type Adirondack.

Mais, si la découverte de nombreux dykes d'anorthosite (Vogt 1924; Osborne, 1949. .) semble confirmer l'existence d'un magma anorthositique, la réserve exprimée par Bowen quant à la très haute température de solidification d'un tel liquide, reste toujours valable.

De plus, les deux mécanismes évoqués (différenciation et assimilation) ne s'excluent nullement et semblent avoir joué concurremment dans un petit complexe anorthosito-noritique de la Province de Grenville (Bouclier Canadien), non loin de Shawinigan.

Le complexe anorthosito-noritique de Shawinigan

Le complexe de Shawinigan affleure sur une cinquantaine de Km² dont 2% seulement sont occupés par les anorthosites (fig. 1). C'est un amas stratiforme, intrusif dans les gneiss du Groupe de Grenville (Martignole, sous

presse), et repley  en même temps que ces derniers en un vaste synclinal plongeant vers le sud-est. Un fractionnement très poussé s'est réalisé dans l'axe du synclinal, puisque l'on y retrouve, de la base au sommet, des norites, des leuconorites, et des anorthosites (fig. 2).

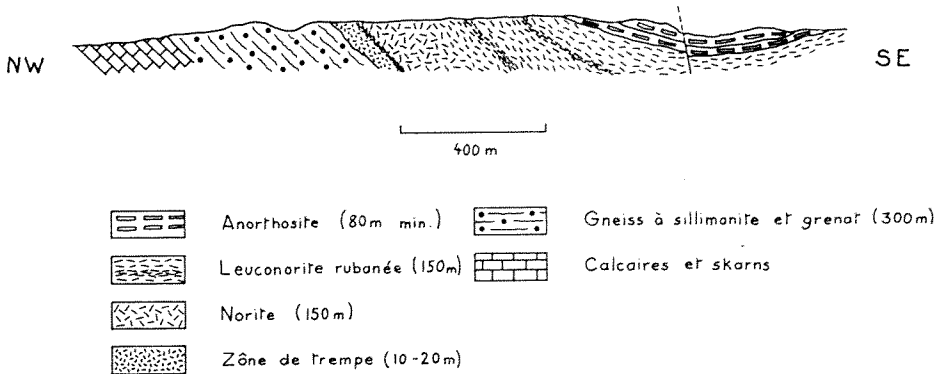


FIGURE 2. Coupe à travers le synclinal du Lac des Sucrieries.

  la base de l'amas intrusif, on observe une zone de trempe constituée par une leuconorite à grain fin : plagioclase (An₄₇), orthopyroxène, biotite et accessoirement, quartz, feldspath potassique et minéraux opaques. D'après les critères texturaux, il ne fait aucun doute que l'andésine, a cristallisé en premier lieu, suivie par l'hypersthène et enfin par le résidu quartzo-feldspathique et micacé qui donne des plages granophyriques. Toutefois, à une cinquantaine de mètres du contact, la séquence de cristallisation est différente : l'hypersthène se présente soit en petits grains idiomorphes de 1   3/10 de mm, inclus dans les plagioclases, soit en grains grossiers, pouvant avoir plusieurs millimètres et occupant l'espace résiduel entre les plagioclases poecilitiques (pl. I, photo 1). Cette texture résulte de la formation d'une cumulite   hypersthène dans laquelle le plagioclase a cristallisé à partir du liquide interstitiel (Wager, 1968), ou ce qui est plus vraisemblable, de la succession de deux générations de pyroxènes, séparées par une précipitation massive du plagioclase. Dans l'un ou l'autre cas, le pyroxène est le premier minéral à se former et la composition du magma se situe ici dans le champ de stabilité du pyroxène.

Dans le reste du complexe intrusif, le plagioclase des norites et des leuconorites est idiomorphe et toutes ces roches sont des cumulites   labrador-andésine, avec pyroxène, magnétite et apatite interstitiels (pl. I, photo 2). Dans les leuconorites, la présence de grands plagioclases zonés, partiellement corrodés par des individus plus petits et non zonés, montre que ces roches sont passées par un stade orthocumulite avant de devenir des m socumulites. Les anorthosites, au contraire, renfermant de grands cristaux jointifs de labrador non zonés,

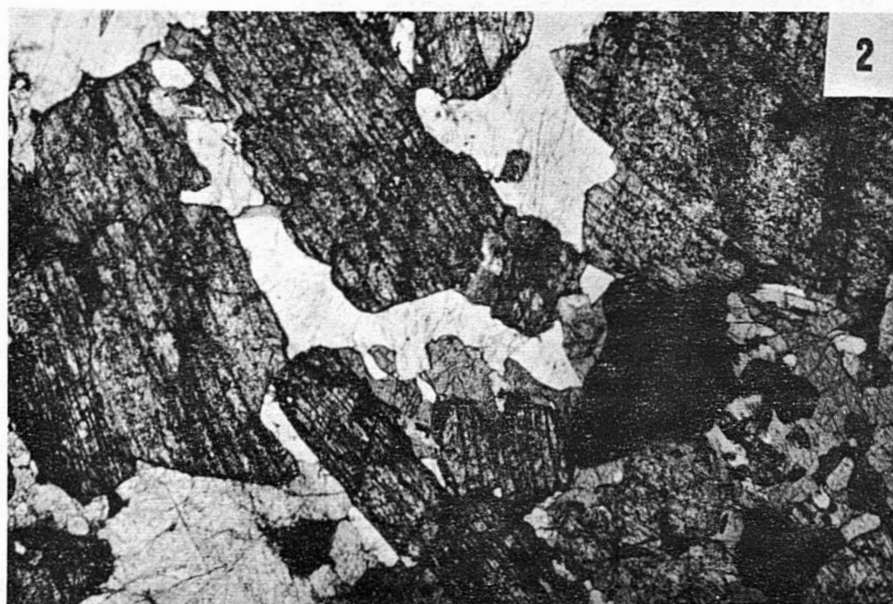
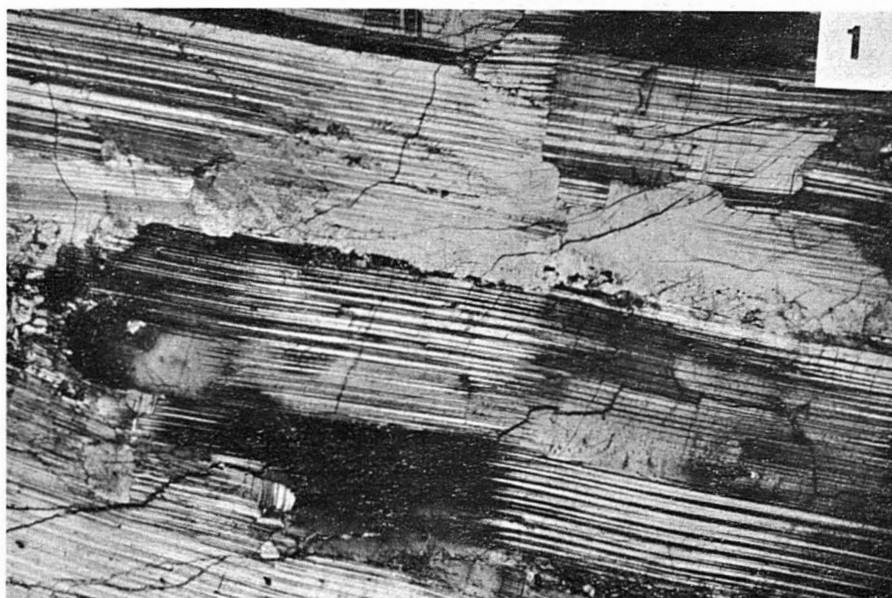


PLANCHE I — 1. Inclusions de pyroxène dans du labrador, et pyroxène interstitiel entre les plagioclases idiomorphes. 2. Cumulite à labrador avec hypersthène et magnétite interstitiels.

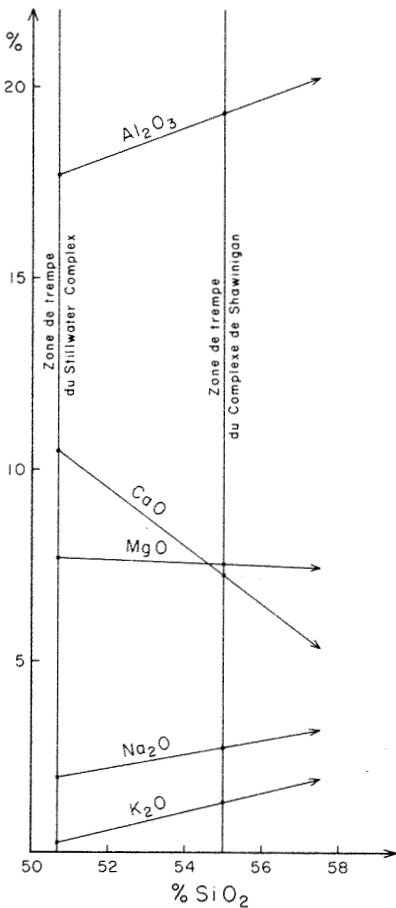
doivent être considérées comme des adcumulites (pl. II, photo 1). Le passage des mésocumulites aux adcumulites a pu se faire par une diffusion à double sens (Hess, 1939), l'intercumulus étant nourri en éléments nécessaires à la croissance du minéral accumulé, les éléments non utilisés étant refoulés.

Cependant, dans le cas du complexe de Shawinigan, il n'est pas indispensable de faire appel à un phénomène de diffusion pour expliquer la disparition presque totale de l'intercumulus. La position du niveau anorthositique dans le coeur d'un synclinal suggère que la tectonique a joué un rôle majeur dans l'expulsion latérale du liquide résiduel par un effet de filtre-presse.

Ce fractionnement mécanique a laissé d'une part un résidu hololeucocrate à labrador (An60), tandis que l'intercumulus, plus sodique, a cristallisé aux alentours sous forme de norite à labrador-andésine (An47 à An55).

Tendance de la cristallisation et nature du magma parent

Dans son étude détaillée sur la suite anorthosite-mangérite du Québec, Philpotts (1966) souligne la cristallisation précoce du plagioclase dans le massif du Lac Larose (prolongement occidental du complexe de Shawinigan). Si cette observation est valable pour la plupart des leuconorites et des norites de la région, il ne s'agit pas d'une règle générale puisque localement, l'hypersthène peut apparaître en premier. Pour expliquer cette formation précoce du plagioclase, Philpotts invoque un déplacement de la ligne cotectique dans le système Di-An-Ab sous l'influence de la pression, déplacement qui augmente le champ de cristallisation de ce dernier. Cependant, l'existence d'un métamorphisme de contact à cordiérite (Martignole, ouvrage cité, lors de l'intrusion, semble exclure une mise en place dans des conditions de pression élevée, et des travaux récents (Lindsley et Emslie, 1967) ont montré que, dans le cas d'une faible augmentation de pression le déplacement de la ligne cotectique, bien que s'effectuant dans un sens favorisant l'élargissement du champ des plagioclases, est pratiquement négligeable.



Il faut donc faire appel à un autre phénomène pour expliquer l'apparition massive de plagioclase au début de la cristallisation : l'assimilation de gneiss alumineux.

Il faut donc faire appel à un autre phénomène pour expliquer l'apparition massive de plagioclase au début de la cristallisation : l'assimilation de gneiss alumineux.

FIGURE 3. Comparaison entre la zone de trempe du Stillwater Complex et celle du Complexe de Shawinigan.

La zone de trempe du complexe de Shawinigan présente certains caractères chimiques particuliers comme la teneur élevée en MgO pour une roche contenant 55% de SiO₂. Si on la compare par exemple à la zone de trempe du Stillwater Complex (fig. 3), on constate qu'elle est plus riche en SiO₂, Al₂O₃, Na₂O et K₂O, mais qu'elle est nettement plus pauvre en CaO. Étant donné l'absence de variation notable de MgO, il est fort peu probable que cette roche représente un stade intermédiaire dans la différenciation d'un magma basaltique. Par contre, cette composition particulière se conçoit facilement comme résultant de l'assimilation d'un gneiss à quartz, plagioclase, microcline et grenat par un magma basaltique.

L'existence de phénomènes d'assimilation est d'ailleurs confirmée par la présence, à quelques dizaines de mètres au-dessus du contact norite-gneiss, d'un niveau de leuconorite à cordiérite; comme dans la zone de trempe, le plagioclase y est idiomorphe, tandis que l'on note un appauvrissement en pyroxène par rapport aux norites encaissantes.

Ces observations conduisent à expliquer la cristallisation précoce et massive du plagioclase non par un déplacement de la ligne cotectique, mais par un changement de composition du magma.

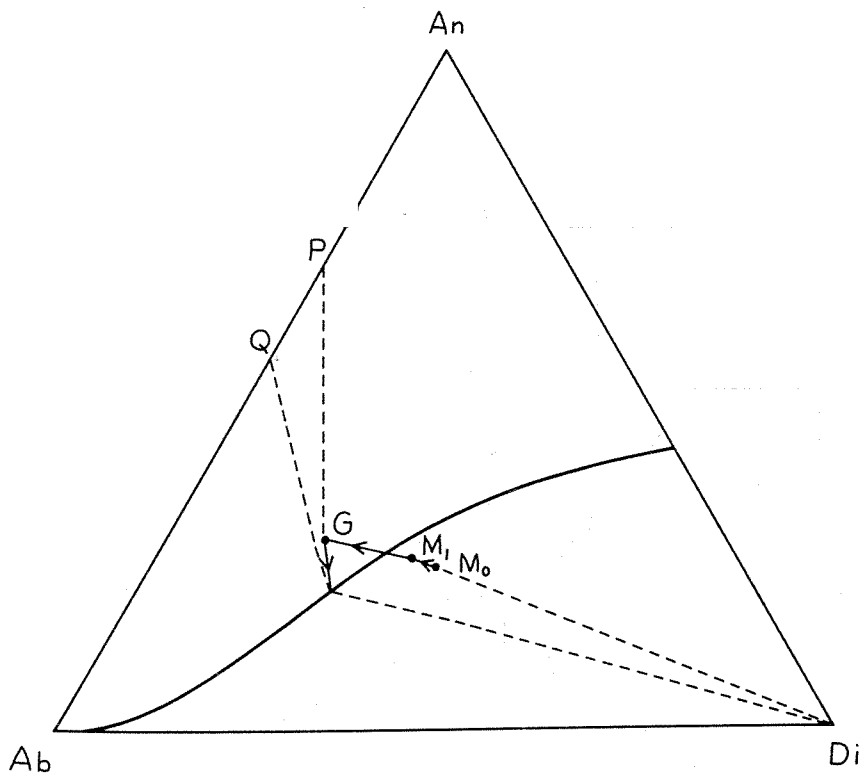


FIGURE 4. Diagramme Di-Ab-An montrant le trajet possible de la cristallisation, dans l'hypothèse d'une assimilation de gneiss alumineux.

Par digestion de gneiss alumineux, un magma de composition Mo (fig. 4) peut traverser la ligne cotectique et rentrer dans le champ de stabilité des plagioclases, ce qui modifie l'ordre d'apparition des minéraux. Cette possibilité de franchir la ligne cotectique en cours de cristallisation permet d'expliquer les

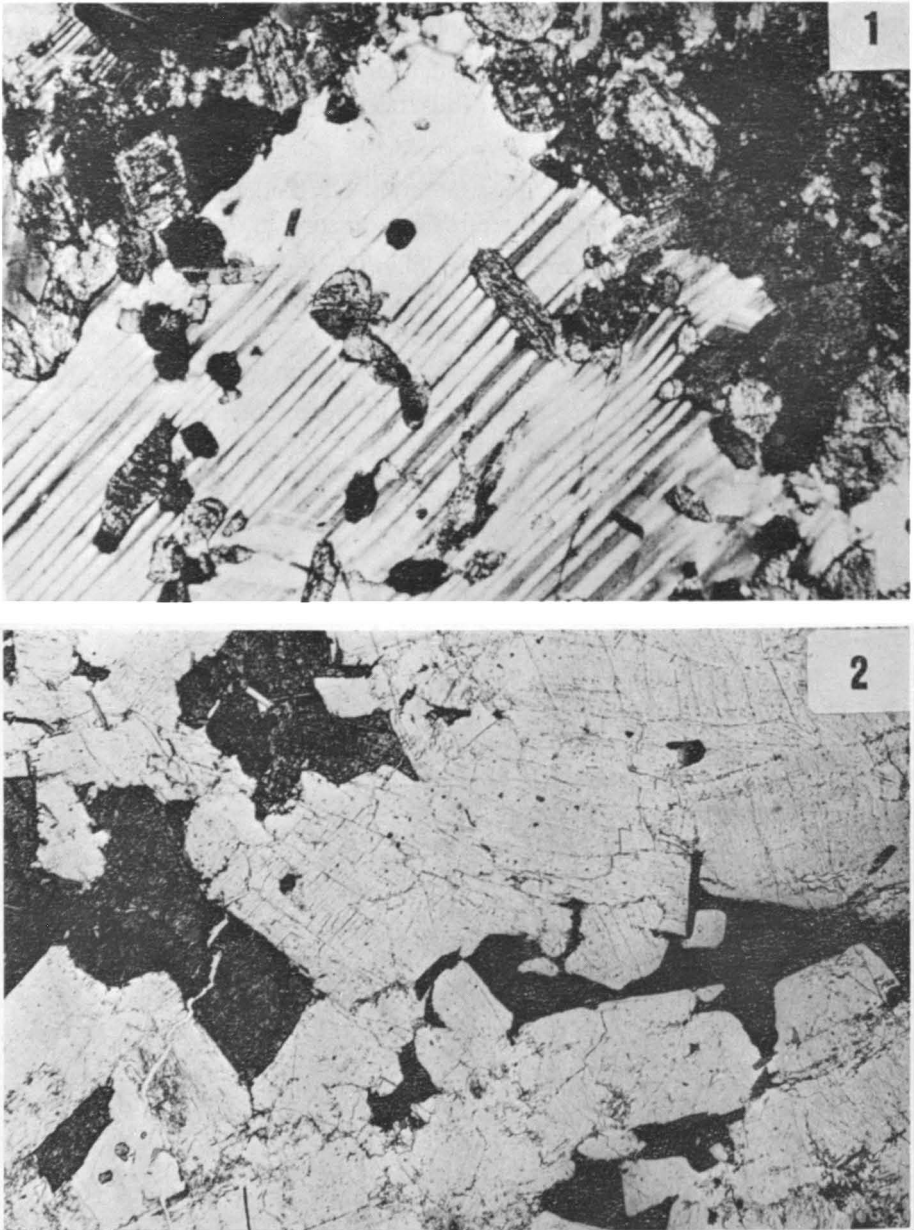


PLANCHE II — 1. Adcumulite à labrador montrant la structure parallèle fréquente dans les anorthosites. 2. Cumulite à hypersthène avec plagioclase interstitiel.

textures décrites ci-dessus, où l'on avait deux générations de pyroxènes : dans le liquide initial Mo, ont commencé à se former des pyroxènes, et la composition du liquide s'est déplacée vers la ligne cotectique (de Mo à Ml); puis, la digestion d'enclaves alumineuses a provoqué un brusque déplacement de composition (Ml-G), et un plagioclase de composition P s'est formé, englobant les premiers pyroxènes; au bout d'un certain temps, la ligne cotectique a été atteinte, et le pyroxène a de nouveau cristallisé en équilibre avec un plagioclase de composition Q.

De même que la présence de cordiérite, les perturbations de la cristallisation traduisent le caractère local de l'assimilation qui est essentiellement conditionnée par la nature des roches encaissantes. Pour montrer l'influence de ces roches sur la séquence de cristallisation, il suffit de mentionner que dans la région du Lac Souris, où dominent les amphibolites, c'est localement l'hypersthène qui se forme en premier dans les norites et s'accumule pour donner des pyroxénites (pl. II, photo 2).

Mécanisme de fractionnement

L'assimilation, locale et incomplète, favorise certainement la cristallisation des plagioclases, mais ce mécanisme en soi n'explique pas le fractionnement très poussé que l'on observe.

L'enrichissement en plagioclase vers le sommet de l'intrusion suggère de prime abord une flottation des premiers cristaux formés dans le liquide résiduel. Ceci peut en effet se réaliser dans un magma basaltique, puisque la densité du labrador à 1125°C est de 2.63, alors qu'à cette température, Hess (1960) estime la densité du magma du Stillwater Complex à 2.65. Dans le cas du Complexe de Shawinigan cependant, il faut tenir compte de la contamination du magma parent, qui doit entraîner une baisse de densité de ce dernier. Aussi, les premiers plagioclases formés (qui étaient probablement plus calciques que An₆₀ et plus denses que 2.63) devaient-ils rester en suspension ou même précipiter. Mais, la cristallisation se poursuivant, les plagioclases deviennent moins denses avec la baisse de température, tandis que le liquide résiduel au contraire voit sa densité augmenter par soustraction des éléments légers entrant dans la constitution des feldspaths (Al₂O₃, SiO₂, Na₂O, CaO). Un montant peut donc arriver où les plagioclases qui se forment sont plus légers que le liquide, et ils tendent alors à flotter. Une fois amorcée, cette flottation se poursuit et s'intensifie jusqu'à l'apparition des premiers pyroxènes qui provoque une brusque baisse de densité du liquide résiduel.

Ainsi, a pu se constituer, à la partie supérieure de l'intrusion, une « écume feldspathique » de composition leuconoritique. On conçoit alors que, lors du plissement, le liquide interstitiel ait été expulsé par un effet de filtre-pressé, le résidu plagioclasiq ue se consolidant pour donner l'anorthosite.

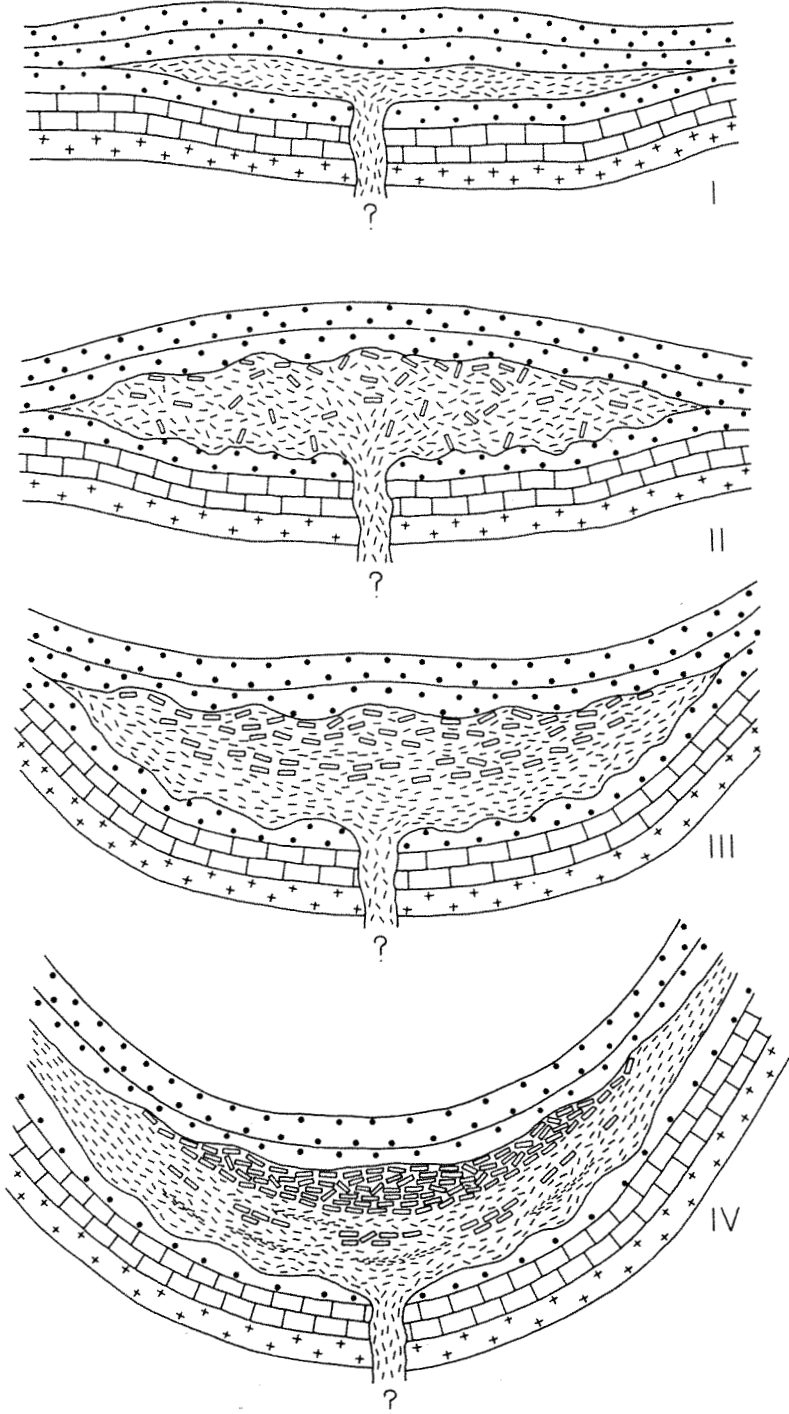


FIGURE 5. Représentation schématique de la formation d'un niveau anorthositique dans l'hypothèse d'un effet combiné d'assimilation de flottation et de filtre-pressé.

Symboles : croix : gneiss granitiques; briques : calcaires; points noirs : gneiss à sillimanite et grenat; rectangles blancs : plagioclases.

Conclusions

Ces quelques remarques à propos d'un petit massif stratiforme montrent que trois processus fondamentaux (assimilation, différenciation par gravité, effet de filtre-presse) semblent impliqués dans la genèse du complexe de Shawinigan. La formation de l'anorthosite peut s'y concevoir de la façon suivante (fig. 5):

- 1) Intrusion, dans un milieu mésozonal, d'un magma de composition basaltique; localement, début de précipitation du pyroxène;
- 2) assimilation de gneiss alumineux provoquant un changement de composition du magma initial qui favorise la cristallisation massive du labrador, en particulier au toit de l'appareil intrusif;
- 3) flottation probable du plagioclase vers le sommet de l'intrusion; formation d'un niveau de composition leuconoritique dans lequel seul le plagioclase a cristallisé;
- 4) expulsion du liquide interstitiel de composition noritique, sous l'effet du plissement en synclinal; consolidation de l'anorthosite; cristallisation du magma résiduel donnant une norite à andésine.

Remerciements

Je tiens à remercier MM. L. Gélinas et K. Schrijver pour les suggestions et les critiques qu'ils m'ont apportées lors de la préparation du manuscrit. Les travaux de terrain ont été financés par le Ministère des Richesses Naturelles du Québec.

Références

- BIRCH, F. *et al.*, 1942. Handbook of physical constants. *Spec. Pap. geol. Soc. Am.*, No. 36.
- BOWEN, N.L., 1917. The problem of anorthosites. *J. Geol.*, **25**: 205-243.
- DANE, E.B., 1941. Densities of molten rocks and minerals. *Am. J. Sci.*, **239**: 809-18.
- HESS, H.H., 1939. Extreme fractional crystallization of a basaltic magma: the Stillwater igneous complex. *Trans. Am. geophys. Un.*, 1939, pt. 3, 431-32.
- HESS, H.H., 1960. Stillwater Igneous Complex, Montana. *Mem. geol. Soc. Am.*, 80.
- LINDSLEY, D.H., and R.F. EMSLIE, 1967. Effect of pressure on the boundary curve in the system Diopside-Albite-Anorthite. *Yb. Carnegie Inst. Wash.*, **67**: 479-80.
- MARTIGNOLE, J., 1967. Relations chronologiques et structurales entre le Groupe de Grenville et la Série de Morin dans le sud du Québec. *G.A.C. Annual Meeting, 1967*, (sous presse).

- MICHOT, P., 1955. Anorthosites et anorthosites. *Bull. Acad. r. Belgique*, Cl. Sci., 5^e série, **41**: 275-294.
- OSBORNE, F.F., 1949. Coronite, labradorite, anorthosite and dykes of andesine anorthosite, New Glasgow, Quebec, *Trans. R. Soc. Canada*, 43, sec. IV, pp. 85-112.
- PHILPOTTS, A.R., 1966. Origin of the Anorthosite-Mangerite Rocks in Southern Quebec. *J. Petrol.*, **7** (1): 1-64.
- VOGT, J.H.L., 1924. The physical chemistry of the magmatic differentiation of igneous rocks. *Videnska. Skrft. Mat. Nat. Klas.* 1, 15, 128 p.
- WAGER, L.R., 1968. Rhythmic and cryptic layering in mafic and ultramafic plutons. In the Poldervaart Treatise on Rocks of Basaltic Composition. V.2, pp. 573-622. New York : Intersciences Publishers.
- WAGER, L.R., G.M. BROWN, W.J. WADSWORTH, 1960. Types of igneous cumulates. *J. Petrol.*, **1** (1), pp. 73-85.

TURBIDITES SANS MATRICE PRODUITS DE DIAGÉNÈSE

JEAN LAJOIE

Département de Géologie, Université de Montréal

Résumé

La présence de hauts pourcentages de matrice dans les grès Précambrien et Paléozoïque du facies flysch a été expliquée par certains auteurs comme résultat diagénétique. Les turbidites du Récent et du Cénozoïque contiennent apparemment peu de matrice car leur « tri est bon ».

Nous présentons l'analyse de 20 grès d'âge Ordovicien du facies flysch, qui ont de faibles pourcentages de matrice et nous montrons que la diagénèse peut être plutôt responsable de la disparition que de la formation de la matrice. De plus, l'évidence ne supporte pas l'hypothèse d'une absence de matrice dans les turbidites du Récent et du Cénozoïque.

Abstract

The high matrix content of Precambrian and Paleozoic flysch type sandstones has been explained by some by diagenesis. Recent and Cenozoic turbidites are often said to be low in matrix because they are « well sorted ».

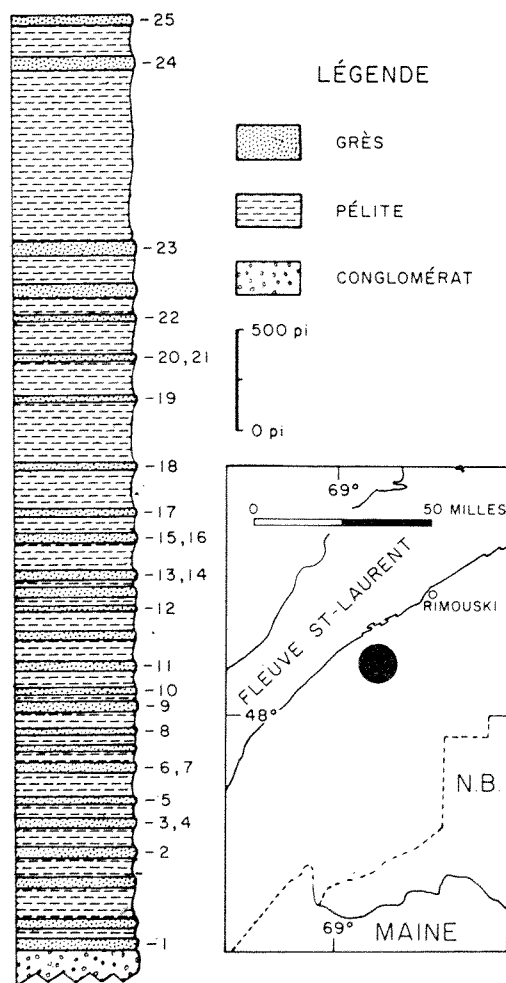
Our object here is to present the analysis of 20 Ordovician sandstone horizons of the flysch facies, with low matrix contents, and to show that diagenesis is responsible for the disappearance rather than the formation of the matrix. The hypothesis that Recent and Cenozoic turbidites have low matrix contents is not supported by the facts.

Introduction

L'absence de matrice dans des grès du facies flysch a provoqué quelques controverses parmi les sédimentologues. Cummins (1962) énonce que le grès dominant du facies flysch du Précambrien et du Paléozoïque est le grauwacke;

cette prédominance disparaît selon lui à partir du Crétacé. Kuenen (1966) rapporte que plusieurs auteurs ont remarqué le faible pourcentage de matrice dans les turbidites (« sometimes expressed as good sorting ») du Cénozoïque et du Récent. Quelques auteurs ont récemment démontré que les roches ou les sédiments plus jeunes que Crétacé peuvent contenir un volume important de matrice primaire (Van Straaten, 1964; Conally et Ewing, 1967; Audley-Charles, 1967).

Dzuynski et Walton (1965) traitent le problème et critiquent les hypothèses de Cummins car elles sont basées sur un nombre limité d'analyses. Ils insistent sur l'importance de cumuler beaucoup plus de données d'analyses de grès du faciès flysch provenant non seulement de la région des Carpates mais aussi d'ailleurs.



L'auteur se propose de présenter une analyse texturale de grès Ordovicien, type flysch, déposés par courants de turbidité. Ces grès avec peu ou pas de matrice peuvent s'expliquer par diagenèse. L'analyse fut faite, dans les Appalaches du Québec, sur la rive sud du St-Laurent, à environ 5 milles au sud-ouest de Rimouski (figure 1).

FIGURE 1. Localisation de la région; section stratigraphique générale avec la position relative des échantillons étudiés. L'épaisseur des lits de grès est exagérée.

STRATIGRAPHIE

La section stratigraphique dont on a tiré les échantillons analysés, représente l'unité supérieure de la séquence du flysch qui affleure dans la région. Cette section est une partie du Groupe de Québec de Logan (1863). L'unité supérieure, d'environ 5,000 pieds d'épaisseur, où alternent grès et pélites, repose sur une section de conglomérats pétromictes interstratifiés avec des grès feldspathiques et des pélites. L'unité supérieure serait d'âge Ordovicien Inférieur si on se base sur les trilobites trouvés dans un lit de grès, près de la base de la section. La meilleure corrélation, à date, serait de relier cette section avec la Formation de St-Damase, définie par Hubert (1967), située au sud-ouest de la région déjà mentionnée. L'étendue latérale de la Formation de St-Damase n'étant pas encore définie, l'auteur s'abstiendra de nommer l'unité supérieure de la séquence du flysch discutée dans l'article.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA SECTION

L'unité supérieure de la section du flysch est constituée par une alternance de grès et de pélites. Les pélites forment à peu près 70 pour cent de la section.

Les pélites sont composés de claystones et de siltstones, dans une proportion de 3 à 1. Les claystones sont gris-olive ou noirs, laminés, finement lités (l'épaisseur des lits varie de $\frac{1}{8}$ po à 2 pi, normalement ils sont de $\frac{1}{2}$ po). Les claystones, en général, ne sont pas calcaireux. Les siltstones sont en contact très net avec les claystones et ils montrent plusieurs empreintes de mur. L'épaisseur moyenne des lits de siltstones est de 3 po, cependant elle varie de $\frac{1}{4}$ po à 6 po. Les siltstones montrent fréquemment les intervalles de Bouma « b » et « c » et occasionnellement, les intervalles « a » et « d ». Les siltstones sont quelquefois calcaireux.

Les grès, représentant 30 pour cent de la section, affleurent en lits de 2 po à 6 pi mais surtout en lits de 2 pi. La couleur du grès dépend de son ciment et de son contenu en matrice. Si le sable est cimenté par la silice, la roche passera de blanc, si elle contient peu de matrice, à gris moyen si elle contient plus. La roche sera orange-grisâtre si le ciment est carbonaté. Le contact grès-siltstone est net; les empreintes de mur sont présentes mais pas aussi fréquentes que dans les siltstones. La plupart des lits de grès montre les intervalles « a » et « b », « c » n'est pas commun et « d » est rare.

COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DE LA FRACTION GRÈSEUSE

La majorité des grès dans la séquence est classifiée comme arénites feldspathiques (figure 2). La fraction principale est composée de quartz (75%), de feldspaths (18%) et de fragments de roches (7%). Ces fragments de roches sont surtout des carbonates.

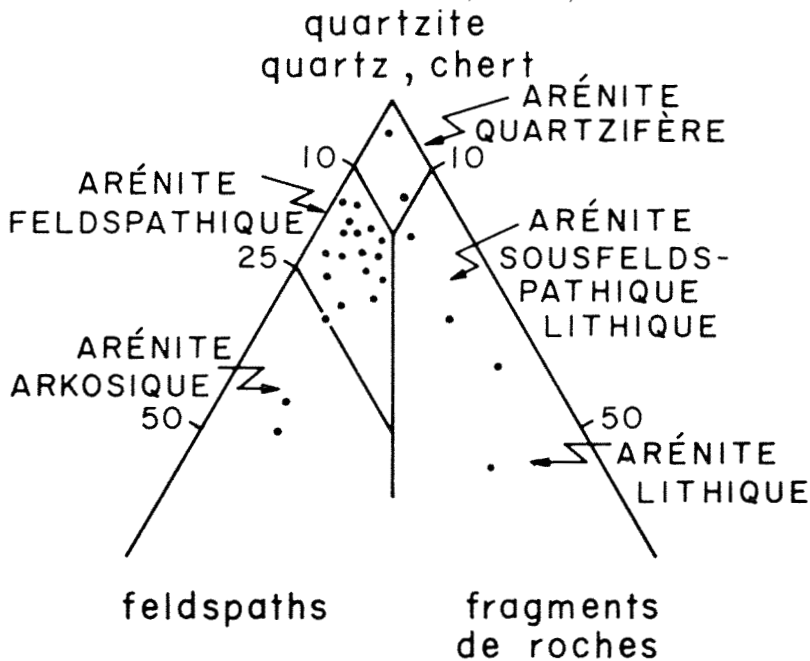


FIGURE 2. Classification des grès d'après Gilbert (Williams, Turner et Gilbert, 1955).

PÉTROGÉNÈSE DES GRÈS DE LA SECTION

Le contact entre les grès et les claystones sous-jacents est très net. Le contact supérieur est souvent bien défini mais dans certains cas, le grès passe graduellement vers le sommet en claystone. Les empreintes de mur, sans être abondantes, sont néanmoins fréquentes sur les semelles des grès. Les sables sont généralement grano-classés. À l'intérieur des lits, le grano-classement (« a ») est suivi d'un intervalle de lamination parallèle (« b ») et d'un intervalle de stratification oblique (« c »). Ces sables furent donc transportés par courants de turbidité. La persistance de l'intervalle grano-classé dans la séquence indique que les turbidites sont proximales (Walker, 1967).

Ayant trouvé, à la base de la section, des brachiopodes et des trilobites, et dans la fraction argileuse des grès, des minéraux argileux du type illite et/ou glauconite, on peut conclure que le milieu de sédimentation était marin. La sédimentation dans ce bassin s'est effectuée sous la zone d'attaque des vagues (milieu profond) car les laminations dans les claystones n'ont pas été dérangées après la mise en place du dépôt.

Analyse de la texture

Nous avons étudié 150 échantillons de grès dans l'unité supérieure de la séquences du flysch. Un échantillonnage aléatoire fut fait dans 20 lits de la

colonne stratigraphique dans le but d'en comparer le pourcentage de matrice (position relative des échantillons à la figure 1). Dans ces 20 lits, 25 échantillons furent prélevés pour l'analyse granulométrique. Les diamètres de grains ont été mesurés au microscope par la méthode du comptage de points. Les courbes granulométriques ont été corrigées par la méthode établie par Vistelius (1958).

TABLEAU I

Analyse granulométrique des grès.

Échantillon	\bar{x} (ϕ)	Médian (μ)	So	σ_1 (ϕ)	Sk ₁	% d > 4.5 ϕ	Type de ciment
1	.064	320	1.38	2.05	-0.442	0.1	CO ₃
2	2.1	200	1.60	1.02	+0.091	0.2	CO ₃
3	1.5	300	2.02	1.29	+0.315	0.3	CO ₃
4	1.99	194	1.50	0.994	+0.10	1.5	SiO ₂
5	2.41	150	1.47	1.05	+0.051	8.0	SiO ₂
6	2.23	160	1.5	1.03	-0.113	3.0	SiO ₂
7	2.74	127	1.37	0.86	-0.138	5.0	SiO ₂
8	1.90	190	1.51	0.99	-0.23	1.0	SiO ₂ /CO ₃
9	1.56	310	1.97	1.13	+0.33	0.3	CO ₃
10	1.39	270	2.52	1.17	-0.031	1.0	SiO ₂
11	1.60	228	1.64	1.02	-0.301	1.0	CO ₃
12	2.17	143	1.48	1.19	-0.039	1.0	SiO ₂
13	2.62	114	1.29	0.89	-0.47	1.0	SiO ₂ /CO ₃
14	2.37	119	1.25	1.34	+0.144	8.0	SiO ₂
15	1.95	221	1.83	1.81	+0.387	8.0	SiO ₂
16	1.79	172	1.70	1.38	-0.273	5.0	SiO ₂
17	2.52	145	1.39	0.86	+0.049	4.0	SiO ₂
18	2.32	165	1.24	0.59	-0.482	trace	CO ₂
19	2.58	211	1.54	1.1	+0.22	0.5	CO ₂
20	2.33	177	1.45	0.89	-0.008	2.0	SiO ₂
21	2.51	150	1.42	0.919	+0.244	4.0	SiO ₂
22	2.43	156	1.37	0.79	-0.093	1.0	SiO ₂ /CO ₃
23	2.34	148	1.41	0.92	-0.224	1.2	SiO ₂ /CO ₃
24	1.23	390	2.46	1.37	+0.736	0.3	CO ₃
25	1.56	245	1.87	1.29	+0.008	1.2	SiO ₂

Le tableau I résume les résultats de l'analyse granulométrique. Dans ce tableau, \bar{x} représente la moyenne arithmétique; So, le coefficient de Trask; σ_1 , l'écart type généralisé; Sk₁, le coefficient d'asymétrie généralisé. Les valeurs utilisées pour calculer ces paramètres proviennent des courbes cumulatives corrigées (figure 3).

TABLEAU II

Formules pour le calcul des paramètres \bar{x} , S_0 , σ_1 et Sk_1 .

$$1 - \bar{x} = \frac{n x}{n}$$

$$2 - S_0 = \frac{Q1}{Q3}$$

$$3 - \sigma_1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$$

$$4 - Sk_1 = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2 \phi 50}{2 (\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2 \phi 50}{2 (\phi 95 - \phi 5)}$$

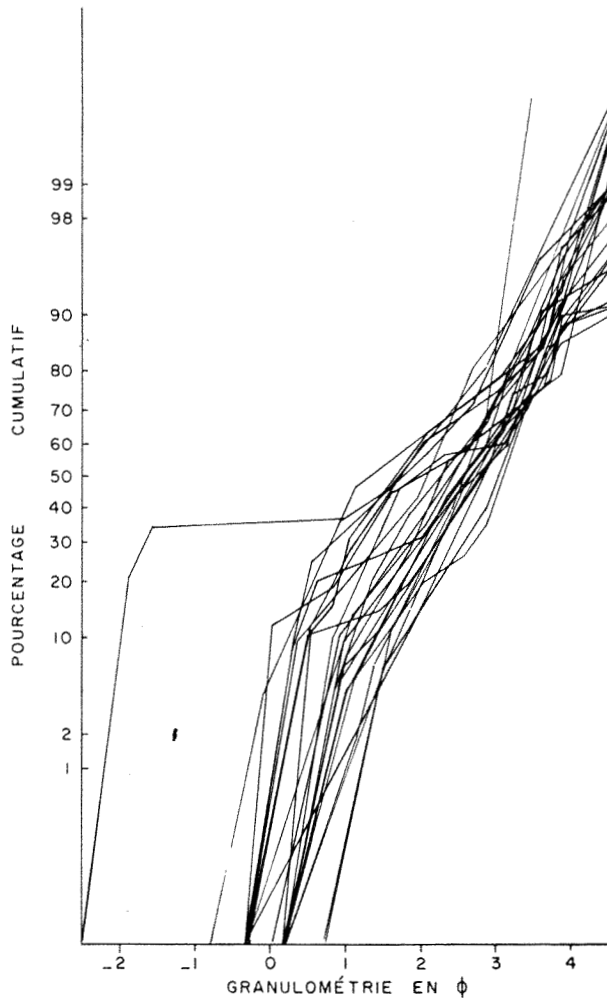


FIGURE 3. Courbes cumulatives des grès.

Les grès sont très semblables du point de vue granulométrique; la pente générale de la courbe cumulative semble indépendante de la position stratigraphique de l'échantillon. Le tri de 9 échantillons est moyen (« moderately sorted », $0.71 < \sigma_1 < 1.0\phi$); 14 échantillons ont un tri pauvre (« poorly sorted », $1.0 < \sigma_1 < 2.0\phi$). Dans l'ensemble, les grès se situent à la limite entre les deux classes ($\overline{\sigma_1} = 1.18$).

LA MATRICE

Définissons matrice comme la fraction granulométrique de la distribution dont le diamètre est inférieur à 44 microns (4.5ϕ) (Kuenen, 1966).

CONTENU DE MATRICE

Notons qu'il existe une confusion dans la littérature entre le « tri » et le « contenu de matrice » dans un grès; Kuenen, (1966) rapporte que plusieurs auteurs ont observé un faible pourcentage de matrice dans les turbidites du Cénozoïque et du Récent... « sometimes expressed as good sorting ». Il est à remarquer que dans la presque totalité des travaux cités pour démontrer cette assertion, on a utilisé le coefficient de triage de Trask pour évaluer le tri du sédiment (Kuenen et Migliorini 1950, Shepard 1951, Emery et Rittenberg 1952, Passega 1953, Cummins 1959, 1962).

Il serait peut être utile de rappeler que le tri de Trask n'est qu'une mesure de la dispersion de la portion centrale de la distribution. Les turbidites possédant moins de 25 pour cent de matrice sont automatiquement « bien triées » si la dispersion est mesurée par la méthode de Trask. Des 20 sables dont nous présentons ici l'analyse, tous à l'exception de 2 (10 et 24) sont « bien triés » selon la classification de Trask. Ces deux exceptions contiennent moins de matrice que la majorité des autres grès et les valeurs inférieures du So sont souvent associées avec de forts pourcentages de matrice.

Kuenen (1967) note qu'il est impossible de distinguer des sables de turbidité et des sables de milieux superficiels en utilisant la texture. La présente étude, ainsi que celle effectuée sur des sédiments superficiels (Lajoie, 1968), démontre qu'au contraire il existe une différence marquée entre des arénites du facies flysch et des arénites du milieu superficiel, à l'intérieur du même contexte stratigraphique. De plus, rien ne démontre à l'heure actuelle que les turbidites du Récent et du Cénozoïque contiennent plus ou moins de matrice que celles du Paléozoïque.

Matrice théorique et matrice observée

Kuenen (1966) a établi le pourcentage approximatif de matrice qu'une turbidite devrait contenir en se basant sur des analyses de sédiments du Récent

TABLEAU III

Pourcentage de matrice ($d > 4.5\phi$) théorique et observé, en relation avec le médian, pour les 20 turbidites de la section.

Turbidites	1	2	3 4	5	6 7	8	9	10	11	12	13 14	15 16	17	18	19	20 21	22	23	24	25
Médian (μ)	320	200	300 194	150	160 127	190	310	270	228	143	114 119	221 172	145	165	211	177 150	156	148	390	245
% théorique	1.5 à 5	2 à 8	1 à 5 2 à 8	3 à 8	2.5 à 10 4 à 15	2 à 8	1.5 à 5	1 à 5.5	2.0 à 7	3 à 8	5 à 15 4.5 à 14	2 à 7 2 à 7	3 à 8	2.5 à 10	2 à 7	2 à 7 3 à 8	2.5 à 8	3 à 8	1 à 4.5	1.0 à 5
% observé	0.1	0.2	0.3 1.5	8	3 5	1	0.3	1	1	10	1 8	8 5	4	0	0.5	2 4	1	1.2	0.3	1.2

ainsi que sur des expériences de laboratoire. Selon ces résultats, le pourcentage de matrice varie en fonction de la concentration de la suspension et de la granulométrie transportée.

Pour établir le pourcentage théorique du contenu de matrice, il faut déterminer la concentration des suspensions qui ont transporté les sables. Kuenen (1966) arrivé à une moyenne de 100 gr/l pour la concentration des courants de turbidité. Les expériences de Kuenen ne sont qu'un début dans le domaine et il serait dangereux d'utiliser cette moyenne. Cependant nous pouvons certainement nous servir des limites usuelles des concentrations (50 à 200 gr/l) et ainsi établir une étendue possible de contenu en matrice pour chacune des 20 turbidites de la section. Le tableau III résume pour les 20 turbidites l'étendue des pourcentages théoriques de la matrice ainsi que les pourcentages observés sur les mêmes sables. Les valeurs du pourcentage théorique sont déduites des courbes de Kuenen (1966); elles sont arrondies au 0.5 le plus près (figure 4).

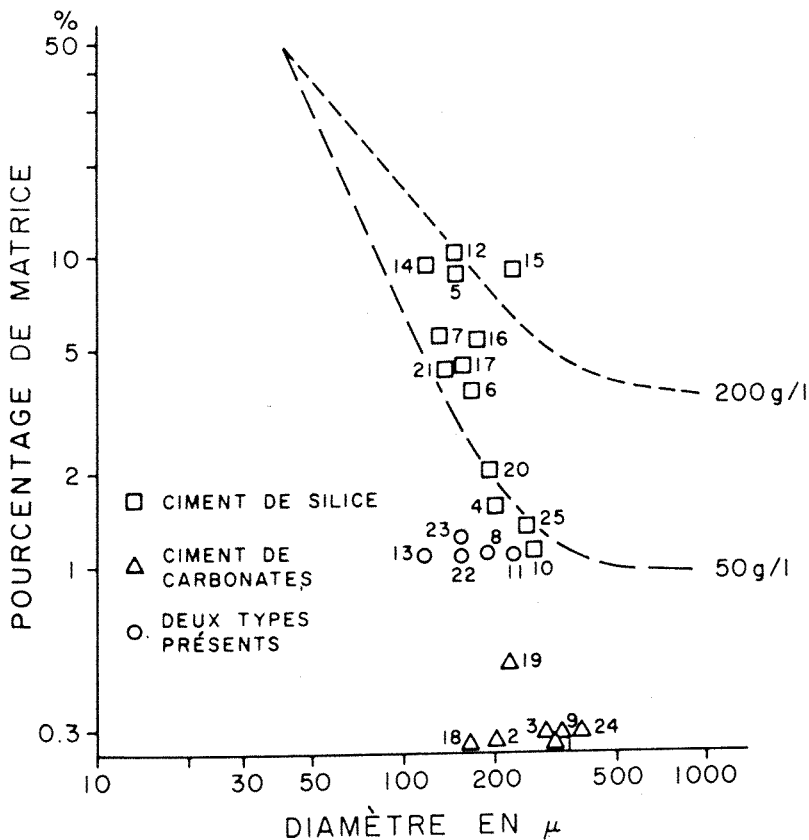


FIGURE 4. Calcul du pourcentage de matrice, d'après Kuenen (1966).

Le pourcentage observé fut déduit à partir des courbes cumulatives corrigées. Une très grande précision des pourcentages de matrice dans le tableau n'a pas tellement d'importance car dans la presque totalité des cas il y a soit une assez bonne correspondance entre les pourcentages théoriques et observés, soit une disproportion assez considérable entre les deux.

Les turbidites décrites ici devraient contenir entre 1 et 15 pourcent de matrice, dépendant du diamètre médian de la turbidite. On peut diviser ces turbidites en deux groupes : le premier, celles dont le contenu en matrice est normal ou près de normal (# 4, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 21 et 25), et celles dont le contenu en matrice est nettement inférieur à la normale (# 1, 2, 3, 8, 9, 11, 13, 18, 19, 22, 23 et 24).

Composition de la matrice

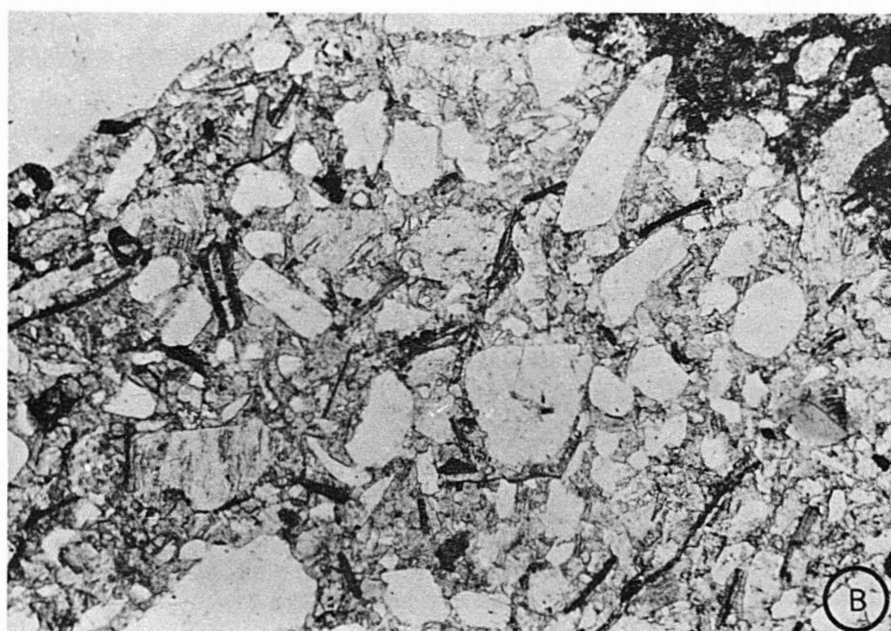
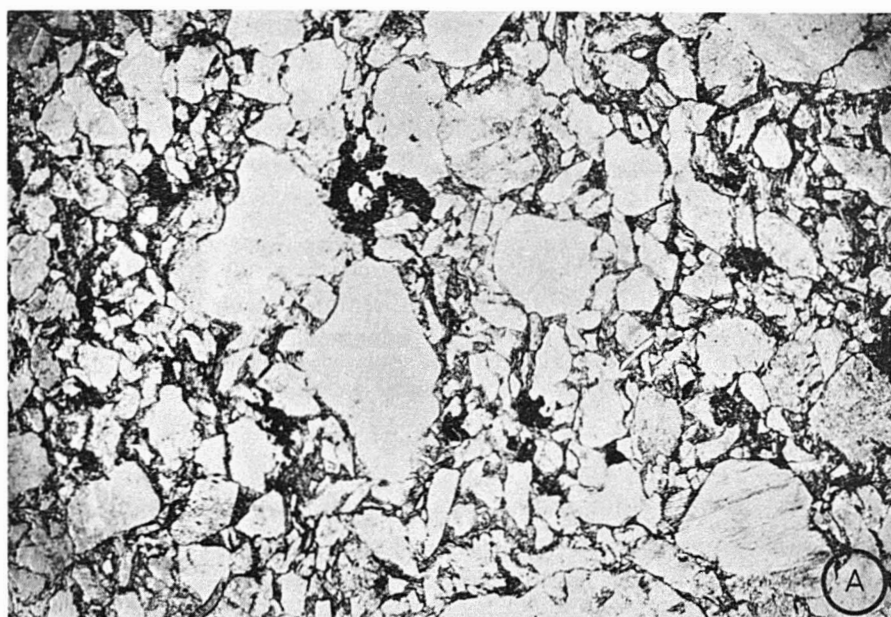
La matrice peut se subdiviser en deux fractions : silteuse et argileuse. Dans bien des cas la fraction argileuse est plus importante en volume. La fraction silteuse est composée de grains de quartz et de feldspath dans un rapport de 9 à 1. La fraction argileuse est composée de chlorite et de glauconie et/ou d'allite.

Deux types de ciment servent de liant à la matrice : carbonaté et siliceux. Le ciment carbonaté est composé de calcite, de dolomite et d'ankérite. Nous avons observé dans quelques lames un faible pourcentage de ciment phosphaté.

Relation entre le ciment et le pourcentage de matrice

Dans tous les cas où le pourcentage observé de matrice est nettement plus bas que le pourcentage théorique, le ciment est carbonaté en partie ou totalement (tableaux I et III). Le pourcentage de matrice des turbidites varie de 0 à 10. Lorsque le ciment est composé de silice la moyenne de matrice est de 4 pour cent; lorsque le ciment est composé de silice et de carbonate la moyenne tombe à 1 pour cent et lorsque le ciment est composé uniquement de carbonates, la moyenne tombe à 0.5 pour cent. En d'autres mots, les turbidites « normales » sont cimentées par la silice et les turbidites « sans » matrice sont cimentées par les carbonates.

Les relations de terrain et de laboratoire permettent d'établir que le ciment carbonaté est un deuxième ciment et qu'il remplace en tout ou en partie le ciment initial et la matrice. On observe en affleurement le passage latéral d'un type de ciment dans l'autre. Le contact entre les deux types est irrégulier mais bien délimité; la transition est toujours mince (quelques pouces). Le contenu en matrice est toujours plus élevé dans la partie du lit où le ciment est siliceux. La partie carbonaté contient souvent des concrétions calcaireuses où la matrice est complètement disparue.



FIGURES 5a et 5b. Remplacement de la matrice argileuse et silteuse par les carbonates à l'intérieur d'un même lit; 5a : matrice; 5b : ciment dolomitique; X 40.

Dans toutes les lames minces où nous avons observé ce remplacement, l'évidence supporte un remplacement du ciment siliceux par le ciment carbonaté. Le quartz et les feldspaths sont très peu altérés lorsque le ciment est siliceux;

ils le sont très fortement lorsque le ciment est carbonaté. Dans certains échantillons où l'on observe un grand développement de ciment carbonaté et une absence de matrice, on note souvent la présence de taches verdâtres diffuses dans les carbonates. Dans ces grès le ciment est souvent composé d'ankénite et/ou de dolomite. Quinze analyses par diffraction de ces taches verdâtres ont démontré qu'elles étaient composées d'illite, de chlorite et/ou de glauconite.

Il semble donc que l'absence de matrice dans un certain nombre de turbidites de la section soit causé par un remplacement diagénétique de la matrice par les carbonates et non à un phénomène sédimentologique.

Conclusions

Les grès du facies flysch de la région étudiée ont un faible pourcentage de matrice mais sont quand même de tri modéré et pauvre. Ces grès peuvent être différenciés par leur texture des grès du milieu superficiel sus-jacent.

Le faible pourcentage de matrice dans les turbidites à ciment siliceux est considéré comme normal. L'absence ou quasi absence de matrice dans les turbidites carbonatées est un résultat diagénétique.

Remerciements

Les travaux de terrain qui ont conduit à cette étude ont été financés par le Ministère des Richesses Naturelles. Les expériences de laboratoire ont été rendues possible grâce à une subvention du Conseil National de la Recherche. Mlle Denise Leboeuf nous a apporté tout au long de cette étude une aide technique efficace.

Références

- AUDLEY-CHARLES, M.G., 1967. Greywackes with a primary matrix from the Viqueque Formation (Upper Miocene – Pliocene), Timor. *J. sedim. Petrol.*, **37**: 5-11.
- CONOLLY, J.R. and M. EWING, 1967. Sedimentation in the Porto Rico Trench. *J. sedim. Petrol.*, **37**:44-59.
- CUMMINS, W.A., 1959. The Nantglyn Flags; Mid-Salopian basin facies in Wales. *Lpool Manchr. geol. J.*, **2**: 159-167.
- CUMMINS, W.A., 1962. The greywackes problem. *Lpool Manchr. geol. J.*, **3**: 51-72.
- DZUYSKI, S. and E.K. WALTON, 1965. Sedimentary features of flysch and greywackes. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 274 p.

- EMERY, K.O. and S.C. RITTENBERG, 1952. Early diagenesis of California basin sediments in relation to origin of oil. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **36**: 735-806.
- HUBERT, C., 1965. Stratigraphy of the Quebec Complex in the l'Islet-Kamouraska area, Quebec. Thèse de Doctorat, Université McGill, 192 p.
- KUENEN, Ph. H., 1966. Matrix of turbidites: experimental approach. *Sedimentology*, **7**:267-297.
- KUENEN, Ph. H., 1967. Emplacement of flysch-type sand beds. *Sedimentology*, **9**:203-243.
- KUENEN, Ph. H. and C.I. MIGLIORINI, 1950. Turbidity currents as a cause of graded bedding. *J. Geol.*, **58**:91-127.
- LAJOIE, J., 1968. Dispersal and petrology of the Silurian Val Brillant and Robitaille sandstones, Appalachians, Quebec. *J. sedim. Petrol.*, **38**:643-647.
- LOGAN, W.E., *et al.*, 1863. Geology of Canada. *Geol. Survey Can.*, 983 p.
- PASSEGA, R., 1953. Sedimentary trends, Colorado Member of Oficina Formation, San Roque, Anzoategui, Venezuela. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **37**:331-339.
- SHEPARD, F.P., 1951. Transportation of sand into deep water. *Spec. Publs. Sit. econ. Palacont. Miner.*, **2**:53-65.
- TERCIER, J., 1947. Le Flysch dans la sédimentation alpine. *Eclog. geol. Helv.*, **40**:163-198.
- TRUMPY, R., 1960. Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps. *Bull. geol. Soc. Am.*, **71**: 843-903.
- VAN STRAATEN, L. M. J. U., 1964. Turbidite sediments in the southeastern Adriatic Sea. *Dans: A.H. Bouma et R. Brouwer (Éditeurs), Turbidites. Elsevier, Amsterdam, p. 142-147.*
- VISTELIUS, A.B., 1958. Volume - frequency analysis of sediments from thin - section data: *J. Geol.*, **66**:224-226.
- WALKER, R.G., 1967. Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *J. sedim. Petrol.*, **37**:25-43.
- WILLIAMS, H., F.J. TURNER and C.M. GILBERT, 1955. Petrography. W.A. Freeman and Co., San Francisco, 406 p.

GÉOLOGIE DE LA MONTAGNE DE BROME ¹

GUY VALIQUETTE et GINETTE ARCHAMBAULT

Département de Génie géologique, École Polytechnique, Montréal, Québec

Résumé

Le complexe de Brome est le résultat de l'intrusion, au Crétacé inférieur, de roches alcalines dans des formations sédimentaires d'âge Cambrien et Ordovicien.

Les gabbros sont les premières roches mises en place; ils forment un demi-cirque, ouvert sur le nord-est, caractérisé par une structure interne concentrique à pendage vers l'intérieur. Les venues subséquentes sont des diorites, des monzodiorites, et un cortège de syénites alcalines intrusives à l'intérieur et à l'extérieur du cirque de gabbro. Les roches disposées à l'extérieur du cirque de gabbro sont généralement quartzifères alors que les roches placées à l'intérieur sont en majeure partie sous-saturées en silice à divers degrés.

Le massif de gabbro est nettement discordant dans les formations sédimentaires et sa structure interne est marquée par une foliation et une stratification rythmique qui témoignent de l'influence de la gravité sur le mode de déposition des cristaux.

Les données de la tectonique et de la pétrographie ont révélé que l'intrusion du cortège de syénites dans le complexe a procédé des syénites quartzifères aux syénites à néphéline dans l'ordre suivant: la microsyénite porphyrique quartzifère, la nordmarkite, la pulaskite, la foyaite, la tinguaitite et la laurdalite. La composition des minéraux et l'interprétation des analyses chimiques suggèrent une évolution pétrogénétique parallèle à l'ordre d'intrusion. Le complexe de Brome devient donc un lieu intéressant pour étudier le processus de sous-saturation en silice dans les syénites alcalines.

Abstract

The Brome Complex consists of alkaline igneous rocks emplaced during Lower Cretaceous times within sedimentary rocks of Cambrian and Ordovician age.

The gabbros are the first rocks intruded; they form an half-cirque shaped mass opening towards the North East and characterized by a concentric internal structure dipping towards the interior. Subsequent in-

¹ Publié avec la permission du sous-ministre du Ministre des Richesses naturelles du Québec.

trusions comprise diorites, "monzodiorites", and a suite of alkaline syenites emplaced both within and outside the gabbro cirque. The rocks emplaced outside the gabbro cirque are generally quartz-bearing whereas rocks emplaced within the gabbro cirque are largely undersaturated to a varying degree with respect to silica.

The gabbro mass is clearly discordant with the enclosing sedimentary rocks, and foliation and layering well developed in the gabbros indicate the influence of gravity on the settling of crystallizing minerals.

Field and petrographic data have shown that the emplacement of the various syenite rocks of the complex proceeded from quartz-bearing syenites to nepheline-bearing syenites, as follows: porphyritic quartz-bearing microsyenite, nordmarkite, pulaskite, foyaite, tinguaita and laurdalite. Mineral compositions and a study of the chemical relationships of the rocks suggest a petrogenetic evolution that parallels the order of emplacement of the rocks. The Brome Complex is thus well suited for studying the silica undersaturation mechanism of alkaline syenites.

Introduction

La montagne de Brome, située à 45 milles de Montréal, en bordure de l'autoroute des Cantons de l'Est, fait partie d'une série de collines de direction est-ouest qui font saillie à travers la plaine du St-Laurent (figure 1). Les géologues qui ont visité ces collines à la fin du siècle dernier avaient déjà indiqué leur parenté pétrochimique et remarqué que leur intrusion était à peu près contemporaine.

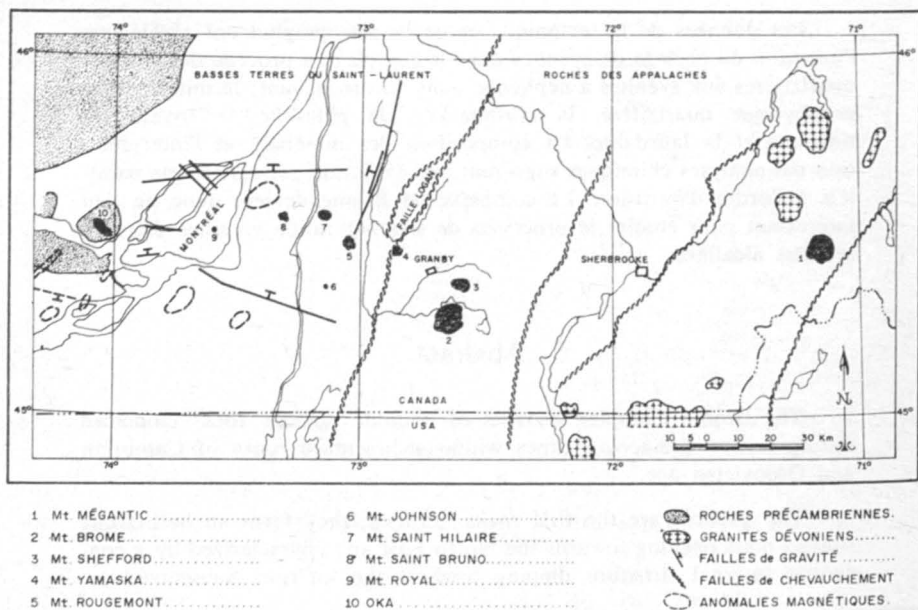


FIGURE 1. Carte schématique montrant la distribution des collines montérégiennes, d'après Gold (1967).

Les travaux subséquents vinrent confirmer ces hypothèses et cette série de collines que Adams (1903) a nommées Collines Montérégiennes, en regard de la colline la plus connue, le Mont Royal (Mons Regius), forme aujourd'hui une province pétrographique distincte. De plus, les déterminations d'âges effectuées par Fairbairn *et al.* (1963) et Larochelle (1962, 1968) sur la plupart des Collines Montégériennes ont confirmé la contemporanéité de leur mise en place au Crétacé inférieur.

La montagne de Brome (figure 2) comprend plusieurs collines : « Spruce », « Gale », « Pine », et est devenue un site touristique connu sous le nom de Bromont. Le noyau de roches intrusives qui a donné naissance à la montagne de Brome couvre une superficie de 22.4 milles carrés; c'est le massif le plus étendu de toutes les Collines Montérégiennes.

De nombreux géologues se sont intéressés aux Collines Montérégiennes, mais le complexe de Brome a reçu une attention particulière de la part de Dresser (1906) qui en a fait la mise en carte et en a fourni une description générale. G. Pouliot (1962) a également étudié plusieurs échantillons de feldspath des roches de Brome dans sa thèse sur l'histoire thermique des Collines Montérégiennes. A.R. Phillpotts (1967) a publié un travail sur des xénolithes à kalsilite dans les gabbros à olivine de Brome.

La distribution et l'ordre de mise en place des roches

Plusieurs unités lithologiques, illustrées à la figure 2, constituent le complexe de Brome. De ces unités, les unes sont contiguës et offrent des contacts nettement définis, mais d'autres sont isolées et le moment de leur venue dans le complexe ne saurait être établi sans quelques extrapolations sur l'environnement tectonique, les relations structurales entre les autres types de roches et les parentés chimiques qui les relient.

Les premiers magmas qui se sont mis en place à travers les formations sédimentaires cambriennes et ordoviciennes ont une composition gabbroïque. Ils ont provoqué sur les roches encaissantes un métamorphisme thermique dont témoigne la présence de cordiérite dans les schistes argileux et de wollastonite et de mélilite dans les dolomies siliceuses. Ils ont enveloppé des enclaves sédimentaires (Phillpotts 1967) qui ont atteint le faciès thermique de la sanidine.

Le contact de ces gabbros avec les roches sédimentaires affleure surtout à la bordure sud du complexe où il apparaît sub-vertical et dessine une surface localement plus ou moins dentelée de baies et d'apophyses. La température du

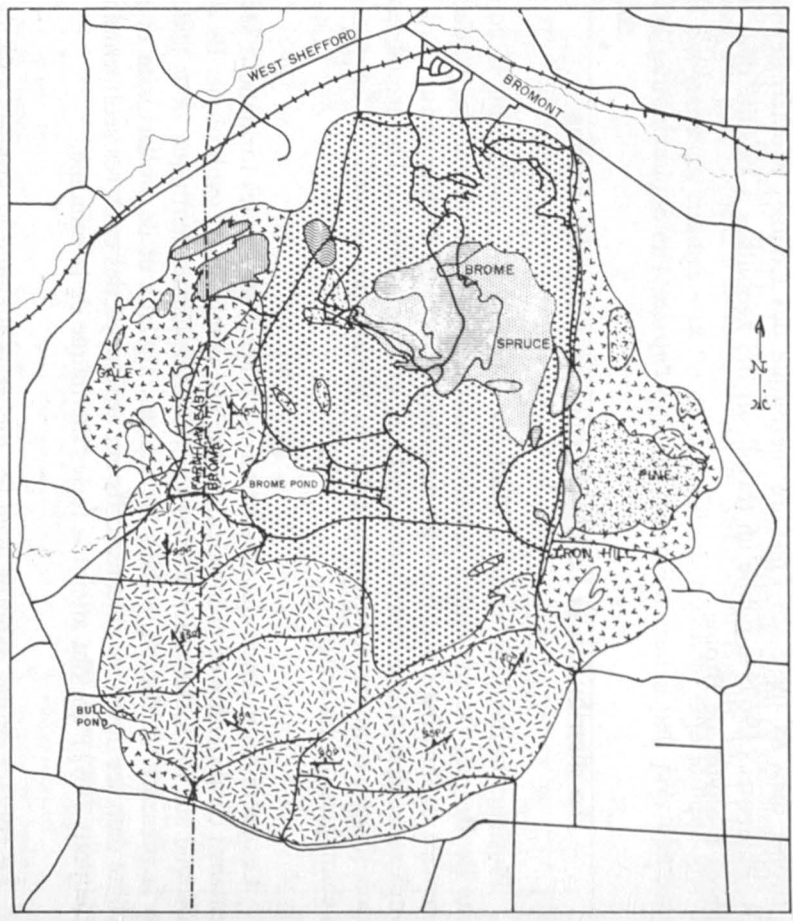


FIGURE 2. La montagne de Brome et ses unités lithologiques.

MONTAGNE DE BROME CANTONS DE L'EST

— CRÉTACÉ INFÉRIEUR —

- TINGUAITE et LAURDALITE
- FOYAITE
- PULASKITE
- NORDMARKITE
- MICROSYÉNITE PORPHYRIQUE
- MONZODIORITE A BIOTITE
- MONZODIORITE A NÉPHÉLINE
- GABBROS

— PALÉOZOÏQUE INFÉRIEUR —

- ROCHES SÉDIMENTAIRES

ATTITUDE de la FOLIATION et du RUBANEMENT

5000' 2500' 0 5000' 10,000'

ÉCHELLE en PIEDS

GÉOLOGIE : GUY VALIQUETTE

CARTE SIMPLIFIÉE D'UN RAPPORT GÉOLOGIQUE PRÉSENTÉ AU MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DE QUÉBEC.

GÉOLOGIE DES MONTAGNES DE BROME ET DE SHEFFORD

magma intrusif à cet endroit fut assez élevée pour provoquer un rhéomorphisme des roches sédimentaires qui se sont mises en mouvement à l'état plastique de façon à acquérir une texture fluidale et provoquer une bréchiation des couches résistantes à la fusion (figure 3).

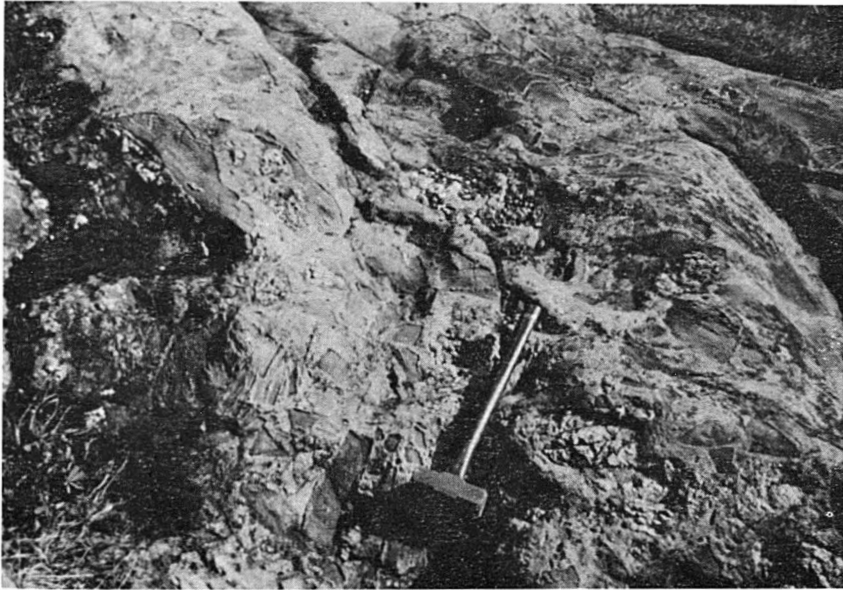


FIGURE 3. Brèche formée par le rhéomorphisme des roches sédimentaires au contact du gabbro, au sud du complexe de Brome.

La masse de gabbro couvre une superficie de 8 milles carrés, soit environ 36 pourcent du complexe igné, et sa forme est celle d'un cirque ouvert sur le nord-est caractérisé par un pendage concentrique vers l'intérieur. Dans la partie sud et sud-ouest du cirque, où l'épaisseur de gabbro est à son maximum, la largeur horizontale atteint de 7,000 à 11,000 pieds et le pendage a une valeur moyenne d'environ 45° . Du côté ouest, le gabbro pousse une pointe qui monte jusqu'à une distance de 4.5 milles de la limite sud du complexe en s'atténuant vers le nord où un faciès de microgabbro (8V-30) s'estompe entre les nord-markites et les pulaskites. Du côté est, le gabbro bute abruptement sur les nord-markites, mais un îlot de porphyre plagioclasique apparenté au gabbro, pris en enclave dans les microsyténites, porte le prolongement du cirque jusqu'au nord de la colline de « Pine ».

La distribution spatiale des unités lithologiques autour du cirque de gabbro revêt un intérêt particulier malgré qu'elle ne reflète pas exactement l'évolution pétrogénétique du complexe.

A L'EXTÉRIEUR DU CIRQUE DE GABBRO

Les unités lithologiques distribuées à l'extérieur du cirque de gabbro représentent des roches saturées ou sursaturées en silice alors que la partie centrale du cirque renferme en majeure partie des roches marquées d'une déficience en silice.

Ainsi, une syénite alcaline porteuse de quartz (Nordmarkite) affleure à l'extérieur du cirque de gabbro sur la colline de « Gale » à l'ouest du complexe, près du « Bull Pond » au sud, et forme, à l'est du massif igné, la colline de « Pine » qui consiste en une microsyénite porphyrique quartzifère traversée à sa base par la nordmarkite. Cette syénite alcaline quartzifère recoupe et prend en enclaves une monzodiorite à biotite apparemment saturée sur la colline de « Gale ». Les phases microcristallines forment la mésostase d'un labyrinthe de brèches sur le flanc ouest de la colline de « Pine » surtout, mais que nous reconnaissons aussi localement à l'intérieur du cirque de gabbro, sous forme d'enclaves dans des syénites sous-saturées en silice (pulaskites). Ces syénites quartzifères sont nettement intrusives dans le gabbro sur la colline de « Gale » où, localement, elles prennent en enclaves des blocs de gabbro marqués d'une nette foliation.

A L'INTÉRIEUR DU CIRQUE DE GABBRO

La majeure partie des roches qui affleurent à l'intérieur du cirque de gabbro sont sous-saturées en silice. La roche la plus ancienne est une monzodiorite à néphéline qui forme une partie des collines de Brome et de Spruce. Cette roche constitue de nombreuses enclaves dans les pulaskites au nord du village de Iron Hill et dans une syénite (foyaite) qui contient localement jusqu'à 40 pour cent de néphéline. En bordure des monzodiorites, l'étude de certains échantillons révèle, entre les monzodiorites et les foyaites, un passage graduel par des roches calco-alcalines que Streicheisen (1967) qualifierait de « plagiofoyaite », mais ces roches ne constituent pas une unité cartographiable.

La pulaskite constitue la masse syénitique la plus étendue du complexe de Brome; elle couvre une superficie de 7.7 milles carrés, soit 34.5 pour cent du massif. Elle se situe entre le gabbro et les monzodiorites à néphéline dont elle est localement séparée par une bande de foyaite. Le contact entre la foyaite et la pulaskite est approximatif puisque la distinction entre les 2 types de roches est basée sur la quantité de néphéline évaluée au binoculaire après un essai de coloration au bleu de méthylène sur chacun des échantillons recueillis. Les échantillons porteurs de plus de 5 pour cent de néphéline furent nommés des foyaites, ils s'étendent sur une superficie d'environ 0.9 mille carré, soit 3.9 pour cent du complexe.

Le passage de la pulaskite à la nordmarkite est tellement graduel qu'il est impossible de localiser nettement le contact entre les deux roches. Il en est de même pour la pulaskite et la foyaite, sauf pour quelques affleurements où la foyaite semble recouper la pulaskite.

Sur le flanc ouest de la colline de Brome, un petit massif de tinguaitite fait intrusion dans la pulaskite. Cette tinguaitite, avec son coeur de laurdalite à grain grossier, s'étend vers le sud en un essaim de dykes et recoupe même les nordmarkites sur la colline de « Gale ».

Les principaux types de roches

LE GABBRO

La première roche mise en place consiste en un gabbro à grain moyen marqué d'une foliation due à l'orientation sub-parallèle des plagioclases et l'alignement des minéraux ferromagnésiens. Cette foliation est localement camouflée sous un écran de cristaux poecilitiques d'amphiboles, en particulier au sud du complexe, à proximité du contact avec les roches sédimentaires où le gabbro offre une texture apparente massive. Cependant, l'altération profonde de certains affleurements trahit une orientation préférentielle des « chadacrysts » de feldspath.

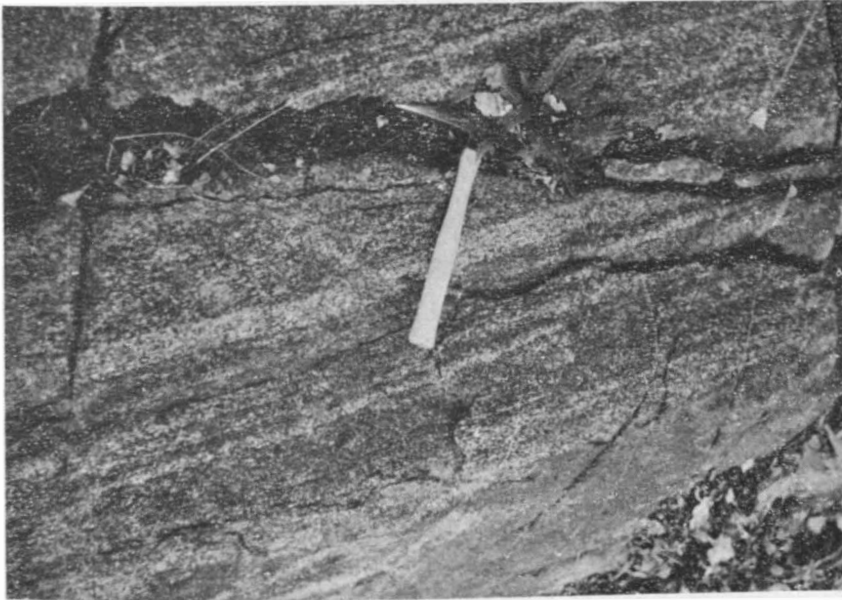


FIGURE 4. Gabbro rubané au sud du « Brome Pond ».

A certains endroits, au sud du « Brome Pond » par exemple, la foliation prend l'allure d'un véritable rubanement illustré sur la figure 4. Ce rubanement est mis en évidence par l'alternance de zones riches en minéraux ferromagnésiens avec des zones anorthositiques. Il s'agit localement d'un litage rythmique où chacune des couches mesure d'un à deux pouces d'épaisseur. Nous avons relevé exceptionnellement des bancs de pyroxénites d'un pied d'épaisseur. A d'autres endroits, des bancs d'anorthosite à grain grossier, de quelques pieds d'épaisseur, composés d'environ 90 pour cent de bytownite (An_{76}), sont intercalés dans un gabbro folié à olivine à grain moyen dont le plagioclase a une composition semblable (An_{78}).

La majeure partie de la formation de gabbro consiste en une roche de couleur brun rouille due à l'oxydation des minéraux ferromagnésiens en général et de l'olivine en particulier.

La minéralogie des gabbros foliés est généralement simple, elle se résume au plagioclase, au clinopyroxène, à l'olivine, à l'amphibole brune, et à des quantités accessoires de magnétite, ilménite, apatite, sphène, biotite, chlorite et zircon.

Le plagioclase constitue généralement un minéral d'accumulation marqué localement d'un zonage marginal. On le retrouve en inclusion dans les pyroxènes et occasionnellement dans certains grains d'olivine. La composition étudiée dans 140 échantillons analysés aux rayons X se distribue entre le labrador (An_{80}) et la bytownite (An_{85}). Cependant l'échelle de nos travaux ne nous permet pas de déceler une distribution systématique à l'intérieur du massif de gabbro.

Le pyroxène, le deuxième minéral en importance, apparaît en cristaux xénomorphes, de 1 à 3 mm de diamètre en moyenne, entouré d'un mince liséré d'amphibole brune, ou tacheté par la même amphibole. Certaines surfaces et certains clivages du pyroxène offrent une exsudation de fines aiguilles opaques de magnétite et d'ilménite. Ce pyroxène a généralement un très faible pléochroïsme.

Nous avons reporté sur le tableau I les propriétés optiques et la composition, déduite des diagrammes de Hess (1949), de quelques échantillons de pyroxènes.

Dans les bancs de pyroxénite, le pyroxène forme jusqu'à 90 pour cent de la roche et montre un pléochroïsme exceptionnellement prononcé de rose foncé à rose pâle; il s'agit d'une augite titanifère.

L'olivine figure dans un grand nombre d'échantillons, mais en faible quantité. Une étude aux rayons X et à la microsonde n'a montré que très peu de variation dans la composition de l'olivine. Cette composition se situe entre Fo_{72} et Fo_{77} . Le minéral est généralement altéré en iddingsite et des poussières opaques envahissent ses craquelures.

TABLEAU I

Propriétés optiques et composition de pyroxènes

No	n _y	2V _z	Z∧c	Composition			Plagioclase associé
				Wo — Em — Fs			
V-14	1.694	44°	42°	37	41	22	An ₆₂
15V-4	1.696	50°	46°	37	42	20	An ₇₆
8V-18	1.694	51°	48°	42	40	18	An ₅₀
15V-1	1.694	49°	46°	40	38	22	An ₇₅
7V-30	1.698	50°	45°	41	34	25	An ₆₃

L'amphibole brune poecilitique forme dans la majorité des échantillons un mince liséré autour des clinopyroxènes et de l'olivine. Cependant, elle prend une plus grande importance vers le sommet des formations et ses propriétés optiques ainsi que son contenu en titane, analysé à la microsonde (6.4%), la classent dans la famille des kaersutites.

Les minéraux opaques, qui comptent pour 20 pour cent de certains faciès mafiques du gabbro, consistent en une intercroissance de magnétite et d'ilmé-nite formant localement la mésostase entre les pyroxènes, l'olivine et le plagioclase.

La néphéline ne figure que dans une lame mince de gabbro sur plus de cent lames minces étudiées, et encore, s'agit-il, dans cette roche d'exception, d'une phase de gabbro marquée d'une altération poussée.

LES DIORITES ET MONZODIORITES À NÉPHÉLINE

Les premières roches introduites à l'intérieur du cirque de gabbro sont des roches noires à grises, selon la quantité d'amphibole, dont la composition varie de celle d'une diorite à celle d'une monzodiorite à néphéline. Certaines phases contiennent jusqu'à 90 pour cent d'amphibole; ce sont des enclaves lenticulaires mafiques qu'enveloppe une diorite caractérisée par une structure de fluage. Certains affleurements au sommet de la colline de Brome exposent des cristaux d'amphibole de 2 pouces de longueur et des nodules d'olivine (Fo₈₄) enrobées dans une enveloppe de serpentine.

Les plagioclases plus ou moins séricitisés montrent un zonage prononcé allant de l'andésine calcique au centre à l'oligoclase calcique en bordure. Certains

échantillons ont des feldspaths alcalins xénomorphes moulés sur les plagioclases qui contiennent eux-mêmes, localement, de petites plages irrégulières de feldspath potassique.

Les amphiboles sont brun roux en leurs centres, et vert olive foncé sur les bords. La partie centrale donne un angle optique $2V_x$ de 75° , et contient plus de 10% de TiO_2 , ce qui suggère une kaersutite. La bordure verte est presque uniaxe, contient près de 20% de Fe, et correspond à une ferrohastingsite. Dans les phases felsiques de la monzodiorite porteuse de feldspath potassique, la kaersutite a tendance à s'estomper au profit de la ferrohastingsite.

Le pyroxène est une augite titanifère au pléochroïsme brun rose à vert pâle qui se présente en phénocristaux lisérés d'amphibole vert olive foncé, ou en reliques presque noyées dans la même amphibole.

Les feldspathoïdes sont la néphéline et la sodalite localement séricitisées ou altérées en cancrinite. Les principaux minéraux accessoires sont le sphène, la magnétite et l'ilménite, la chlorite, la biotite, les carbonates, la scapolite, l'épidote, et exceptionnellement la mélanite.

LA MONZODIORITE À BIOTITE

La monzodiorite à biotite occupe surtout la partie nord de la colline de « Gale » où elle montre localement des enclaves de gabbro et reçoit des dykes de norkmarkite. Il s'agit d'une roche dont la composition varie d'un endroit à l'autre graduellement entre une syénite calco-alcaline et une diorite. Le terme monzodiorite nous paraît le plus approprié pour exprimer les variations de composition à l'intérieur de cette unité lithologique.

Les échantillons caractéristiques de cette roche se reconnaissent facilement à leur teinte gris brunâtre marquée d'un arrangement croisé de grands feuillets de biotite.

Le plagioclase des faciès dioritiques est zoné; la composition passe de An_{30} au centre à l'oligoclase en bordure des grains. On observe beaucoup de grands cristaux maclés, semi-opaques au centre, et anti-perthitiques en bordure.

Le principal élément noir est une augite, généralement tachetée ou envahie de biotite et d'amphibole brune. Les minéraux accessoires sont la biotite, la hornblende brune, le sphène, l'apatite, des carbonates, le zircon, le rutile, et un zéolite. Aucune lame mince n'a montré de quartz ni de feldspathoïdes.

LA MICROSÏÉNITE PORPHYRIQUE DE PINE

Une microsÏénite porphyrique quartzifère forme la colline de « Pine », il s'agit d'une roche aphanitique, de couleur verte en cassure fraîche, porteuse de phénocristaux de plagioclase plus ou moins résorbés dans la mésostase. Les affleurements sont recouverts d'une mince pellicule brun chamois d'altération.

Cette roche prend une grande importance dans le complexe de Brome parce qu'elle est considérée comme un équivalent hypabyssal des nordmarkites et qu'elle forme la matrice de brèches sur le flanc ouest de la colline de « Pine » et à l'intérieur du cirque de gabbro où elle est prise en enclave ou envahie par des syénites nettement sous-saturées en silice: les pulaskites et les tinguaites.

Les phénocristaux de plagioclase zoné de 3 mm de longueur ont un centre nettement maclé selon les lois de l'albite et de carlsbad et portent généralement un liséré de poussière opaques ou une chaîne de granules de feldspath entre 0.2 mm et 0.4 mm de leur bordure. Au-delà de ce liséré, les macles sont interrompues à l'exception, dans certains cas, de la macle de carlsbad. Le centre de ces plagioclases a la composition d'une andésine sodique alors que la bordure non maclée est une antiperthite qui se perd en dentelures dans la mésostase. Certains phénocristaux montrent les mêmes phénomènes de résorption, mais ne sont aucunement maclés; ce sont généralement des microantiperthites plus ou moins kaolinisées. Le quartz est généralement présent comme minéral interstitiel.

La mésostase se compose surtout de perthite, de quantités accessoires d'amphibole, de biotite, d'apatite, de clinopyroxène, de zircon, d'opacités, d'iddingsite. L'iddingsite provient sans doute de l'altération de fayalite puisque nous en avons observé dans la nordmarkite. Un échantillon a montré quelques cristaux de pyrochlore.

LA NORDMARKITE

La nordmarkite est une syénite grenue caractérisée par une teinte rose en surface altérée et une couleur verte en cassure fraîche; la même couleur verte mentionnée dans les microsÏénites de « Pine ». Cependant, la nordmarkite fraîche de couleur verte est plus accessible sur Shefford que sur Brome.

Le terme « nordmarkite » est utilisé ici dans le sens donné par Barth (1944). Il s'agit d'une syénite porteuse de quartz et d'une quantité de feldspath alcalin d'environ 90 pour cent. La roche ne doit contenir qu'une variété de feldspath; si elle contient de l'oligoclase, ce minéral doit apparaître en lamelles ou en plages dans le micropertthite. Si l'oligoclase apparaît en grains individualisés la roche reçoit le nom de « larvikite ».

La nordmarkite de Brome a des grains grossiers et des cavités miarolitiques qui renferment de petits cristaux de quartz.

Le feldspath forme de grands cristaux de 3 à 6 mm de longueur montrant une extinction ouleuse au centre et une intercroissance antiperthitique en bordure. Certaines lames minces ont de grands cristaux de perthites en filonnets ; d'autres, plus rares, offrent des perthites en plages où des lambeaux de plagioclases maclés sont en continuité optique. Les cristaux qui n'apparaissent pas perthitiques au microscope ont révélé sous les rayons X un arrangement cryptoperthitique (Pouliot 1962).

Le quartz remplit des cavités triangulaires entre les cristaux de feldspath. Le pyroxène est une augite légèrement pléochroïque dans les teintes roses entourée d'un liséré vert prononcé d'augite aegirinique.

Les minéraux accessoires sont la fayalite, la hornblende brune, la biotite, les opaques, le zircon, le sphène, la calcite et l'aenigmatite.

LA PULASKITE

La pulaskite se situe invariablement à l'intérieur du cirque de gabbro et constitue avec les gabbros une des variétés de roches les plus répandues dans le complexe de Brome.

Le terme pulaskite réfère à une roche saturée ou sous-saturée en silice, ne contenant pas de quartz dans le mode et pas plus de 5% de néphéline. Le feldspath est alcalin ; il n'y a pas de cristaux individualisés de plagioclase.

Alors que la couleur d'altération de la nordmarkite est rougeâtre ou brun chamois, celle de la pulaskite est plutôt blanchâtre à gris bleuâtre et la couleur des surfaces fraîches ne diffère pas appréciablement de la couleur de la surface altérée.

La pulaskite caractéristique se compose d'environ 90 pour cent de feldspath gris bleuâtre – grains grossiers tachetés de biotite. Certains échantillons montrent une orientation subparallèle des lettres de feldspath.

La micropertthite est le seul feldspath présent. Elle se présente en grandes plages xénomorphes, engrenées les unes dans les autres, porteuses de microfilonnets ou d'amas irréguliers d'albite dont quelques-uns ont des traces de macles.

Les principaux minéraux ferromagnésiens sont la lépidomélane et un clinopyroxène incolore (augite) ces phénocristaux incolores enveloppés d'augite aegirinique. Cette dernière se présente aussi en petits prismes intersticiels, ce qui suggère un appauvrissement graduel du magma en alumine.

Les principaux minéraux accessoires sont le sphène, qui est visible sur tous les affleurements, la ferrohastingsite, la néphéline, la sodalite, l'apatite, des minéraux opaques, le zircon, un carbonate, des zéolites et le kaolin.

LA FOYAITE

La foyaite a une couleur blanc rosé dans les variétés riches en néphéline. La surface des affleurements est creusée de cupules dues à l'érosion différentielle des grains de néphéline et de feldspath. La quantité de néphéline varie d'un endroit à un autre; elle atteint localement 40 pour cent de la roche. Certains filons de pegmatites suivent les diaclases et montrent localement des cristaux de néphéline de 2 pouces de diamètre.

Les feldspaths sont des perthites dans lesquelles la phase plagioclase a des formes et contours irréguliers, et est parfois maclée. La phase plagioclase manifeste aussi un certain zonage : elle tend à être plus calcique (oligoclase) au centre des plages perthitiques, et albitique sur les bords.

Ces foyaites passent en bordure des monzodiorites à néphéline à des plagi-foyaites porteuses de cristaux individualisés de plagioclase. Dans ce cas, les plagioclases sont enveloppés d'une couronne de perthite.

D'une façon générale, les plagifoyaites ont une amphibole zonée, kaersutite au centre et ferrohastingsite en bordure, semblable à celle qui apparaît dans les monzodiorites à néphéline, alors que les foyaites ont plutôt l'amphibole vert olive foncé ferrohastingsite.

Les minéraux accessoires sont l'augite et l'augite aegirinique, le sphène, la lépidomélane, l'apatite, des minéraux opaques, les carbonates, la cancrinite, le zircon, les zéolites et la mélanite.

LA TINGUAITE ET LA LAURDALITE

La tinguaité et la laurdalite sont les dernières venues du cortège de syénites. La tinguaité forme un amas important à travers les pulaskites, et des dykes qui recoupent même les nordmarkites sur la colline de « Gale ».

Il s'agit d'une roche aphanitique verte au lustre glacé montrant des cristaux idiomorphes de néphéline et de feldspath. Sous le microscope, la tinguaité a une texture pilotaxitique formée d'un tissu d'aiguilles d'aegirine dans une pâte microgène de feldspath alcalin et de feldspathoïde. Le mésostase enveloppe de grands cristaux automorphes de néphéline, des cristaux d'aegirine, et des phénocristaux de feldspaths alcalins marqués d'une auréole de surcroissance dont les contours s'estompent dans les phases microgènes.

La laurdalite qui forme le coeur d'une masse de tinguaité montre à peu près les mêmes minéraux, sauf que les feldspaths alcalins forment des lattes lisérées d'albite maclée. Quelques grands cristaux sont parsemés de plages maclées aux contours irréguliers. Les pyroxènes sont en phénocristaux rose pâle, bordés d'augite aegirinique et entourés de petits prismes dont la composition varie de l'augite aegirinique à l'aegirine.

TABLEAU II

Analyses chimiques et normes des roches de la Montagne de Brome

Ech.	15-V-13*	8-V-13*	8-V-30	23-V-18	36-P-24	1-V-2
SiO ₂	34.32	41.12	49.03	46.82	39.74	58.10
Al ₂ O ₃	14.63	20.22	20.48	18.73	13.86	17.70
TiO ₂	6.58	4.15	2.64	3.45	4.19	1.48
CaO	14.44	12.80	7.45	7.24	13.40	3.42
MgO	7.68	5.34	2.24	3.40	6.07	1.77
FeO	10.45	7.20	5.47	8.51	8.49	3.40
Fe ₂ O ₃	7.13	3.54	2.49	2.30	4.84	2.14
Na ₂ O	1.40	3.20	5.04	3.39	3.50	7.04
K ₂ O	0.08	0.28	2.05	1.94	1.55	3.22
MnO	0.2	0.17	0.22	0.20	0.27	0.23
P ₂ O ₅	2.57	1.81	0.93	1.46	1.34	0.43
BaO			0.05	0.09	0.05	0.30
SrO			0.31	0.27	0.24	0.23
V ₂ O ₅			0.006	0.02	0.04	0.004
H ₂ O (+)	0.55	0.65	0.79	1.40	1.51	0.41
H ₂ O (-)	0.05	0.04	0.01	0.05	0.01	0.03
Total	100.07	100.52	99.206	99.27	99.10	99.904
Q	0.00	0.00		1.01		
Or	0.47	1.65	12.11	11.46	9.16	19.03
Ab	7.81	17.35	34.0	38.69	1.07	53.48
An	33.40	39.98	27.20	27.27	17.53	7.19
Ne	2.19	5.27	4.68		15.47	3.30
Ac						
Ns						
Cor				1.06		
Wo						
Di	14.98	7.49	2.31		25.27	4.44
Hd	1.92	1.85	1.46		7.54	2.16
Hyp En				8.47		
Of				8.40		
Ol Fo	8.54	6.89	3.16		2.38	1.65
Fa	1.38	2.15	3.61	3.33	7.02	3.10
Mt	10.34	5.13	3.61	3.33	7.02	3.10
Il	12.50	7.88	5.01	6.55	7.96	2.81
Hm						
Ap	5.95	4.19	2.15	3.38	3.10	1.0
H ₂ O	0.60	0.69	0.80	1.45	1.52	44
Total	100.07	100.52	99.03	101.07	98.92	99.60

Analyste: Z. Katzendorfer du Ministère des Richesses naturelles.

* Analyste: Paul Hébert, Laboratoire de Géochimie analytique de l'École Polytechnique.

*Nomenclature et localisation des échantillons analysés**Échantillons*

- 15-V-8 Gabbro folié à olivine.
- 8-V-13 Gabbro porteur de grands cristaux poecilites d'amphibole. Gabbro à grain fin recoupé par les nordmarkites à proximité du prolongement nord de la colline de « Gale ».
- 23-V-18 Porphyre feldspathique relié aux gabbros, en enclave dans la microsyénite porphyrique, au nord de la colline de « Pine ».
- 36-P-24 Diorite à néphéline provenant du sommet de la colline de Brome.
- 1-V-2 Monzodiorite à biotite de la colline de « Gale ».

TABLEAU II (suite)

Analyses chimiques et normes des roches de la Montagne de Brome

Ech.	21-V-19	3-F-1	44-V-9	36-P-27	6-V-3	37-P-12
SiO ₂	65.12	64.62	63.30	60.20	53.80	55.05
Al ₂ O ₃	16.43	17.58	18.07	19.64	20.64	20.55
TiO ₂	0.48	0.27	0.58	0.49	0.36	0.25
CaO	0.94	1.07	0.82	1.50	1.52	1.26
MgO	0.36	0.33	0.43	0.28	0.43	0.22
FeO	1.92	0.86	0.99	0.84	0.29	0.61
Fe ₂ O ₃	0.96	0.50	1.12	1.55	2.86	2.68
Na ₂ O	6.43	6.40	7.58	8.03	10.96	11.80
K ₂ O	5.46	6.32	5.84	5.98	5.44	5.28
MnO	0.28	0.09	0.13	0.14	0.35	0.39
P ₂ O ₅	0.14	0.14	0.10	0.05	0.07	0.03
BaO	0.08	0.05	0.02	0.06	0.01	0.01
SrO	0.01	0.007	0.005	0.03	0.02	0.01
V ₂ O ₃	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
H ₂ O (+)	0.40	0.20	0.46	0.78	2.12	1.08
H ₂ O (-)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12	0.01
Total	99.033	98.46	99.468	99.593	98.993	99.233
Q	4.34	1.22				
Or	32.26	37.35	34.51	35.34	32.15	31.20
Ab	54.11	54.16	51.77	42.99	17.41	20.38
An		0.58				
Ne			4.69	13.40	31.67	30.30
Ac	0.26		3.24	0.19	8.27	7.75
Ns			0.01		1.74	3.43
Cor						
Wo				2.24	1.23	0.65
Di	0.96	1.67	1.51	1.50	2.31	1.18
Hd	2.39	1.57	1.35		1.11	2.69
Hyp En	0.45	0.05				
Of	1.29	0.05				
Ol Fo			0.26			
Fa			0.30			
Mt	1.22	0.72		1.74		
Il	0.91	0.51	1.10	0.93	0.68	0.47
Hm				0.28		
Ap	0.32	0.32	0.23	0.12	0.16	0.07
H ₂ O	0.42	0.22	0.48	0.80	2.24	1.09
Total	98.95	98.42	99.45	99.54	98.98	99.22

Analyse: Z. Katzendorfer du Ministère des Richesses naturelles.

*Nomenclature et localisation des échantillons analysés**Échantillons*

21-V-19	Microsénite porphyrique provenant de l'escarpement au sommet de la colline de « Pine ».
3-F-1	Nordmarkite de couleur verte recueillie en bordure de la route qui longe le versant est de la colline de « Gale ».
44-V-9	Pulaskite provenant du flanc ouest de la colline de Brome.
36-P-27	Foyaite prélevée sur la colline de Brome, le long des courbes prononcées de la rue Argenteuil.
6-V-3	Laurdalite à grain grossier qui affleure en bordure de la route au nord-ouest de la colline de Brome.
37-P-12	Tinguaite formant une zone de bordure autour des venues de laurdalite (6-V-3).

Les principaux minéraux accessoires sont le sphène, l'apatite, la sodalite, la natrolite, des carbonates, des opaques, et l'astrophyllite.

LA CAMPTONITE

Quelques dykes de camptonite recoupent les roches du complexe et les roches sédimentaires environnantes.

Quelques aspects de la pétrogénèse

Notre étude du complexe plutonique de Brome est trop peu avancée pour que nous puissions présenter, ou même esquisser, une synthèse de sa pétrogénèse. Certains éléments d'une telle synthèse nous semblent assez bien établis, surtout en ce qui concerne le cadre tectonique du complexe, et l'évolution des syénites.

Dresser (1906) croyait que les monts Brome et Shefford pouvaient être deux affleurements d'un grand lacolithe. Cependant, ni la distribution des lignes équimagnétiques, ni les relevés gravimétriques de M. M. Fitzpatrick (Pouliot 1962) n'indiquent la présence de roches basiques entre les deux effleurements. D'autre part, les structures, internes et externes, du gabbro de Brome évoquent un cône inversé, avec distribution centripète des pendages, ces derniers étant d'ailleurs plutôt abrupts (25° à 75°). Les syénites, à l'intérieur comme à l'extérieur du cirque de gabbro, sont nettement intrusives et discordantes. Le complexe apparaît donc comme un pluton discordant plutôt que comme une grosse lentille concordante. Il faut chercher l'explication du rubanement observé dans le gabbro, et résultant de l'alternance de couches pyroxéniques, gabbroïques, et « anorthositiques », non pas une sédimentation stratigène, mais dans un mécanisme impliquant des courants de convection comme ceux proposés pour les complexes ignés de Skaergaard et de Stillwater.

Selon cette conception, les cristaux s'accumulent au sommet de la chambre magmatique. Périodiquement, l'équilibre est rompu entre le liquide chargé de cristaux et le liquide sous-jacent, et les cristaux sont entraînés vers le fond. On peut aussi voir, dans ces structures stratiformes des gabbros, des traces de venues successives de magma.

Il y a plusieurs exemples dans le complexes de roches chimiquement équivalentes qui témoignent, par leurs textures et leurs minéralogies différentes, d'oscillations tectoniques pendant la formation du pluton. Certaines roches à textures grossières et massives, sans zones de trempe, reflètent un plutonisme à refroidissement lent. D'autres, porphyriques et microgrenues, présentent des assemblages minéralogiques figés avant le terme de leur évolution, et indiquent des conditions hypabyssales. Telle est la relation entre les porphyres plagio-

classiques de la colline Pine et le gabbro, entre la microsyénite porphyrique et les nordmarkites, entre les tinguaites filoniennes et la masse de laurdalite à grain grossier qu'elles enveloppent.

Les gabbros contiennent une hornblende brune qui, dans l'intérieur de la masse gabbroïque, n'apparaît qu'en minces couronnes autour des pyroxènes. Au sommet des gabbros, ou près de leurs contacts avec les roches sédimentaires, cette hornblende s'est développée en grands cristaux poecilites atteignant deux pouces de longueur. Il faut voir là une cristallisation tardive (*intercumulus*) sous pression de vapeur d'eau croissante, dans un milieu tectoniquement stable.

Les observations géologiques et pétrographiques déjà décrites, et les analyses chimiques présentées dans le tableau II permettent de tracer au moins les grandes lignes de la séquence pétrogénétique des roches du complexe, sauf pour les monzodiorites à néphéline et à biotite que nous savons seulement être postérieures au gabbro.

Si on considère comme pénécontemporaines les roches qui sont pétrochimiquement équivalentes, on peut, d'après l'observation des contacts, des filons, et des enclaves, établir en gros l'ordre chronologique de mise en place des syénites du complexe.

Par exemple, les syénites quartzifères ou saturées qui affleurent principalement à l'extérieur du cirque de gabbro appartiennent à deux types pétrographiques : les microsyénites porphyriques et les nordmarkites. Ces deux roches sont chimiquement très voisines (échantillons 21V-19 et 3F-11, tableau II) tel qu'illustré dans un diagramme Harker (Valiquette 1968) et le diagramme de la figure 5. Nous croyons que la microsyénite porphyrique, avec ses plagioclases partiellement résorbés, représente un magma trachytique incomplètement évolué dont la cristallisation poussée à terme aurait produit une nordmarkite (Tuttle et Bowen 1958; Carmichael 1965).

La microsyénite forme la pâte d'importantes brèches intrusives sur le flanc ouest de la colline Pine. À l'intérieur du cirque de gabbro, la microsyénite est recoupée de dykes de syénites sous-saturées; on la trouve même en enclaves dans la pulaskite.

La nordmarkite est recoupée par des dykes de tinguaites, alors que le contact nordmarkite-pulaskite est flou et le passage entre les deux roches est graduel.

L'ordre chronologique indiqué est donc, du plus ancien au plus récent, pour ces quatre types de syénites, microsyénite-nordmarkite-pulaskite-tinguaites.

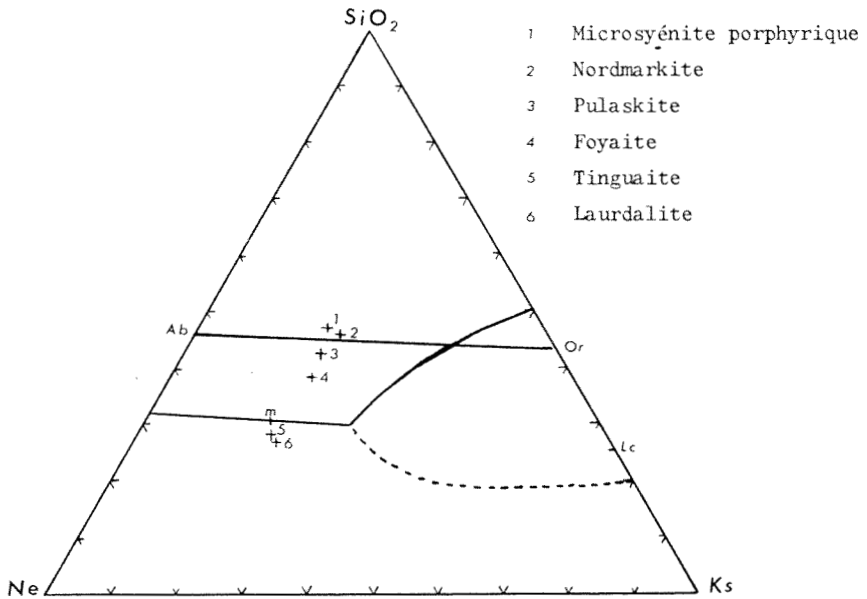


FIGURE 5. Diagramme illustrant la distribution des syénites de la montagne de Brome à des conditions de PH_2O d'environ $1,000 \text{ kg/cm}^2$ (Hamilton et MacKenzie, 1965).

L'application des mêmes critères à l'ensemble des syénites, même si elle n'est pas concluante dans tous les cas, indique que les syénites sont apparues dans un ordre de saturation décroissante. Tout au cours de la cristallisation, les liquides résiduels devenaient de plus en plus pauvres en silice.

Cette direction d'évolution des magmas syénitiques est confirmée par le diagramme ternaire $\text{SiO}_2\text{-Ne-Ks}$ de la figure 5. Ce diagramme proposé par Hamilton et MacKenzie (1965) est pour des conditions de pression $\text{PH}_2\text{O} = 1000 \text{ Kg/cm}^2$ qui nous semblent tout à fait acceptables pour les intrusifs montérégiens. Les analyses des syénites de Brome, recalculées et reportées sur ce diagramme, dessinent une droite parallèle à l'axe $\text{SiO}_2\text{-Ne}$ qui indique clairement une évolution dans le sens d'une saturation décroissante. Il est remarquable que le point représentant la tinguaité de Brome ($\text{Ne}_{30.5}\text{-Ks}_{21.5}\text{ QZ}_{28}$) est tout près du point minimum pour la néphéline ($\text{T-Ne}_{50}\text{ Ks}_{19}\text{ QZ}_{31}$).

Par quel mécanisme s'est opérée la désilication d'un magma qui, ayant d'abord cristallisé des syénites quartzifères, aurait dû évoluer vers des termes de plus en plus siliceux? Vu que les syénites saturées sont séparées des syénites sous-saturées par un mur de gabbro, il est tentant d'imaginer le magma traversant le gabbro et perdant une partie de sa silice par réaction avec ce dernier. La présence de syénite saturée à l'intérieur du cirque de gabbro apporte une objection sérieuse à cette hypothèse.

Nous préférons un mécanisme suggéré par Bailey et Schairer (1966) et basé sur la présence de Fe dans les feldspaths alcalins. Selon ces auteurs . . . « Using $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2 - \text{SiO}_2$ as a model, consider a « syenitic » liquid, rich in the albite component, . . . containing a small amount of potential quartz. The albite that separates from such a liquid is iron-bearing, and the resulting structure requires more silica than would be supplied by mere addition of the acmite molecule to the feldspar, i.e. the main substitution of $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$. Consequently, the original liquid could develop a liquid trend towards the under-saturated eutectic, there being insufficient silica to fully satisfy the needs of an iron-bearing feldspar. In nature this possibility is even greater, because the natural feldspar is potassic and iron substitution in natural potassic feldspar is well known . . . » (P. 154).

Nous avons noté précédemment que les microsyténites porphyriques et les nordmarkites sont caractérisées par une couleur verte des feldspaths qui suggère la présence de Fe^{3+} dans la structure du minéral.

Il importe de noter également la présence d'un liséré vert d'augite aegirique autour des cristaux de pyroxène des nordmarkites, des pulaskites, et des foyaites, et la présence de bâtonnets d'aegirine dans les tinguaites et les laurdalites, observations qui suggèrent que la déficience en silice au cours de l'évolution du magma s'est accompagnée d'une déficience graduelle en alumine relativement aux alcalis.

Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Gaston Pouliot pour son assistance dans les travaux de terrain et de laboratoire et pour ses critiques constructives lors de la préparation du manuscrit. Nous sommes également reconnaissants au Dr L. Gélinas d'avoir mis à notre disposition des programmes préparés pour le calcul de la norme CIPW et le tracé de différents diagrammes.

Nous avons bénéficié d'une assistance financière du Ministère des Richesses naturelles de Québec pour effectuer la mise en carte et de subventions du Conseil National de Recherches (A-3562) pour poursuivre nos recherches en laboratoire.

Références

- ADAMS, F.D., 1903. The Monteregian Hills, a Canadian petrographical province. *J. Geol.*, **11**: 239-2082
- BAILEY, D.K. and J.F. SCHAIRER, 1966. The system $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ at 1 atm., and the petrogenesis of alkaline rocks. *J. Petrol.*, **7**: 114-170.

- BARTH, T.F.W., 1944. Studies on igneous rocks of the complex of Oslo Region. II. Systematic petrography of the plutonic rocks. *Skr. Norske Vidensk. Akad. Oslo I Mat.-Naturvidensk.* K1.-9: 1-104.
- CARMICHAEL, I.S.E., 1965. Trachytes and their feldspar phenocrysts. *Mineralog. Mag. Tilley Volume*, **34**: 107-125.
- DRESSER, J.A., 1906. The geology and petrography of Brome Mountain, Québec. *Geol. Surv. Can. Ann. Rept.* 1904, **16**: Pt. G.
- FAIRBAIRN, H.W. *et al.* 1963. Initial ratio of strontium 87 to strontium 86, whole-rock age and discordant biotite in the Montereian igneous province, Québec. *J. geophys. Res.*, **68**: 6515.
- GOLD, D.P., 1967. Alkaline ultrabasic rocks in the Montréal Area, Québec. In *Ultramafic Related Rocks*, par P.J. Wyllie, John Wiley, pp. 288-302.
- HAMILTON, D.L., MACKENZIE, W.S., 1965. Phase equilibrium studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - SiO_2 - H_2O . *Mineralog. Mag. Tilley Volume*, **34**: 214-231.
- HESS, H.H., 1949. Chemical composition and optical properties of common clinopyroxenes. *Am. Miner.*, **34**: 621.
- LAROCHELLE, A., 1962. Paleomagnetism of the Montereian Hills, S.E. Québec. *Bull. geol. Surv. Can.*, **79**.
- LAROCHELLE, A., 1968. Paleomagnetism of the Montereian Hills: New results. *J. geophys. Res.*, **73**: 3239-3246.
- PHILLIPOTS, A.R., 1967. Kalsilite, diopside and melilite in a sedimentary xenolith from Brome Mountain, Québec. *Nature*, **214**: 1322-1323.
- POULIOT, G., 1962. The thermal history of the Montereian intrusives based on a study of the feldspars. Thèse de doctorat à McGill University.
- STREICHEISEN, A.L., 1967. Classification and nomenclature of igneous rocks. *Neues Jb. Miner.*, **107**: 144-214; **3**: 215-240.
- TUTTLE, O.F. and N.L. BOWEN, 1958. Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - SiO_2 - H_2O . *Mem. geol. Soc. Am.*, **74**.
- VALIQUETTE, G., 1968. Géologie des Montagnes de Brome et de Shefford. *Min. Rich. nat., Qué.* (Rapport non publié).

PARAMORPHISME DU QUARTZ
DANS LE GRANOPHYRE DE L'INTRUSION DE MUSKOX, T.N.O.

GASTON POULIOT

Département de Génie géologique. École Polytechnique, Montréal, Québec

Résumé

L'intrusion de Muskox est un complexe stratiforme différencié à partir d'un magna tholéiitique. La zone du toit de l'intrusion est caractérisée à certains endroits par la séquence suivante, du haut vers le bas: brèche d'intrusion — granophyre — granophyre mafique — gabbro granophyrique. De nombreuses occurrences de quartz sous forme de plaquettes et de bâtonnets dans ces unités, nous indiquent qu'une bonne partie du quartz cristallisa à l'origine sous forme de tridymite. Les textures qui résultent de l'inversion de la tridymite au quartz sont distinctives, mais passent souvent inaperçues. Des expériences de synthèses en milieu hydrothermal, utilisant des fragments de granophyre, nous indiquent que les symplectites résultent de la cristallisation simultanée du quartz (ou tridymite) et du feldspath potassique en mélanges cotectiques. L'apparition originelle de tridymite nous suggère que la température de cristallisation avoisinait 900°C, et que le milieu magmatique était relativement sec.

Abstract

The Muskox intrusion is a stratiform complex differentiated from a tholeiitic basalt magna. The roof zone of the intrusion is in places characterized by the downward sequence: intrusive breccia — granophyre — mafic granophyre — granophyric gabbro. Several occurrences of blade like and rod like quartz within these rocks indicate that much of the quartz crystallized originally as tridymite. Textures resulting from the inversion of tridymite to quartz, although they are characteristic, appear often overlooked. Hydrothermal experiments using granophyre fragments indicate that symplectites in the granophyre formed by simultaneous crystallization of cotectic mixtures of quartz (or tridymite) and potash feldspars. The crystallizing of tridymite in the granophyre suggests that temperatures of crystallization were in the neighborhood of 900°C and that the magmatic environment was relatively dry.

Introduction

Lors d'une étude de la minéralogie des feldspaths dans les diverses unités pétrographiques de l'intrusion de Muskox, nous avons remarqué que dans de

nombreux échantillons de brèche d'intrusion, de granophyre et de gabbro granophyrique, le quartz se présentait sous une forme bien particulière. Après un examen plus attentif, nous avons établi que cette forme était d'origine paramorphique, dérivée d'une tridymite originelle. Le but du présent travail est de décrire ces formes particulières du quartz et de dégager les implications pétrogénitiques que comporte la présence de tridymite lors de la cristallisation de ces roches.

L'intrusion de Muskox

L'intrusion est un complexe stratiforme, d'âge Précambrien (1200 m.a.), constitué de roches ultramafiques, gabbroïques et granophyriques. L'intrusion

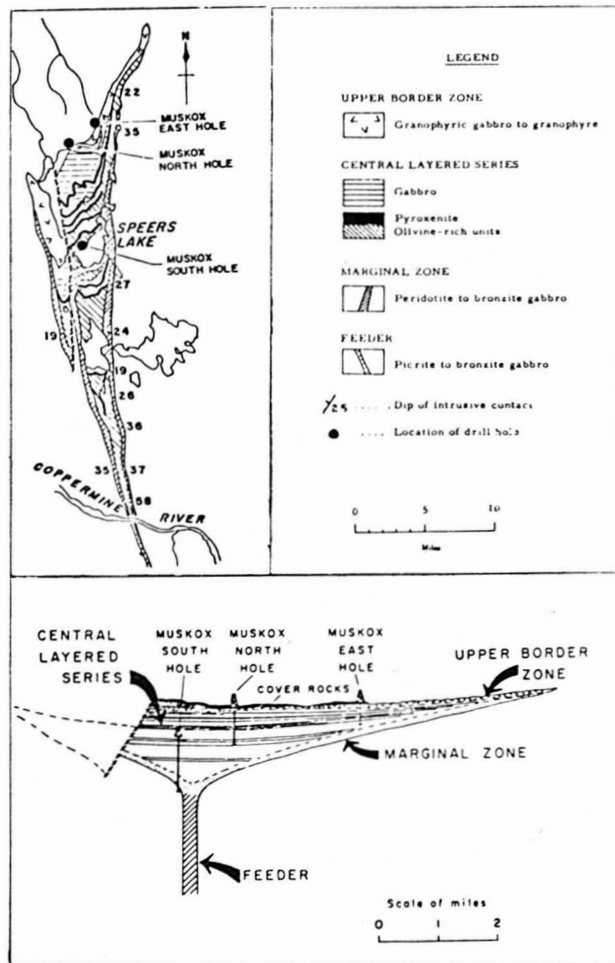


FIGURE 1—Plan et section verticale généralisés montrant la géologie de l'intrusion de Muskox (d'après Findlay et Smith, 1965, pp. 7-8).

affleure dans les Territoires du Nord-Ouest à quelque 90 milles à l'est du lac du Grand Ours, et quelque 50 milles au sud de l'établissement de Coppermine. D'abord découverte en 1956 par la Canadian Nickel Co., l'intrusion fut cartographiée en 1959 et 1960 par C.H. Smith pour le compte de la Commission géologique du Canada (Smith, C.H., 1962, Smith et al, 1966).

Dans le cadre de la contribution canadienne au Projet international sur le Manteau supérieur, la Commission géologique effectua, en 1963, trois sondages totalisant quelque 10,000 pieds à travers la séquence ignée. Findlay et Smith (1965) ont décrit ces sondages. Depuis, quelques travaux, notamment ceux de Bhattacharji et Smith (1964), Jambor et Smith (1964), Irvine et Smith (1967), ont décrit certains aspects particuliers de l'intrusion.

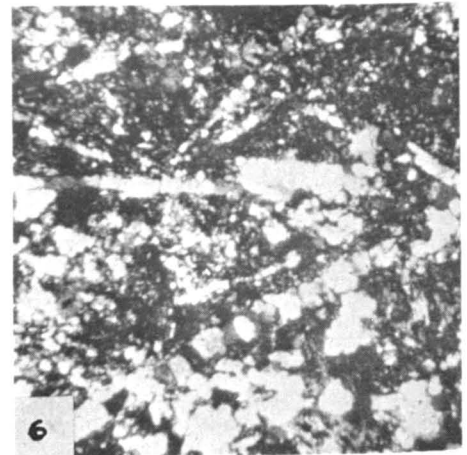
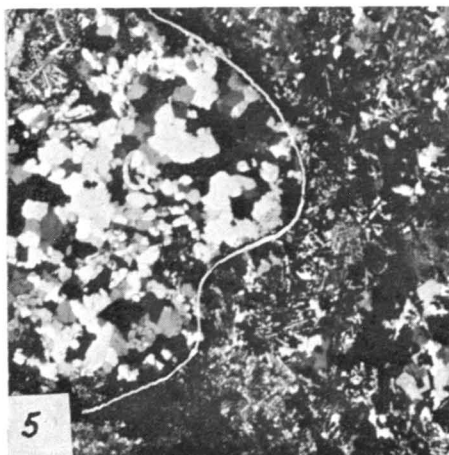
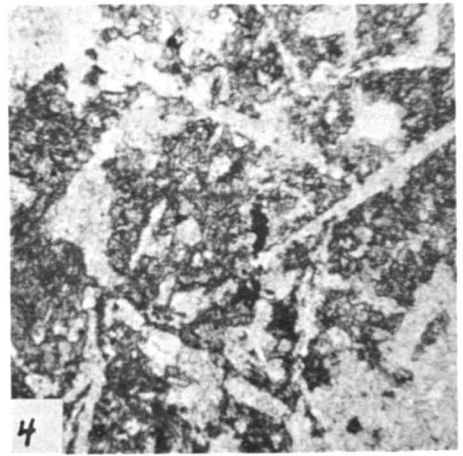
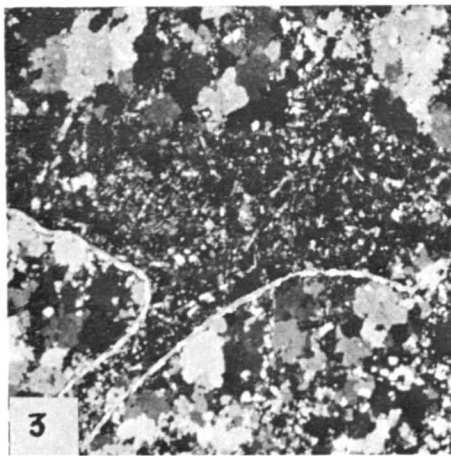
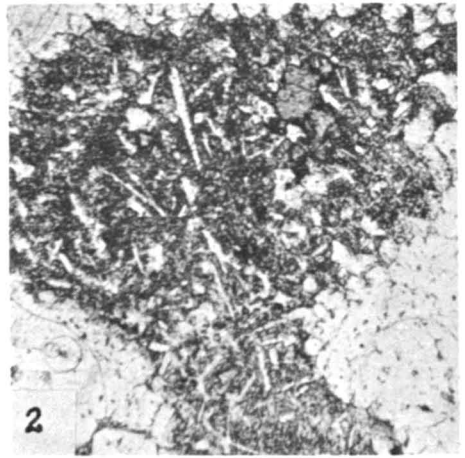
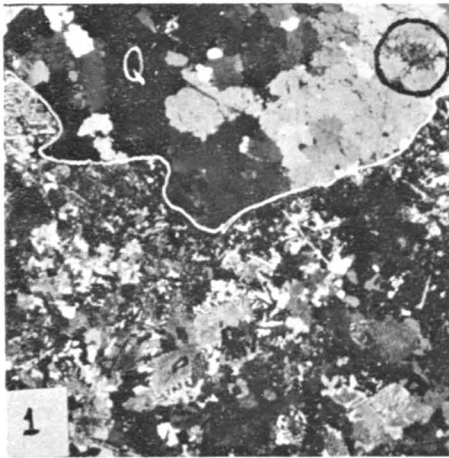
L'intrusion (figure 1) épouse en plan la forme d'un dyke de direction nord-ouest, s'élargissant vers le nord; en section, la forme est celle d'un entonnoir dont les côtés sont inclinés vers l'intérieur à des pendages variant de 23 à 57°. Ces roches intrusives affleurent sur une longueur de 74 milles et une largeur maximale de 8 milles.

Le complexe est constitué de quatre unités principales (Smith 1962). Ce sont (figure 1) :

- 1— Le dyke nourricier (Feeder Dyke).
- 2— Les séries marginales (Marginal Series).
- 3— Les séries stratifiées centrales (Central Layered Series).
- 4— Le groupe de la bordure supérieure (Upper Border Group).

Le quartz paramorphique que nous allons décrire se rencontre dans les roches du groupe de la Bordure Supérieure. Sur le flanc est de la partie septentrionale du complexe, ce groupe de la Bordure Supérieure constitue les premiers cent pieds au sommet de la séquence stratigraphique établie par Findlay et Smith (1965):

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1— Toiture sédimentaire: Grès quartzique du groupe de Hornbay. | |
| 2— Brèche d'intrusion | } Groupe de la Bordure Supérieure. |
| 3— Granophyre | |
| 4— Granophyre mafique | |
| 5— Gabbro granophyrique | |
| 6— Sommet de la série stratifiée centrale. | |



Toiture sédimentaire et brèche d'intrusion

Les grès quartziques du groupe de Hornbay revêtent le sommet de l'intrusion. Les premiers signes d'exothermisme relié à l'intrusion ne se rencontrent que sur une distance de 10 à 15 pieds du contact avec les roches ignées. Le grès subit une recristallisation et, par endroit, on note une augmentation de la quantité de chlorite, une certaine fracturation et quelques venues mineures de matériel quartzo-feldspathique. Ailleurs, plus spécifiquement vers l'extrémité nord-est le complexe, le granophyre envahit les grès pour former des amas brèchiques nommés brèche d'intrusion. La dimension des enclaves de quartzite enrobées dans le granophyre varie d'une fraction de pouce à plusieurs dizaines de pieds; avec une diminution de l'abondance des enclaves la brèche passe graduellement au granophyre. Le granophyre est une roche holocristalline de grain moyen à fin, de couleur rouge ou de teinte grise, composée principalement de feldspath et de quartz. La plupart des échantillons de granophyre renferment quelques petites enclaves de quartzite recristallisé fortement résorbés. Ces enclaves ont un contour lobulaire et une taille variant entre 1 et 10 millimètres.

Les principaux échantillons porteurs de quartz d'origine paramorphique proviennent de la brèche d'intrusion (planche 1, figures 1 à 6). Les enclaves de quartzite recristallisé sont enrobées et parfois envahies par un matériel quartzo-feldspathique dans lequel le quartz prend la forme caractéristique de bâtonnets ¹.

1. La forme tridimensionnelle de ce quartz est plutôt celle d'une plaquette mince. Cependant, dans une lame mince, les plaquettes recoupées sur leur frange prennent l'allure de formes allongées à côtés parallèles. Nous préférons décrire ces formes comme des bâtonnets, ceux-ci étant leur expression pétrographique la plus évidente.

PLANCHE 1

Fig. 1: Brèche d'intrusion: enclaves de quartzite (Q) enrobées de granophyre constitué de feldspath potassique et de quartz. La région encerclée souligne l'envahissement de l'enclave par le granophyre. Échantillon 60-553A, x 10, lumière polarisée. Fig. 2: Agrandissement de la région encerclée en fig. 1. Le quartz prend une forme de bâtonnets enchâssés dans une matrice de feldspath potassique. Échantillon 60-553A, x 57, lumière naturelle. Fig. 3: Grosse enclave de quartzite recristallisé, envahie par une veinule de matériel quartzo-feldspathique. Quelques bâtonnets de quartz à extinction segmentée peuvent être distingués. Échantillon 59-1728, x 10, lumière polarisée. Fig. 4: Reproduction, à grossissement plus élevé, d'une partie de la veinule de matériel quartzo-feldspathique illustrée en fig 3. Les "bâtonnets" de quartz se distinguent nettement de la pâte feldspathique. Échantillon 59-1728, x 57, lumière naturelle. Fig. 5: Enclave de quartzite recristallisé, enrobée de matériel granophyrique dans lequel le quartz se présente distinctement en forme de bâtonnets disposés de façon quelconque. Échantillon 59-1746, x 10, lumière polarisée. Fig. 6: Reproduction à fort grossissement d'une partie de la veinule quartzo-feldspathique illustrée en fig 3. L'extinction segmentée des bâtonnets de quartz est mise en évidence. Échantillon 59-1728, x 57, lumière polarisée.

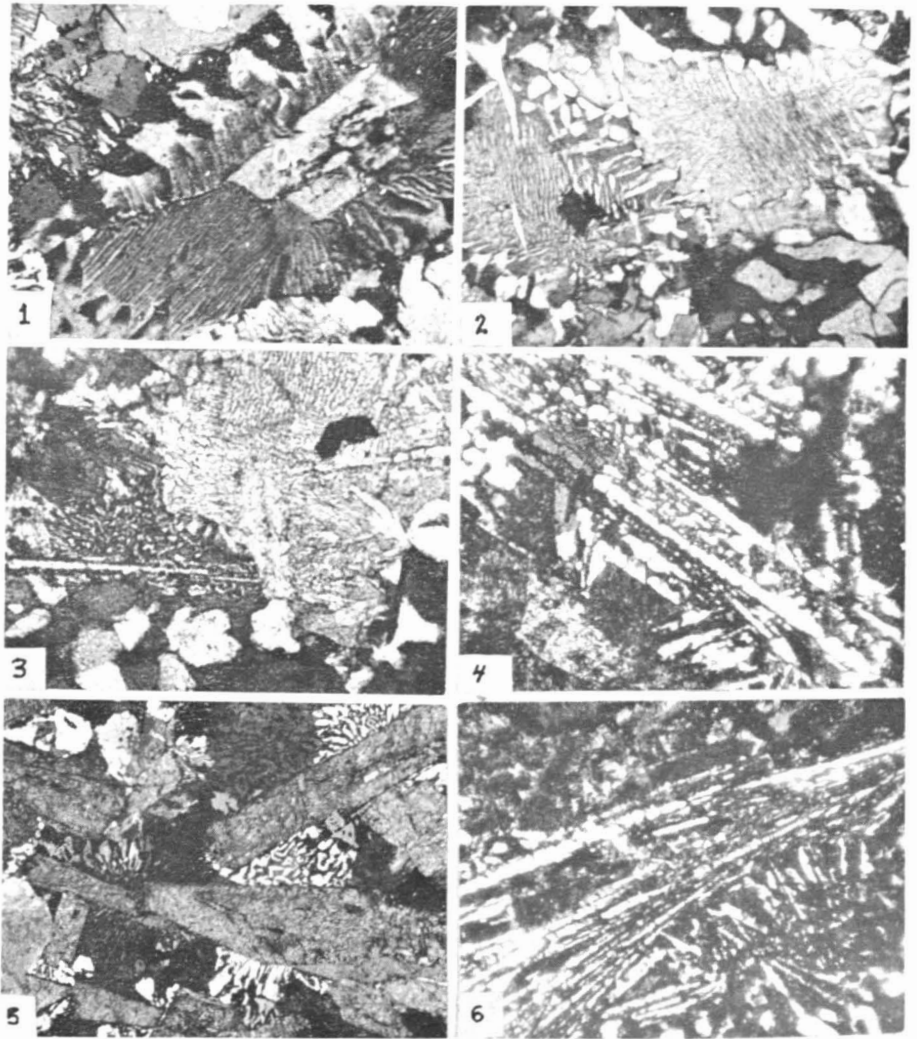


PLANCHE 2

Fig. 1: Granophyre: Feldspath potassique (Or_{85}) entouré par une symplectite de quartz et de feldspath potassique, laquelle passe extérieurement à un agrégat plus grenu de quartz et de feldspath potassique. Échantillon 60-610, x 50, lumière polarisée. Fig. 2: Granophyre: Symplectite de feldspath potassique (Or_{90}) entourée d'intercroissance grossière de quartz et de feldspath potassique. Échantillon 60-155A, x 50, lumière polarisée. Fig. 3: Granophyre: Fine symplectite de feldspath potassique et de quartz contenant des reliques (?) de quartz en bâtonnets. Échantillon 60-150A, x 50, lumière polarisée. Fig. 4: Gabbro granophyrique (phase pegmatitique): Interstices remplis de quartz en bâtonnets dans une pâte de feldspath potassique. Échantillon N0250.3, x 57, lumière polarisée. Fig. 5: Gabbro granophyrique: Agrégats cunéiformes de quartz et de feldspath alcalins dans les interstices entre les plagioclases et les pyroxènes. Échantillon 59-380, x 10, lumière polarisée. Fig. 6: Gabbro granophyrique (phase pegmatitique): Quartz en bâtonnets et feldspath potassique, situés dans les interstices entre les pyroxènes et les plagioclases. Échantillon N0216.3, x 57, lumière polarisée.

Les bâtonnets sont disposés de façon soit quelconque, soit vaguement en éventail, soit localement subparallèle. Autour de certaines enclaves, les bâtonnets peuvent épouser une disposition grossièrement radiale, évoquant une structure en oursin.

Lorsque observée à plus fort grossissement la structure individuelle des bâtonnets correspond de façon précise à celle donnée par Skelhorn (1962) et Wager *et al.* (1953). Un bâtonnet apparaît constitué de plusieurs individus cristallins, chacun ayant une orientation optique distincte. Cette structure de domaine confère aux bâtonnets une extinction optique segmentée (figure 6, planche 1).

Granophyre et gabbro granophyrique

Bien que les matériaux de brèche renferment les gîtes les plus indicateurs de quartz paramorphique, cependant quelques rares échantillons de granophyre et de gabbro granophyrique présentent aussi des types de quartz fort semblables.

Le quartz et les feldspaths constituent près de 80% du volume de la plupart des échantillons de granophyre. Le plagioclase, généralement présent en quantité bien subordonnée, comparativement à la matrice de quartz et de feldspath potassique, est normalement zoné et altéré. La matrice quartzo-feldspathique enrobe, segmente et remplace les plagioclases. La minéralogie du granophyre et les textures d'intercroissance entre le quartz et les feldspaths potassiques sont à peu près usuelles et, de fait, fort semblables aux descriptions fournies par Leighton (1954) et Schwartz *et al.* (1940) pour des granophyres des États du Wisconsin et du Minnesota.

C'est une observation caractéristique que le feldspath potassique forme des intercroissances ou des symplectites avec le quartz (figures 1, 2, planche 2). Ces symplectites passent graduellement, vers l'extérieur des grains, à des intercroissances plus grossières et plus ou moins grenues. Il est intéressant de noter, cependant, que le quartz peut se présenter dans une même lame mince de certains échantillons, en plages de symplectites avec le feldspath, et dans d'autres, quelques millimètres plus loin, en agrégats irréguliers de bâtonnets dans une pâte feldspathique. Certaines symplectites semblent renfermer des bâtonnets de quartz (figure 3, planche 2). L'ensemble de ces observations nous suggère que les symplectites quartzo-feldspathiques ont pu, à l'origine, être constituées de tridymite et de sanidine potassique. Notons que des intercroissances de tridymite et de feldspath furent observées dans des dolérites et des dolérites pegmatitiques d'âge récent par Kuno *et al.* (1957) et Naoki (1958).

Le granophyre passe graduellement vers le bas des formations à un granophyre plus riche en ferromagnésiens; c'est le granophyre mafique. Ce dernier

passé imperceptiblement vers le bas au gabbro granophyrique. Le gabbro granophyrique est une roche de grain moyen à grossier, constituée de plagioclase, pyroxène, amphibole, oxydes de fer et de titane, pouvant contenir de 10 à 25 pour cent de résidus granophyriques essentiellement localisés dans les interstices entre les autres minéraux. Dans la région du toit, le gabbro granophyrique donne lieu à des ségrégations pegmatitiques où les grains peuvent atteindre le centimètre.

Dans le gabbro granophyrique, le quartz se présente normalement sous forme d'intercroissances cunéiformes ou graphiques avec le feldspath alcalin (figure 5, planche 2). La perfection de ces patrons de croissance est cependant très variable. Certains faciès pegmatitiques concentrés près du toit de l'intrusion montrent en lame mince, entre les plagioclases et les ferromagnésiens, de grands interstices remplis d'un quartz en bâtonnets entremêlé de feldspath potassique. (figure 4, planche 2). Ce quartz offre les caractéristiques du quartz polymorphe décrit antérieurement.

Paramorphisme et polymorphisme

Le paramorphisme est un cas spécial de pseudomorphisme où la forme qu'adopte une substance est celle d'un de ses polymorphes. Afin de montrer

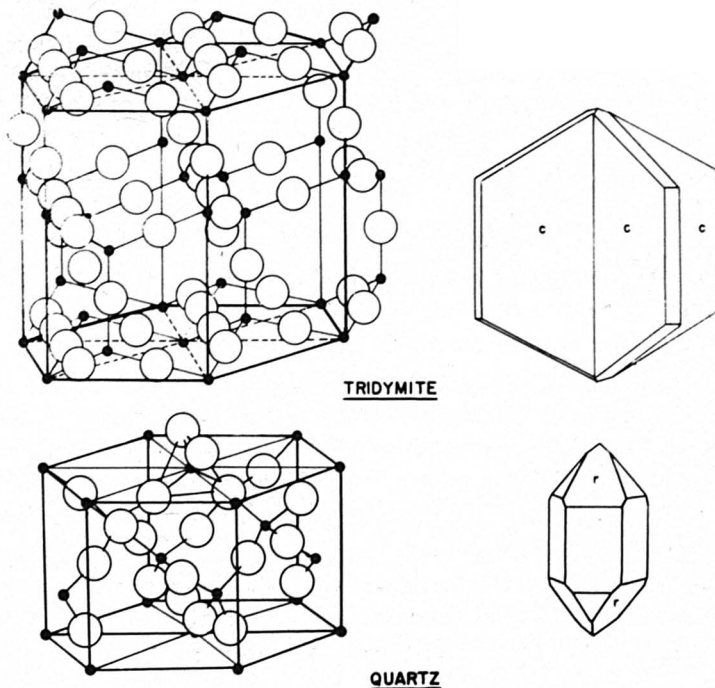


FIGURE 2—Diagrammes schématiques montrant les structures du quartz et de la tridymite (d'après Frondel, 1960, et Font-Altaba, 1962).

comment la morphologie du quartz telle que décrite antérieurement peut refléter une tridymite ancestrale, nous comparons en figure 2 les structures du quartz et de la tridymite.

La tridymite cristallise dans le système hexagonal et développe des cristaux en forme de plaquettes parallèles au pinacoïde basal (0001). Les cristaux sont souvent maclés suivant les plans (10 $\bar{1}$ 6) et (30 $\bar{1}$ 4) (Fron del, 1962). La transformation de la tridymite au quartz peut procéder à partir de plusieurs noyaux d'inversion, qui se développent pour former des domaines. Chaque plaquette contient, après inversion, un certain nombre d'individus de quartz. En lame mince, les plaquettes sectionnées sur leur frange apparaissent sous forme de bâtonnets contenant plusieurs individus de quartz.

La structure des deux polymorphes diffère par l'arrangement des tétraèdres Si-O. Dans la tridymite, les tétraèdres sont disposés en feuillets parallèles au pinacoïde (0001). Dans le quartz, dont la structure est plus compacte, les tétraèdres forment des feuillets plus ou moins grossiers parallèles au plan du rhomboèdre (r) (10 $\bar{1}$ 1). La transformation quartz \rightleftharpoons tridymite est de type reconstructive (Buerger, 1951). Cependant, en dépit de ce caractère, la transformation de la tridymite au quartz doit procéder suivant un trajet de travail minimum, et l'on devrait s'attendre à ce que la transformation résulte principalement en un réarrangement des unités structurales principales, c'est-à-dire

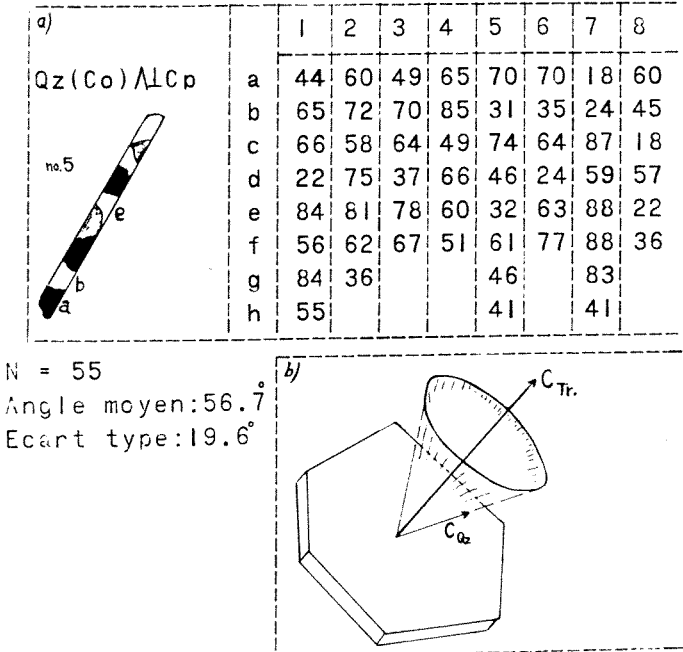


FIGURE 3—Relation structurale du quartz à l'intérieur des cristaux pseudomorphes. (a) Mesures effectuées sur l'échantillon N° 60-628. (b) Interprétation possible des résultats.

TABLEAU I
PRINCIPALES LOCALITÉS DE QUARTZ PARAMORPHIQUE
DE LA TRIDYMITE

Métamorphisme de contact; enclaves dans les roches ignées.	<p>Lacroix (1946): Enclaves siliciques dans l'andésite — Nlle Hébrides.</p> <p>Osborne (1948): Grès quartzique au contact d'un dyke basique — South Wales.</p> <p>Harker (1950): Grès quartzique en bordure du Complexe de Rhum.</p> <p>Wells (1951): Enclaves siliciques dans un gabbro — Ardnamurchan.</p> <p>Black (1953): Grès Torridonian au contact avec un gabbro — Rhum.</p> <p>Wyllie (1961): Grès au contact avec un filon de picrite — Hébrides.</p> <p>Searle (1962): Enclaves siliciques dans le basalt — Nlle Zélande.</p>
Granophyre, felsite, intrusions acides.	<p>Ray (1947): Porphyre de latite quartzique — Colorado.</p> <p>Wager <i>et al.</i> (1953): Granophyre Coire Uaigneich — Skye.</p> <p>Skelhorn (1962): Graignurite — Mull.</p>
Complexes ignés stratifiés; dolérites.	<p>Wager & Deer (1939): Ferrogabbro, granophyre — Skaergaard.</p> <p>Kuno <i>et al.</i> (1957): Tridymite non invertie, dolérite pegmatitique — Honolulu.</p> <p>Naoki (1958): Tridymite non invertie, dolérite pegmatitique — Japon.</p> <p>Stevenson (1963): Zone de contact de la micropegmatite — Sudbury, Ont.</p>

des feuillets, plutôt qu'en une disjonction totale et systématique des liaisons Si-O. En admettant qu'après inversion au quartz, les feuillets de tétraèdres de la tridymite forment les feuillets parallèles au rhomboèdre (r) du quartz, alors entre l'axe (c) du quartz ainsi produit et l'axe (c) de la tridymite, tel que défini par le pôle de la plaquette, l'angle serait de $61^{\circ}57'$. Des mesures faites à la platine théodolite sont portées au tableau de la figure 3. Ces mesures supportent nos énoncés théoriques. L'écart-type élevé des mesures s'explique facilement si on considère les ajustements atomiques nécessités par la variation importante des volumes molaires mis en jeu au cours de cette transformation. En effet, les volumes molaires du quartz et de la tridymite sont respectivement de 22.69 et 27.42 cm³ (Clark, S.P., 1966, p. 65).

La présence de tridymite durant la cristallisation du magma près du toit de l'intrusion nous apparaît comme établie. De plus, tel que décrit antérieurement, la présence de quartz paramorphique et de symplectite quartzo-feldspathique dans une même lame mince de certains échantillons, suggère que la symplectite a pu originellement être constituée de tridymite et de feldspaths.

Implications sur la pétrogénèse du granophyre

Les exemples de tridymite invertie au quartz sont assez nombreux; nous avons porté au tableau I les principaux cas décrits dans la littérature, en excluant ceux relatifs aux roches volcaniques.

La présence originelle de tridymite dans les zones de métamorphisme de contact et dans les enclaves, tend à souligner l'appartenance de la tridymite au faciès de la sanidine. Sa présence dans les roches acides d'origine peu profonde (Tertiaire de l'Écosse) suggère un environnement de basse pression. La découverte de tridymite invertie dans certaines dolérites et dans les roches de la partie supérieure des complexes stratifiés est assez fréquente. De fait, un examen de la littérature sur les filons-couches et les complexes stratifiés nous laisse soupçonner que bon nombre d'exemples de ce phénomène ont passé inaperçus. Nombreux, en effet, sont les chercheurs qui ont décrit des agrégats de « rod like quartz », ou de « radiating quartz » dans les roches granophyriques.

Les occurrences naturelles de tridymite, bien que suggestives et informatives, ne sauraient être interprétées sans tenir compte des nombreuses investigations expérimentales sur les polymorphes de la silice. Les travaux classiques de Fenner (1913) furent longtemps acceptés comme définitifs; ainsi, la transformation du quartz en tridymite à 870°C a servi comme géothermomètre à plusieurs chercheurs. Cependant, de nombreux travaux additionnels sur les systèmes riches en silice et sur les tridymites naturelles ont mis en question l'existence même du minéral comme polymorphe de la silice pure (Buerger, 1961). Les travaux plus récents de Holmquist (1961), Floerke (1961), De Keyser *et al.* (1960) résu-

ment assez bien les connaissances actuelles sur le champ de stabilité de la tridymite. Ces travaux démontrent qu'un système constitué de silice pure ne peut cristalliser la tridymite. Pour cristalliser, le minéral a besoin d'impuretés telles que Na_2O , K_2O , H_2O , Li_2O qui, non seulement agissent comme agents minéralisateurs, mais participent à former la structure du minéral. Les températures de formation de la tridymite en présence de ces impuretés sont sensiblement les mêmes que celles déterminées par Fenner.

Les données plus récentes sur les systèmes riches en silice expliqueraient l'absence de tridymite dans certains grès purs recristallisés à haute température. Par contre, l'abondance d'alcalis dans l'environnement granophyrique est plus que suffisante pour favoriser la formation du minéral.

Vu sa structure très ouverte, ou même dilatée, la tridymite a un champ de stabilité fortement influencé par la pression. Black (1954) a souligné l'intérêt du minéral comme indicateur barométrique. Les calculs thermodynamiques de Mosesman et Pitzer (1941) et les travaux en système anhydre de Tuttle et England (cf. Tuttle et Bowen, 1958) ont précisé l'influence de la pression sur le champ de stabilité de la tridymite. Cependant, le champ de stabilité du minéral décroît de façon encore beaucoup plus drastique dans les systèmes soumis à une pression de vapeur d'eau. La présence d'eau dans ces systèmes amène rapidement la fonte des constituents et ne laisse qu'un faible intervalle de pression et de température où peut cristalliser une tridymite stable (Tuttle et England, 1955).

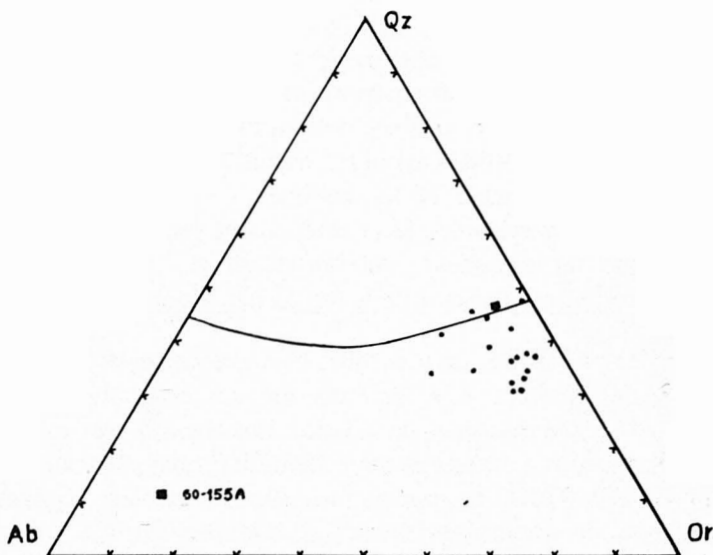


FIGURE 4—Diagramme (Quartz — Albite — Orthose) montrant la composition normative d'échantillons de granophyre de l'intrusion de Muskox.

Afin de déterminer les conditions de pression et de température sous lesquelles le granophyre et la tridymite ont pu cristalliser, nous avons étudié le comportement de certains échantillons de granophyre en milieu hydrothermal. Les échantillons étudiés (no 59-1766N, 60-155A) sont composés essentiellement de quartz et de feldspath potassique formant des intercroissances granophyriques, ou symplectites, bien régulières. La composition normative de quelques échantillons de granophyre se lit sur le diagramme Qz — Ab — Or de la figure 4.

Un premier but poursuivi par ces expériences était de provoquer, par traitement hydrothermal, l'inversion des symplectites quartz — feldspath potassique en symplectites tridymite — feldspath potassique. Pour ce faire, des fragments de symplectite, non dérangée, prélevés à partir de lames minces, furent soumis pendant des périodes variant de 90 à 120 heures à des conditions de température et de pression de vapeur d'eau situées dans le champ de stabilité de la tridymite. Un examen minutieux, au microscope et à l'aide de la diffraction X, des fragments ainsi traités, ne révéla aucune tridymite. La grande difficulté de produire l'inversion du quartz à la tridymite à des températures situées près du point d'inversion expliquerait ces résultats négatifs.

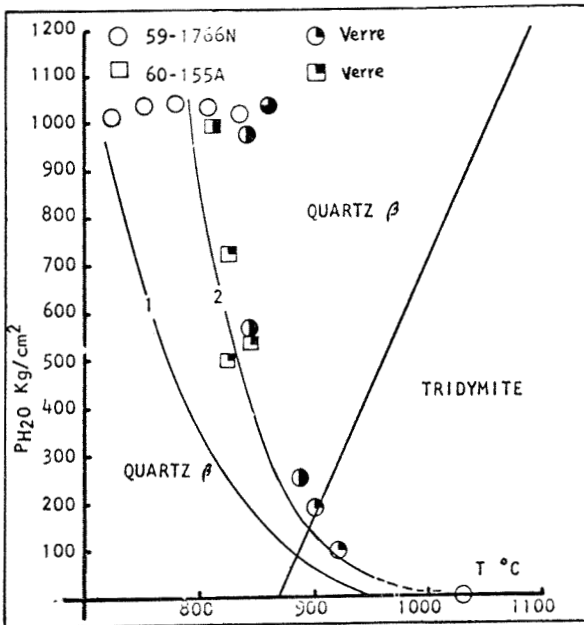


FIGURE 5—Projection $\text{PH}_2\text{O-T}^\circ$ montrant les relations de fusion de certains échantillons de granophyre de l'intrusion de Muskox. (1): Solidus d'assemblages dont la composition est celle du minimum ternaire dans le système $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (d'après Turtle et Bowen, 1958, pp. 83). (2): Solidus du point univariant sanidine - quartz - liquide - vapeur dans le système $\text{KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (d'après Shaw, 1963).

Le second but des essais hydrothermaux était de déterminer, du moins en partie, la courbe de fusion (solidus) du granophyre en présence d'excès de vapeur d'eau. Les résultats de ces travaux sont portés au diagramme $\text{PH}_2\text{O}-\text{T}^\circ$ de la figure 5. Bien que les données obtenues ne délimitent pas le solidus, c'est-à-dire, les points de première apparition de verre, l'ensemble des points expérimentaux approche de façon très satisfaisante le solidus du point univariant sanidine – quartz – liquide – vapeur dans le système $\text{KAlSi}_3\text{O}_8-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ déterminé par Shaw (1963).

L'examen des produits de réaction montre que les symplectites ou intercroissances, quartz – feldspath potassique, sont les premières à fondre. L'indice de réfraction des verres obtenus par fusion correspond à celui des verres dont la composition chevauche le cotectique quartz – feldspath potassique (Schairer et Bowen, 1955). À la lumière des travaux de Schloemer (1962), qui ont démontré la possibilité d'obtenir de telles symplectites par cristallisation simultanée de mélanges cotectiques de quartz et de feldspath, il nous apparaît probable que ces textures, dans le granophyre du Muskox, doivent leur origine à la cristallisation simultanée ou cotectique du quartz et du feldspath potassique.

Nous avons aussi porté en figure 5 la courbe univariante délimitant le champ de stabilité de la tridymite, d'après Tuttle et England (ibid.). Un examen du diagramme nous indique que si la cristallisation du granophyre est envisagée comme ayant procédé en présence d'un excès de vapeur d'eau, la cristallisation de tridymite n'est possible qu'à des pressions ne dépassant pas 200 bars, soit approximativement 2,200 pieds de couverture basaltique. D'autre part, la géologie de la région suggère que le recouvrement au-dessus de l'intrusion a vraisemblablement pu donner lieu à des pressions de surcharge supérieures à 200 bars. En effet, d'après Smith (1960), le groupe sédimentaire de Hornbay et les coulées basaltiques des séries de Coppermine recouvraient l'intrusion lors de sa mise en place. Ces matériaux ont pu totaliser de 2,000 à 12,000 pieds de couverture rocheuse au sommet de l'intrusion, soit approximativement de 175 à 1,050 bars.

Il nous apparaît donc probable que le granophyre a cristallisé à partir de résidus silicatés relativement secs à des températures avoisinants 900°C . Certains indices tels que la faible épaisseur de l'auréole métamorphique dans les quartzites de couverture, de même que l'absence de cavité miarolitique dans le granophyre, semblent corroborer l'hypothèse visant à suggérer que le contenu en éléments volatiles, principalement l'eau, était relativement faible à proximité du toit de l'intrusion.

Remerciements

L'ensemble des travaux qui ont servi à cette étude furent effectués dans les laboratoires de la Commission géologique du Canada. L'auteur remercie vive-

ment les docteurs C.H. Smith et T.N. Irvine pour avoir mis à sa disposition les matériaux de cette recherche, de même que pour de nombreuses informations et suggestions relatives à la géologie de l'intrusion de Muskox.

Je tiens à remercier chaleureusement mon collègue, le professeur Guy Valiquette, pour sa critique constructive et l'aide qu'il a apportée à l'édition du manuscrit.

Références

- BHATTACHARJI, S. and C.H. SMITH, 1964. Flowage differentiation. *Science*, **145**: 150-153.
- BLACK, G.P., 1954. The significance of tridymite in igneous and metamorphic petrogenesis. *Mines Mag.*, **30**: 518-524.
- BUERGER, M.J., 1951. Crystallographic aspects of phase transformations. In Smoluchowski *et al.*, Edit. « Phase transformations in solids ». John Wiley, N.Y., Chap. 6.
- BUERGER, M.J., 1961. Polymorphism and phase transformation. *Fortschr. Min.*, **39**: 9-24.
- CLARK, S.P., Jr. 1966. Handbook of physical constants. *Mem. geol. Soc. Am.*, 97.
- FENNER, C.N., 1913. The stability relations of the silica minerals. *Am. J. Sci.*, **36**: 331-384.
- FINDLAY, D.C., and C.H. SMITH, 1965. The Muskox drilling project. *Pap. geol. Surv. Canada*, 64-44.
- FLOERKE, O.W., 1961. A discussion of the tridymite-cristobalite problem. *Silic. Ind.*, **25**: 415-418.
- FONT-ALTABA, M., 1962. Encyclopédie en couleur de la minéralogie Marabout Université, N° 68.
- FRONDEL, C., 1962. Silica minerals. Dana's System of Mineralogy, Vol. 3, John Wiley, N.Y.
- HARKER, A., 1950. Metamorphism. A study in the transformation of rock masses. London, pp. 68-69.
- HOLMQUIST, S.B., 1961. Conversion of quartz to tridymite. *J. Am. Ceram. Soc.*, **44**: 82-86.
- IRVINE, T.N., C.H. SMITH, 1967. The ultramafic rocks of the Muskox intrusion, Northwest Territories, Canada, dans Wyllie P.J. Edit. « Ultramafic and related rocks ». John Wiley, N.Y.
- JAMBOR, J.L., and C.H. SMITH, 1964. Olivine composition determination with small diameter X-ray powder camera. *Mines Mag.*, **33**: 730-748.
- DE KEYSER, W.L., et R. CYPRES, 1960. Contribution à l'étude de la formation de la tridymite: action combinée de la chaux et des oxydes alcalins. *Silic. Ind.*, **24**: 109-137.
- KUNO, H., K. YAMASAKI, C. IIDA and K. NAGASHIMA, 1957. Differentiation of Hawaiian magmas. *Jap. J. Geol. Geogr.*, **28**: 181-185.
- LACROIX, A., 1946. Sur un nouveau cas de formation de tridymite par fusion d'une enclave quartzique d'un volcan andésitique (Tanna des Nouvelles Hébrides). *C. r. Acad. Sci., Paris*, **223**: 409.

- LEIGHTON, M.W., 1954. Petrogenesis of a gabbro-granophyre complex in northern Wisconsin. *Bull. geol. Soc. Am.*, **65**: 401-442.
- MOSESMAN, M.A., and K.S. PITZER, 1941. Thermodynamic properties of the crystalline forms of silica. *J. Am. chem. Soc.*, **63**: 2348-2356.
- NAOKI, I., 1958. Petrology of plutonic cognate ejecta from Nishi-Yana Volcana, Hachijo, the Seven Izu Islands, Japan. *Jap. J. Geol. Geogr.*, **29**: 55-77.
- OSBORNE, G.D., 1948. Note on the occurrence of tridymite in metamorphosed Hawkesbury sandstone — at Bundeena and West Pymble, New South Wales. *J. R. Soc. N.S.W.*, **82**: 309.
- RAY, L.L., 1947. Quartz paramorphs after tridymite from Colorado. *Am. Miner.*, **32**: 646.
- SCHAIRER, J.F., and N.L. BOWEN, 1955. The system $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$. *Am. J. Sci.*, **253**: 681-746.
- SCHLOEMER, H. 1955. Synthetic hydrothermal cocrystallization of orthoclase and quartz. *Geokhimiya*, [transl.] **5**: 578-612. (Traduction d'articles parus en 1962 dans *Radex-Rundschau* N° 3, 133-156, N° 4, 157-173).
- SCHWARTZ, G.M., and SANDBERG, 1940. Rock series in diabase sills at Duluth, Minnesota. *Bull. geol. Soc. Am.*, **51**: 1135-1172.
- SEARLE, E.J., 1962. Xenoliths and metamorphosed rocks associated with the Auckland Basalts New Zealand. *J. Geol. Geophys.*, **5**(3): 384-403.
- SHAW, H.R., 1963. The four phase curve sanidine — quartz — liquid — gas between 500 and 4000 bars. *Am. Miner.*, **48**: 883-896.
- SKELHORN, R.R., 1962. Quartz after tridymite in an acid intrusion from Mull. *Mines Mag.*, **33**: 138-139.
- SMITH, C.H., 1962. Notes on the Muskox Intrusion, Coppermine River Area, District of Mackenzie. *Pap. geol. Surv. Canada*, 61-25.
- SMITH, C.H., T.N. IRVINE, and D.C. FINDLAY, 1966. Geologic maps of the Muskox intrusion. *Geol. Surv. Canada*, Maps N° 1213A, 1214A.
- STEVENSON, J.S., 1963. The upper contact phase of the Sudbury micropegmatite. *Can. Mineralogist*, **7**, pt 3: 413-419.
- TUTTLE, O.F., and J.L. ENGLAND, 1955. Preliminary report on the system SiO_2-H_2O . *Bull. geol. Soc. Am.*, **66**: 149-152.
- TUTTLE, O.F., and N.L. BOWEN, 1958. The origin of granite in the light of experimental studies. *Mem. geol. Soc. Am.*, **74**.
- WAGER, L.R., and W.A. DEER, 1939. Petrology of the Skaergaard intrusion Kanderdlugssuaq, East Greenland. *Meddr Gronland*, **105** (4): 116.
- WAGER, L.R., D.S. WEEDON, E.A. VINCENT, 1953. A granophyre from Coire Uaigneich, Isle of Skye, containing quartz paramorphs after tridymite. *Mines Mag.*, **30**(223): 263-273.
- WELLS, M.K., 1951. Sedimentary inclusions in the hypersthene gabbro, Ardnamurchan, Argyllshire. *Mines Mag.*, **29**: 715-736.
- WYLLIE, P.J., 1961. Fusion of Torridonian sandstone by a picrite sill in Soay (Hebrides). *J. Petrol.*, **2**, Pt I, 1-37.

NOTES SUR LA GÉOLOGIE GLACIAIRE DE LA RÉGION DE MANIC 2¹

PIERRE SAUVÉ² et PIERRE LASALLE³

Résumé

Le but de cette communication est d'attirer l'attention sur des formes de terrain qui indiquent une position tardive du front du glacier Wisconsin, dans la région de la Basse-Manicouagan. Cet événement semble postérieur à la déposition d'importants dépôts d'argiles marines semblables à celles bien connues de la "mer Champlain". Des sables et graviers fluvioglaciaires déposés à l'avant du glacier forment maintenant la partie supérieure d'une terrasse élevée dans la vallée de la rivière Manicouagan, près de Manic 2. Une datation au ¹⁴C faite sur des coquillages fossiles prélevés dans l'argile a donné un âge de 9150 ± 150 années avant aujourd'hui.

Abstract

A large deposit of fluvioglacial material overlies marine clay near the site of the Manic 2 dam in the lower Manicouagan River valley, Saguenay County, Province of Québec. Combined with other features, this indicates that the ice front stayed stationary for some time during deglaciation of the area. Fossils from a clay deposit, which is almost certainly older than the fluvioglacial material, have yielded a ¹⁴C age of 9150 ± 150 years B.P.

Les terrasses de la Manicouagan

Deux parties bien distinctes, au point de vue physiographique, divisent la région qui est située près de l'embouchure de la rivière Manicouagan et illustrée à la figure 1. Les Hautes-Terres accidentées s'élèvent jusqu'à une hauteur maximum de 1600 pieds dans la région. Elles sont constituées de gneiss précambriens généralement recouverts d'une mince couche de till. Les Basses-Terres comprennent une large plaine côtière ainsi que des terrains moins étendus

1. Publié avec la permission du sous-ministre, Ministère des Richesses Naturelles, Québec.

2. Département de géologie et de minéralogie, Université Laval.

3. Ministère des Richesses Naturelles, Québec.

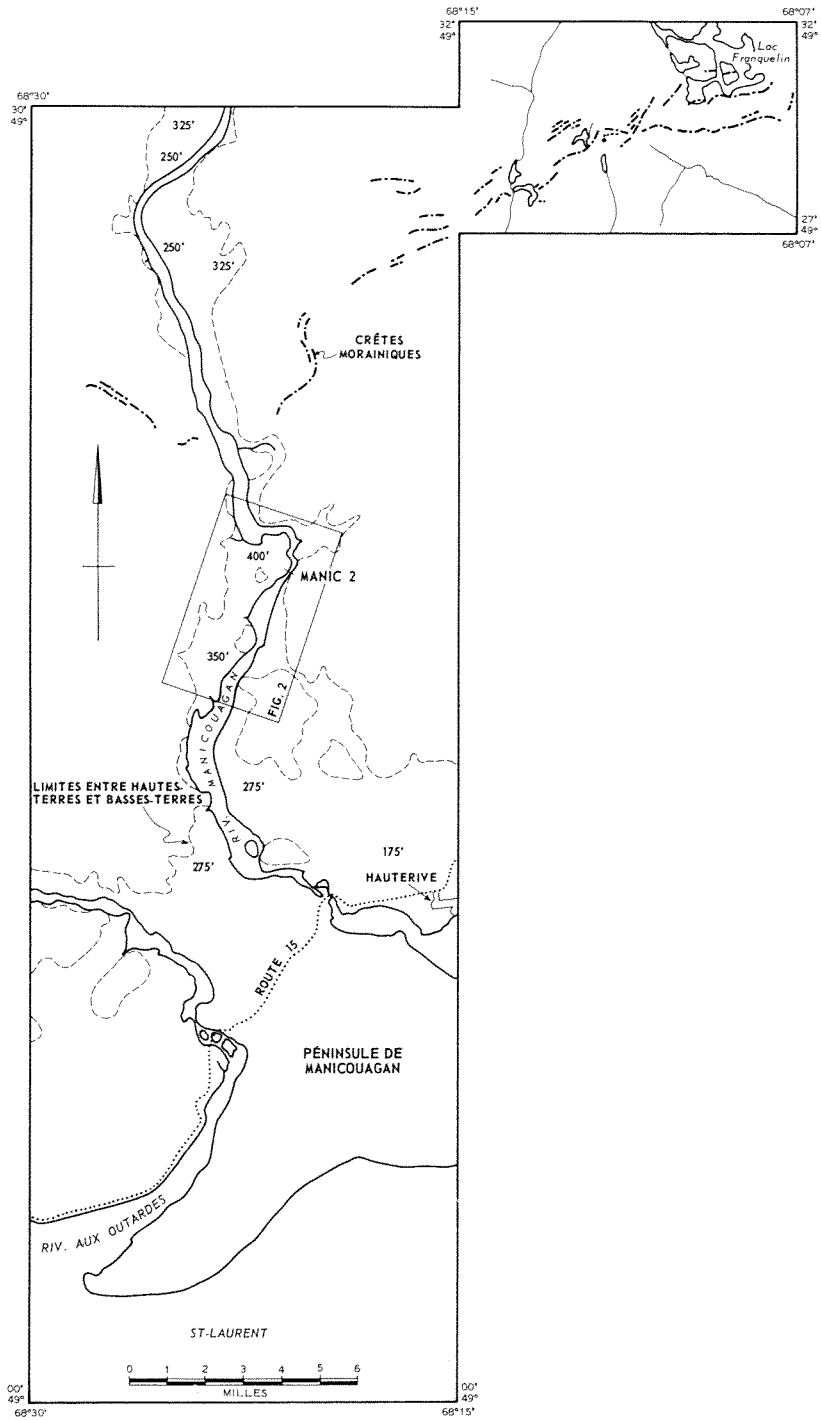


FIGURE 1—Région de la Basse Manicouagan illustrant la disposition des crêtes morainiques et l'aire couverte par la figure 2. Les chiffres indiquent l'altitude approximative en pieds des principales terrasses.

en bordure des grandes vallées. La plaine côtière consiste surtout en argiles et silt marins surmontés de sables et graviers. Elle est due à l'exhaussement de dépôts deltaïques à l'embouchure des rivières Manicouagan et aux Outardes.

Les dépôts stratifiés d'âge quaternaire sont très abondants dans la vallée de la rivière Manicouagan en aval de Manic 2. Le barrage de Manic 2 s'appuie à l'ouest sur une terrasse proéminente qui obstrue une grande partie de la vallée (figure 2). Cette obstruction était probablement entière autrefois comme en témoignent des vestiges de terrasses à la même élévation du côté est de la rivière. La terrasse s'élève à 400 pieds au-dessus du niveau de la mer à Manic 2 et s'incline vers le sud avec une pente moyenne d'environ 10 pieds au mille. La rivière Manicouagan a partiellement érodé cette "haute terrasse" pour y former des gradins ou "basses terrasses" à des élévations diverses.

Les terrasses les plus importantes au nord de Manic 2 s'élèvent à 250 et 325 pieds au-dessus du niveau de la mer. Aucune terrasse ou dépôt stratifié n'a été trouvé à plus de 325 pieds, ce qui est 75 pieds plus bas que la haute terrasse de Manic 2.

Cette dernière n'a donc aucun équivalent en amont de Manic 2 (figure 3). Cette absence ne peut s'expliquer par l'érosion fluviale si l'on considère le bon état de préservation de la terrasse en aval de Manic 2 et son absence complète en amont. D'autant plus qu'en certains endroits, par exemple à 7 milles au nord de Manic 2, la vallée est très large et les éperons rocheux qui s'y projettent auraient sûrement protégés de l'érosion au moins des petits lambeaux de terrasse, si elle avait existée.

Nous décrirons plus loin certains faits qui indiquent que la partie supérieure des sédiments sous-jacents à la haute terrasse fut déposée à la bordure du glacier qui se trouvait alors près du site actuel de Manic 2.

Moraines frontales

Des crêtes allongées dans une direction est-nord-est apparaissent sur la figure 1. Elles sont hautes de quelques dizaines de pieds et larges de 100 à 200 pieds. Leur longueur peut excéder un mille. Deux, trois, ou plusieurs crêtes à peu près parallèles peuvent être espacées de plusieurs centaines de pieds à quelques milles. Elles sont perpendiculaires à la direction des stries glaciaires de la région. Ces collines sont bien dégagées du côté est de la rivière Manicouagan à cause de récents feux de forêt. Du côté ouest de la rivière Manicouagan, on peut déceler la présence de ce système de crêtes seulement sur une courte distance à cause de la densité de la végétation.

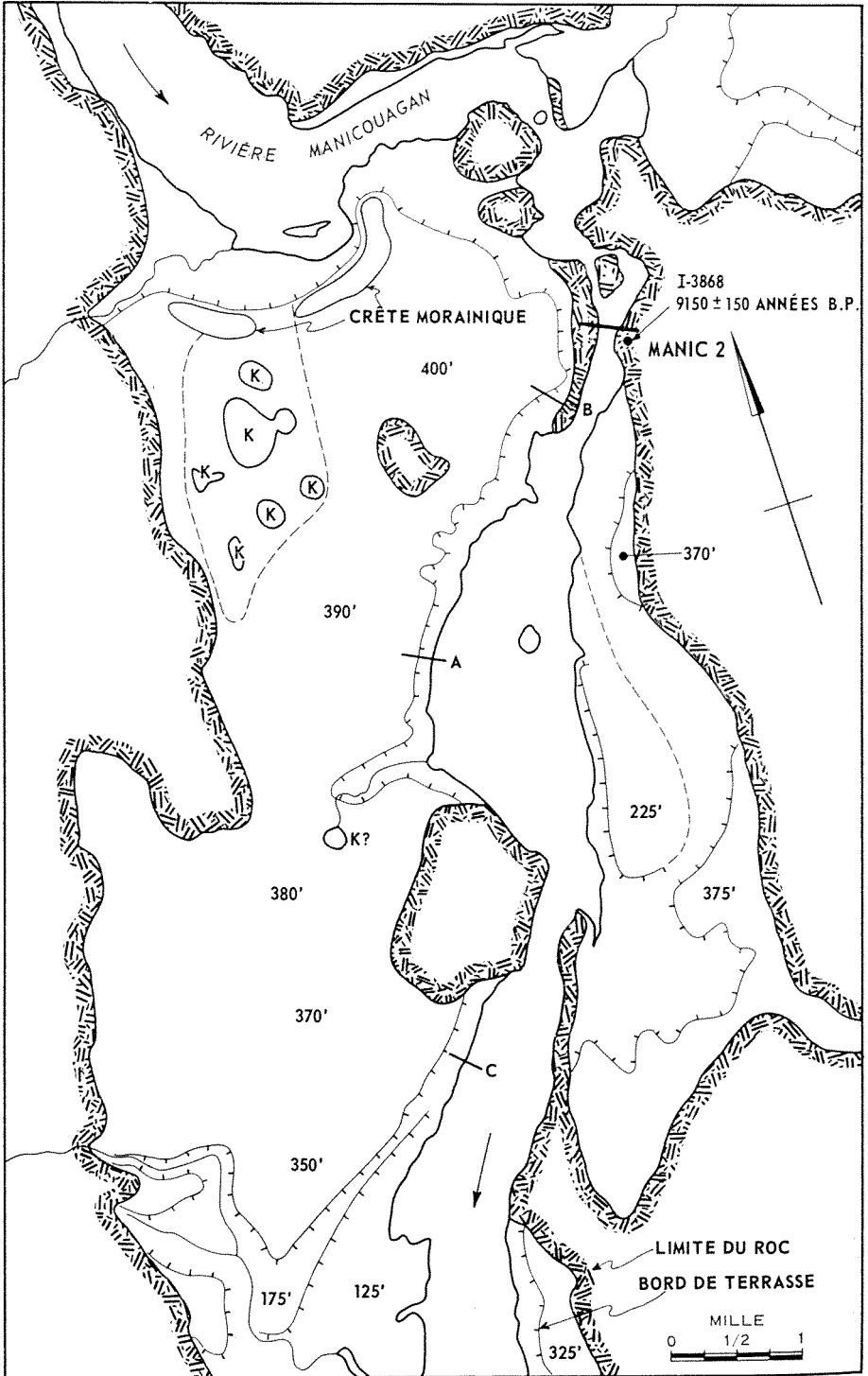


FIGURE 2—Position relative des différents accidents topographiques à la partie nord de la haute terrasse près de Manic 2. Les chiffres donnent l'altitude en pieds des terrasses. K = Kettle.

D'après leur forme, leur orientation et leur constitution, ces collines sont évidemment des moraines frontales. L'allure en forme de V de leur distribution indique qu'une langue glaciaire se trouvait en saillie du front glaciaire dans la vallée de la rivière Manicouagan lors de leur déposition.

L'abondance des moraines frontales dans une étroite zone et leur absence apparente ailleurs dans la région, impliquent soit un temps d'arrêt à cet endroit dans le retrait du front glaciaire, soit une légère réavancée glaciaire tardive qui s'est arrêtée là.

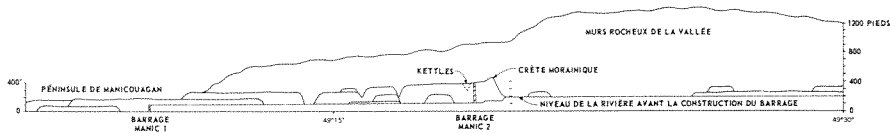


FIGURE 3—Schéma illustrant la disposition des terrasses dans la vallée de la rivière Manicouagan. La terrasse élevée à Manic 2 n'a pas d'équivalent en amont.

Outwash et Kettle

L'extrémité nord de la haute terrasse, à l'ouest de Manic 2, est couronnée par deux collines qui s'élèvent à 460 et 475 pieds au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire de 50 à 70 pieds au-dessus de la surface plane de la terrasse. Ces collines montrent toutes les caractéristiques des formes de terrain proglaciaires et les matériaux qui les constituent sont typiques des sédiments fluvioglaciaires (outwash). La pente de leur versant sud ou sud-est atteint de 15° à 20° en plusieurs endroits mais cette pente s'adoucit à la base pour se confondre avec la plaine. Ces collines sont composées de sédiments stratifiés allant du sable limoneux au gravier très grossier. Les lits les plus fins alternent avec les plus grossiers dans un désordre complet. Le classement est mauvais et les cailloux de plusieurs pouces de diamètre sont fréquents dans les sédiments fins. Un grand nombre de gros blocs, plusieurs ayant plus de 10 pieds de diamètre, sont disposés pêle-mêle dans un sable fin à un endroit. La pente des lits est souvent très marquée. Les lits obliques et les structures d'érosion et de remplissage ("cut-and-fill") abondent.

Une région d'environ ½ mille carré, juste au sud de la colline la plus à l'ouest, présente un caractère assez accidenté, ce qui est en contraste marqué avec le reste de la surface de la terrasse (figure 2). De plus, cette région est de 20 à 70 pieds plus basse que la surface plane de la terrasse plus à l'est. Plusieurs petits lacs y occupent des "kettles". Quelques lacs sont presque circulaires et

aucun cours d'eau n'y entre ni n'en sort. Les berges de certains lacs sont abruptes. Le plus grand lac a 1000 pieds de diamètre et environ 150 pieds de profondeur (communication verbale de M. Luc Boyer).

Dépôts sédimentaires de la vallée

La stratigraphie des sédiments sous-jacents aux terrasses ne nous est connue que dans ses grandes lignes car nous n'y avons pas fait d'étude détaillée. De plus, les bonnes coupes sont rares. Nous décrivons d'abord les sédiments en aval de Manic 2, plus spécialement les observations faites aux 3 coupes situées aux endroits indiqués A, B et C à la figure 2.

En "A", à environ 1½ mille au sud de Manic 2, une coupe presque complète des lits à partir du niveau de la rivière (altitude 125 pieds) jusqu'au sommet de la haute terrasse a été examinée. Un sable fin jaune mêlé à quelques lits d'argile silteuse grise, affleure à la base de la coupe. La composition change graduellement vers le haut en argile grise mêlée à quelques lits sablonneux (altitude approximative de 175 à 225 pieds) puis revient au sable jaune avec plusieurs lits d'argile. Les lits d'argile diminuent rapidement en abondance et le sable devient plus grossier à mesure que l'on monte dans la coupe. Près du sommet (à 380 pieds), un sable mal classé contient de nombreux lits de gravier. La stratification entrecroisée et les lits obliques y sont très abondants. Ici et là, des lits de gravier très grossier recourent avec une forte pente des lits presque horizontaux. Les galets et les blocs peuvent se trouver dans une matrice de sable argileux gris. Ces lits, selon toute apparence, sont des sédiments juxta-glaciaires, c'est-à-dire déposés en bordure du glacier.

Ces sables et graviers semblent en continuité physique avec ceux des deux collines déjà décrites. Ils sont sans doute d'origine fluvioglaciaire. En résumé, toute cette coupe représenterait un passage graduel des sables fins aux argiles silteuses grises, puis des argiles aux sédiments grossiers fluvioglaciaires.

La coupe examinée en "B" à ¼ de mille de Manic 2 (figure 2) est moins complète et bien différente de la précédente quoique une distance d'un mille seulement les sépare. Des vestiges d'un dépôt d'argile et de sable boueux gris sont nichés contre la paroi rocheuse du côté est de la rivière à environ 200 pieds d'altitude. Ces sédiments se sont déposés en eau salée ou saumâtre puisqu'ils contiennent un grand nombre de fragments de *Balanus* sp.. De l'autre côté de la rivière, à une altitude un peu supérieure, le roc est surmonté par des sédiments identiques mais dans lesquels nous n'avons trouvé aucun fossile. L'argile silteuse grise s'élève jusqu'à environ 370 pieds où il y a passage abrupt au sable grossier et au gravier qui constituent le sommet de la coupe. Ceci est en contraste avec la coupe "A" où le contact est graduel et où les lits d'argile

sont rares à plus de 250 pieds au-dessus du niveau de la mer. Les sédiments grossiers à la partie supérieure des deux coupes sont probablement de même origine et à peu près contemporains. Vu les différences, la corrélation est beaucoup plus hasardeuse entre les argiles grises de la coupe A et celles présumément marines de la coupe B.

A quelques milles en aval (point C, figure 2), une vingtaine de pieds d'argile et de sable argileux gris contenant une bonne variété de fossiles marins affleure sur les berges de la rivière. A quelques centaines de pieds de là, une coupe à une plus grande altitude, révèle des lits d'argile mêlés à des lits de sable tandis que plus haut encore, on ne rencontre que du sable. Ce sable semble en continuité physique avec les sédiments fluvioglaciaires de la coupe A et a présumément la même origine.

Plusieurs bonnes coupes sont accessibles à des distances variant de 4 à 9 milles en aval de Manic 2, mais l'érosion a isolé ces dépôts de ceux de la terrasse principale décrits jusqu'ici. Ces coupes montrent une épaisseur considérable d'argile grise surmontée de sable et gravier. Le contact entre ces sédiments est graduel en certains endroits, abrupt ailleurs. L'altitude du contact varie probablement d'une place à l'autre, mais elle n'a pas été mesurée.

Les gradins ou basses terrasses sont généralement constitués de sable et de gravier qui, dans bien des cas au moins, reposent en contact net sur l'argile. Ce sable et ce gravier sont évidemment des dépôts fluviaux formés lors de l'érosion des gradins et sont plus jeunes que les sables fluvioglaciaires et les argiles.

En amont de Manic 2, nous ne connaissons guère que la partie superficielle des dépôts stratifiés car les coupes satisfaisantes sont inexistantes. La surface horizontale des terrasses est constituée de sable tandis que les pentes dénudées de végétation sont généralement composées de sable "éboulé". Des argiles silteuses grises ont été vues en quelques endroits et elles forment probablement des dépôts volumineux sous le sable. Au nord de la région représentée à la figure 1, l'argile est très abondante dans la vallée de la rivière Touloustouc, un affluent de la Manicouagan, à environ 25 milles en amont de Manic 2. Conlon (1966) y rapporte du silt argileux, du niveau de la rivière (altitude un peu supérieure à 200 pieds) jusqu'à environ 260 pieds d'altitude. Le silt est surmonté de sable. Il semble identique à celui qui affleure en aval de Manic 2.

Age

Une datation au ^{14}C effectuée sur des fragments de *Balanus* sp. a donné un âge de 9150 ± 150 ans avant aujourd'hui (I-3868) ⁴. L'échantillon provient du

site "B" sur la rive est de la rivière Manicouagan, à 210 pieds au dessus du niveau de la mer. Les coordonnées sont les suivantes : 49°19' lat. N et 68°21' long. W.

Histoire géologique du Quaternaire

D'après nos observations, l'histoire géologique du Quaternaire récent de la région peut se lire comme suit :

Il y a plus de 10,000 ans, le glacier continental a recouvert la région de la Basse-Manicouagan. Le front glaciaire s'est ensuite retiré à une distance inconnue (mais peut-être très courte) au nord de Manic 2. La mer a envahie la région de la Basse-Manicouagan et des argiles s'y sont déposées. Une partie des argiles daterait d'environ 9000 ans. Puis, probablement à la suite d'une avance mineure du glacier, une plaine de délavage fluvioglaciaire a recouvert les argiles près de Manic 2, tandis que les petites crêtes morainiques se formaient sur les hautes terres. Après le retrait final du glacier, d'importants dépôts d'argiles se sont formés en amont de Manic 2. Ces sédiments ont pu se déposer en eau douce ou à peine saumâtre car la vallée de la Manicouagan devait être en grande partie obstruée à Manic 2.

⁴. I = Isotopes Inc., New Jersey.

Remerciements

Notre connaissance de la distribution des dépôts quaternaires provient des travaux de cartographie effectués en 1960 par Pierre Sauvé pour le compte du Ministère des Richesses Naturelles du Québec. Nous désirons remercier M. Luc Boyer qui a attiré notre attention sur des phénomènes illustrés dans des sablières ouvertes par l'Hydro-Québec après 1960.

La datation au ¹⁴C a été défrayée par un octroi du Conseil National de Recherches du Canada.

Références

- COLON, Robert J., 1966. Landslide on the Toulousteouc River, Québec. *Rv. Can. Géotech.* 3, (3):113-144.
- SAUVÉ, Pierre, 1962. Rapport préliminaire sur la région de la rivière Manicouagan inférieure, Comté de Saguenay. Ministère des Richesses Naturelles de Québec, R.P. no 481.

ÉTUDE DE LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE ET DE
L'ALTÉRATION DES MINÉRAUX DANS UN PROFIL DE
SOL DE LA SÉRIE DES SABLES ST-JUDE,
COMTÉ DE ST-HYACINTHE ¹

ROBERT LEDOUX

Département de Géologie, Université Laval, Québec

Résumé

Les analyses granulométriques d'un profil de sol de la série des sables St-Jude, appartenant au groupe des podzols gléifiés, indiquent que le sable fin (0.25-0.10 mm) prédomine dans les horizons A_e , B_f et B_{fg1} , et que les sables moyens (0.5-0.25 mm) et grossiers (1.0-0.5 mm) deviennent plus abondants dans B_{fg2} et C. Les coefficients de dispersion dénotent un bon triage dans les horizons A_e , B_f et B_{fg1} , et un classement moyen dans B_{fg2} et C.

Dans les fractions sable fin et sable très fin (0.10-0.05 mm) on rencontre 23 espèces minéralogiques ayant une densité supérieure à 2.94, et 8 minéraux de densité inférieure à 2.94. Les minéraux les plus abondants sont le quartz, l'orthose, les plagioclases, la hornblende et le grenat. L'analyse quantitative des minéraux révèlent une discontinuité dans le profil entre les horizons B_{fg1} et B_{fg2} . L'augite est le minéral le plus sensible à l'altération. Les calculs des gains et pertes des minéraux prédominants dans l'horizon A_e par rapport à l'horizon B_{fg1} nous indiquent une perte de 7.4% de l'orthose, 39.2% de plagioclases, 60.1% de hornblende, et un gain de 7.8% de quartz. Bien que les critères morphologiques permettent de distinguer facilement les horizons du profil de sol du sable St-Jude, les minéraux en sont encore à un stade juvénile d'altération.

1. Contribution No 161, Département de Géologie, Université Laval.

Abstract

The mechanical analysis of a sandy soil profile that belongs to the St-Jude series (gley podzol group) shows that fine sand (0.25-0.10 mm) is predominating in the A_e , B_f and B_{fr1} horizons, and that the amount of mean (0.5-0.25 mm) and coarse (1.0-0.5 mm) sands are considerably increased in B_{fr2} and C horizons.

Twenty-three mineral species are found in the heavy fractions ($d > 2.94$) of the fine and very fine (0.10-0.05 mm) sands, whereas only eight minerals are observed in the light fractions ($d < 2.94$). The most frequent minerals are quartz, orthoclase, plagioclases, hornblende and garnet. The quantitative analysis of the minerals indicates a discontinuity in the soil profile between B_{fr1} and B_{fr2} horizons. Augite is the most vulnerable mineral to weathering. The gain and loss calculations of abundant minerals in A_e horizon compared to their content in B_{fr1} horizon are: a loss of 7.4% of orthoclase, 39.2% of plagioclases, 60.1% of hornblende, and a gain of 7.8% of quartz. Although the morphological criteria of St-Jude soil allow the subdivision of the profile into definite horizons, the minerals are still in the early stage of weathering.

Introduction

On rencontre dans la littérature pédologique du Québec de nombreuses analyses chimiques et mécaniques, mais seulement quelques analyses minéralogiques (Richard and Chandler, 1944; Brydon and Swoden, 1959; McLean and Brydon, 1963). Le présent article traite de la répartition des minéraux et de leur altération météorique dans les différents horizons d'un sol sableux situé à St-Jude, dans le comté de St-Hyacinthe. Ce travail, si modeste soit-il, nous espérons qu'il répondra en partie à un vœu exprimé par le Comité National des Sols d'accroître nos connaissances sur la composition minéralogique des sols du Canada.

Le profil de sol étudié appartient à la série des sables St-Jude. Cette série occupe de grandes étendues entre les rivières Richelieu et Yamaska (figure 1). Les sols de la plaine Richelieu-Yamaska ont été cartographiés par Baril et Mailloux (1942), Choinière, Pageau et Mailloux (1942), et Laplante, Alarie et Mailloux (1942). Parmi les nombreuses séries de sols rencontrées, les sables St-Jude et l'argile Ste-Rosalie prédominent. Une première description détaillée des sols de la série St-Jude apparaît dans l'étude pédologique du comté de Chateauguay (Baril et Mailloux, 1950). Les sables St-Jude représentent à eux

seuls dans les comtés de St-Hyacinthe, Richelieu et Rouville 35.5% de la superficie totale, soit 174,000 acres. Cette série de sol se présente sous deux principaux aspects: elle s'allonge en traînées parallèles aux rivières Richelieu et Yamaska, ou bien elle forme une auréole autour des monts St-Bruno, St-Hilaire, Rougemont et Yamaska. (figure 1). Au point de vue pédologique, les sables St-Jude appartiennent au groupe génétique podzol gléifié.

La plus grande étendue de sable qui a servi de roche-mère pour la formation de la série de sol St-Jude est située entre les rivières Richelieu et Yamaska, et s'étend vers le nord à partir du mont St-Hilaire jusqu'à la ville de Yamaska. McGerrigle (1937) mentionne que ce dépôt est très mince, l'épaisseur moyenne étant d'environ cinq pieds. Il décrit une tranchée de sable localisée à un mille et demi au nord-ouest de St-Jude : « À l'endroit où l'échantillon a été pris, le sable a plus de cinq pieds d'épaisseur et il repose sur l'argile Champlain. Bien que le quartz prédomine, le sable possède une forte teneur en mica et magnétite, et renferme en plus petite quantité des grains de grès, d'ardoise, de feldspath et de syénite ». Pour expliquer l'étalement du manteau de sable sur l'argile nous citerons Raoul Blanchard (1947) « . . . à mesure que le continent se relevait, les rivières retrouvaient de la pente, devenaient capables de transporter des éléments plus grossiers; c'est alors du sable qu'elles véhiculent vers la mer et qui vient recouvrir l'argile Champlain ». Nos observations sur le terrain diffèrent très peu de celles de McGerrigle (1937). Ces sables reposent sur une argile gris bleuté, calcaireuse de consistance très plastique. Cette superposition montre nettement l'ordre chronologique de ces dépôts. Leur épaisseur varie de trois à six pieds. À des profondeurs de dix à trente pouces de la surface le sable est gris, souvent parsemé de mouchetures de rouille et traversé par des traînées noires légèrement inclinées. L'entrecouplement de ces traînées noires traduit un fin litage entrecroisé. Le quartz et les feldspaths sont les minéraux les plus abondants. La hornblende, les grenats et la muscovite sont en quantités subordonnées. La hornblende est le principal constituant des traînées foncées.

À mesure que l'on approche de l'argile sous-jacente le sable passe de gris pâle au gris bleuté et il devient de plus en plus limoneux et induré. Dans cette zone de transition on a fréquemment observé des pochettes de coquilles de *Macoma groenlendica* parfaitement conservées, et parfois dans l'argile même. Cependant nous n'en avons pas observé dans la couche de sable.

Il semble bien que cette couche de sable soit un dépôt littoral mis en place lors de l'abaissement du niveau marin. Vu l'absence de fossiles champlainiens dans le sable, McGerrigle (1937) croit que pendant la dernière phase de l'étage champlainien l'eau était devenue douce. Il est également plausible de croire que les coquilles se soient dissoutes au cours de la longue période de temps écoulée depuis la déposition du sable.

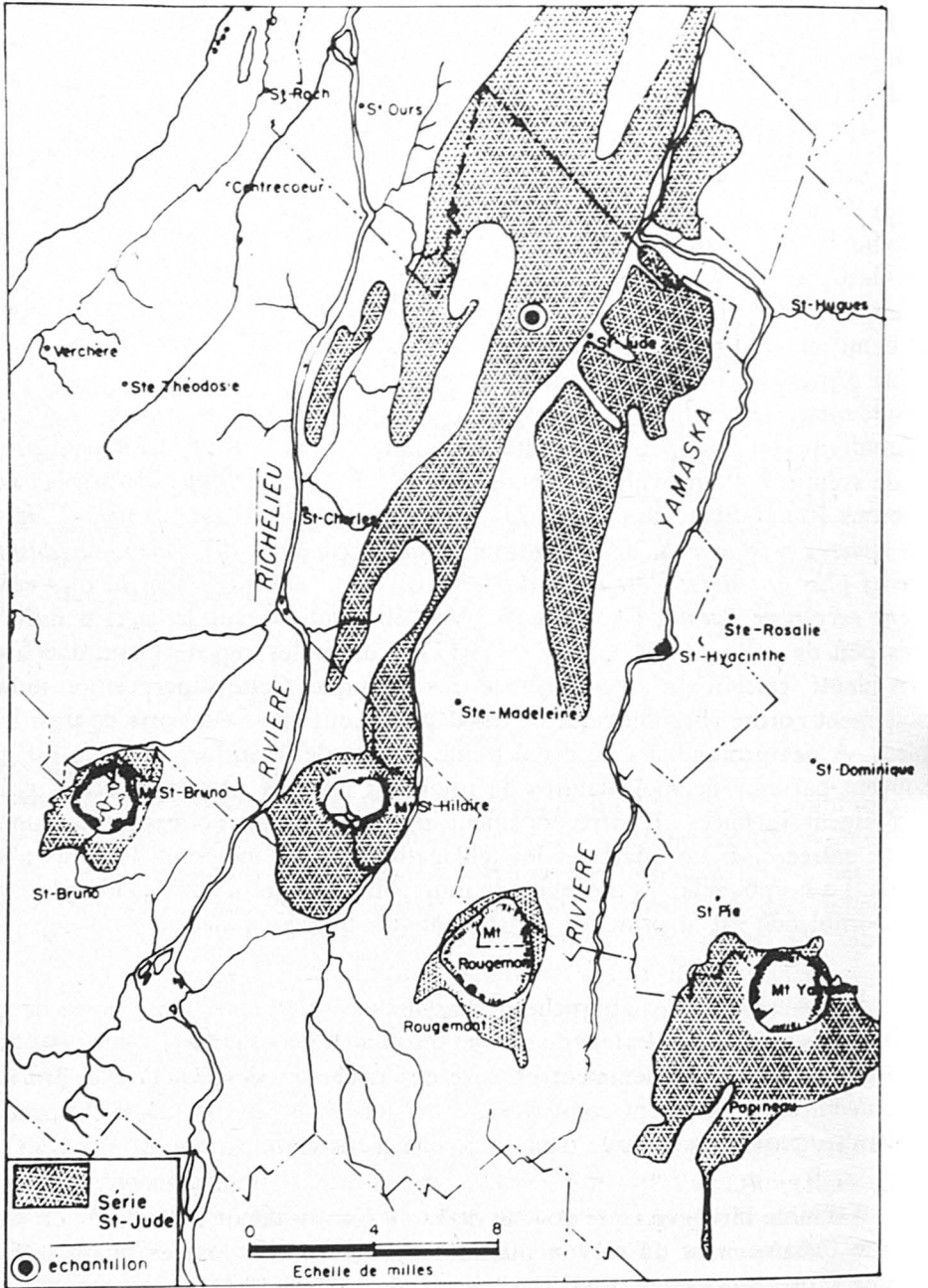


FIGURE 1. Le sable de St-Jude dans la plaine Richelieu-Yamaska, et site d'échantillonnage.

Description du profil de sable St-Jude

Le profil de sable St-Jude qui fait l'objet de cette étude est situé à 1.3 mille à l'ouest de la route St-Jude—St-Bernard du comté de St-Hyacinthe, à l'extrémité nord de la ferme Riendeau.

HORIZONS	ÉPAISSEUR EN POUCES	DESCRIPTION
L - H	2.5-0	Humus acide du type mor, peu décomposé, de teinte rouge très sombre à l'état humide (2.5 Y R 2/2) et rouge sombre à sec (2.5 R Y 3/2). La litière est composée de feuilles de conifères et feuillus décidus partiellement décomposées; pH: 4.3
A _o	0-7	Sable fin de coloration gris clair à l'état humide (10 Y R 7/1) et blanc à sec (10 Y R 8/2), structure particulaire et très friable. Le quartz et l'orthose prédominent, les ferromagnésiens sont en très faible quantité; pH: 5.0.
B _t	7-10	Sable fin brun vif, humide (7.5 Y R 5/6) et sec (7.5 Y R 5/8), horizon très légèrement induré, moucheté de rouille; pH: 5.4.
B _{tk1}	10-16	Sable fin brun jaune, humide (10 Y R 5/6) et sec (10 Y R 5/8). Horizon très friable et intensément gleifié, pH: 5.9.
B _{tk2}	16-22	Sable fin jaune brun, humide (10 Y R 6/6) et sec (10 Y R 6/8), avec de fins lits foncés de ferromagnésiens. Horizon très friable et gleifié (cependant moins que dans l'horizon précédent); pH: 6.6.
C	22-36	Sable brun jaune clair à l'état humide (2.5 Y R 6/4) et jaune pâle à sec (2.5 Y 7/4), avec des traînées entrecroisées plus foncées de ferromagnésiens. Horizon très meuble et perméable; pH: 7.3.

Analyses physiques et chimiques du profil de sable St-Jude

ANALYSES PHYSIQUES : — Les analyses physiques du sable St-Jude portent sur la détermination pour chaque horizon de la densité réelle, de la densité apparente, et de l'analyse granulométrique. La densité réelle est déterminée par la méthode au picnomètre, après enlèvement de la matière organique avec H₂O₂ et séchage à 105°C des échantillons (tableau I). L'horizon A_o est caractérisé par une densité réelle plus faible que celle des horizons sous-jacents (tableau I). Comme nous le verrons plus loin, cette différence s'explique par le fait que les minéraux de densité plus élevée que 2.94 sont moins abondants dans cet horizon.

TABLEAU I

Densité réelle, densité apparente, et analyse granulométrique du sable St-Jude

Horizons et profondeurs en pouces	Densité réelle g/cm ³	Densité apparente g/cm ³	Analyse granulométrique					
			Sable grossier (1.-0.5 mm) %	Sable moyen (0.5-0.25 mm) %	Sable fin (0.25-0.10 mm) %	Sable très fin (0.10-0.05 mm) %	Limon (0.05 à 0.002 mm) %	Argile <0.002 mm %
Ae, 0-7	2.65	1.40	0.3	4.2	70.1	13.2	11.0	1.2
B _t , 7-10	2.71	1.35	0.7	4.8	67.7	17.6	7.0	2.2
B _{tg1} , 10-16	2.70	1.45	0.4	5.1	68.7	16.6	6.0	3.2
B _{tg2} , 16-22	2.71	1.54	7.2	23.8	51.9	10.9	4.0	2.2
C, 22-36	2.69	1.57	4.3	21.5	58.0	13.0	11.0	2.2

Un appareil du type « Logan » a servi à prélever les échantillons pour la détermination de la densité apparente. Quatre prises de 301.2 cm³ de sol sont récupérées à chaque horizon; la densité apparente est alors déterminée en laboratoire sur le sol séché à 105°C. On note au tableau I que la valeur minimum coïncide avec l'horizon B_r, et qu'il y a accroissement graduel jusqu'à l'horizon C. La densité apparente plus faible en B_r est due à l'enrichissement en matière organique dans cet horizon (voir tableau II).

Dix livres de chaque horizon de sol furent prélevées pour procéder à l'analyse granulométrique et pour déterminer la composition minéralogique. Le matériel de chaque horizon fut bien mélangé afin d'obtenir des échantillons homogènes. Sur des prises de 100 grammes, la matière organique a été décomposée par des traitements successifs avec H₂O₂ à 30°C, et les oxydes de fer libres enlevés par des lavages au dithionite de sodium à 80°C. Les échantillons furent alors dispersés dans une solution contenant de l'hexamétaphosphate de sodium et brassés 10 minutes dans un agitateur Bouyoucos. Les proportions de la fraction sableuse ont été obtenues par tamisage à sec pour les intervalles granulométriques suivants : (1.0-0.5 mm) sable grossier, (0.5-0.25 mm) sable moyen, (0.25-0.10 mm) sable fin, et (0.10-0.05 mm) sable très fin (tableau I). Vu la très forte quantité de sable, 87 à 96%, nous nous sommes contentés d'évaluer les proportions de limon et d'argile avec l'hydromètre Bouyoucos.

L'horizon A_e contient une plus forte quantité de particules de dimension inférieure à 0.05 mm que dans les autres horizons. Cette concentration de limon et d'argile résulte d'une altération physique et chimique plus poussée dans A_e et une immobilité de ces éléments fins. Le sable fin prédomine dans tous les horizons. La distribution des diverses classes granulométriques est à peu près constante dans les trois premiers horizons de surface A_e, B_r et B_{fg1}, mais dans les horizons B_{fg2} et C, les lots de sable fin et très fin diminuent pour passer à un accroissement des sables moyens et grossiers.

Afin de caractériser chaque horizon du profil de sol à l'étude, nous avons calculé à l'aide de courbes cumulatives un premier indice d'homométrie; le coefficient de dispersion. Cet indice exprime le plus ou moins grand classement du sable. Il est obtenu en calculant l'évasement de la courbe de fréquence granulométrique de part et d'autre du lot le plus abondant. Les coefficients de dispersion ainsi calculés pour chaque horizon sont :

$$A_e = 1.28, B_r = 1.30, B_{fg1} = 1.29, B_{fg2} = 1.55 \text{ et } C = 1.47$$

Pettijohn (1957, p. 38) rapporte que la majorité des sédiments sableux de plage ou littoraux ont un coefficient de dispersion entre 1.0 et 2.0, et que la moyenne serait voisine de 1.45. Les trois premiers horizons du sol à l'étude, A_e, B_r et B_{fg1} sont donc caractérisés par un bon classement, tandis que les deux derniers, B_{fg2} et C possèdent un classement moyen.

TABLEAU II

Capacité d'échange, hydrogène échangeable, saturation en base, matière organique, rapport carbone/azote, fer libre et pH du sable St-Jude

Horizons	Profondeur en pouces	Capacité ¹ d'échange m.e./100 grs	Hydrogène échangeable m.e./100 grs	Saturation en base %	Matière organique %	Rapport C/N	Fer ² libre % Fe ₂ O ₃	pH
L-H	2½-0	73.71	55.97	24.06	71.4	89.8	0.12	4.3
Ae	0-7	2.07	1.06	48.79	0.6	9.0	0.28	5.0
B _r	7-10	11.54	9.60	16.81	2.2	17.8	0.24	5.4
B _{fr1}	10-16	5.68	3.74	34.15	0.9	8.8	0.24	5.9
B _{fr2}	16-22	2.87	0.48	83.27	0.1	2.9	0.20	6.6
C	22-36	3.57	nil	100.00	0.2	6.4	0.20	7.3

1) Calculée avec Ca, Mg, K et H échangeables.

2) Fer libre (Fe₂O₃) déterminé par la méthode de Kilmer au Na₂S₂O₄.

ANALYSES CHIMIQUES: – Dans le tableau II apparaissent les données sur la capacité d'échange, d'hydrogène échangeable, la saturation en bases, la matière organique, le rapport carbone / azote, le fer libre et le pH de chaque horizon du sable St-Jude. Ce tableau indique que la capacité d'échange varie simultanément avec la teneur en matière organique. D'ailleurs cette relation est observée dans presque tous les podzols à texture sableuse. Le pH croît graduellement de l'horizon A_e jusqu'à C. Les fortes valeurs des derniers horizons sont certainement influencées par la présence de coquilles calcaires à la surface du substratum argileux.

Analyses minéralogiques des fractions sableuses du profil de sol St-Jude

Les analyses minéralogiques ont porté sur les quatre fractions granulométriques du sable de chaque horizon. Les échantillons de toutes les fractions ont été séparés en lots de densité > 2.94 et < 2.94 avec du *s*-tétrabromoéthane. Le tableau III montre la répartition des minéraux lourds ($d > 2.94$) dans le sable. Les minéraux lourds de la fraction sable grossier (1.0-0.5 mm) sont en quantité négligeable.

TABLEAU III

Répartition des minéraux lourds ($d > 2.94$) dans trois fractionnements du profil de sable St-Jude

Horizons et profondeurs en pouces	Sable très fin (0.10-0.05 mm) %	Sable fin (0.25-0.10 mm) %	Sable moyen (0.50-0.25 mm) %
A _e , 0-7	17.66	1.37	0.51
B _t , 7-10	35.35	4.32	1.42
B _{fg1} , 10-16	30.00	4.51	1.66
B _{fg2} , 16-22	30.57	8.70	3.66
C, 22-36	28.24	9.46	3.21

Les minéraux légers ($d < 2.94$) et les minéraux lourds des fractions (0.10-0.05 mm) et (0.25-0.10 mm) ont été montés séparément en frottis dans le baume de Canada pour être examinés au microscope polarisant. Les minéraux des deux fractions plus grossières, (0.5-0.25 mm) et (1.0-0.5 mm), furent étudiés à la loupe binoculaire.

MÉTHODE DE COMPTAGE DES GRAINS DE MINÉRAUX: – Une difficulté soulevée par la méthode de comptage des minéraux est de savoir quelle sera l'erreur introduite dans le cas particulier de chaque espèce minérale si on en compte « n » grains dans une prise contenant un total de « N » grains de différents minéraux. Dryden (1931) et, Krumbein et Pettejohn (1938) fournissent une équation statistique permettant de calculer l'erreur probable. D'après cette équation, un comptage de 200 grains de minéraux légers et 200 grains de minéraux lourds fournit une précision de 95%. Le comptage des grains de minéraux montés sur frottis et identifiés avec le microscope polarisant a été fait par des cheminements parallèles. Seuls les grains rencontrés à la croisée des réticules furent comptés. Afin d'obtenir des résultats représentatifs, nous avons compté un total de 600 grains par échantillon, soit 300 grains de minéraux de la fraction légère et 300 grains de minéraux de la fraction lourde. Trois prises de chacune des fractions légère et lourde furent montées sur trois lamelles différentes et le comptage fut limité à 100 grains par frottis apparaissant dans cinq champs d'observation. Pour identifier les minéraux, l'auteur s'est constamment référé aux clés d'identification optique et à la description des minéraux dans les volumes de Duplaix (1958) et Milner (1962).

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DES FELDSPATHS: – La distinction des variétés de feldspaths est difficile et laborieuse. Le microcline, l'orthose, et les plagioclases sodiques (albite-oligoclase) ont en commun de nombreuses propriétés dont un indice de réfraction inférieur à celui du baume de Canada. Les autres plagioclases (andésine-anorthite) possèdent des indices de réfraction supérieurs à celui du baume de Canada. Le microcline, en lumière polarisée, est caractérisé par un quadrillage résultant de l'association des mâcles polysynthétiques de de l'albite et de la péricline. Les plagioclases sodiques possèdent fréquemment la mâcle polysynthétique, mais en l'absence de cette dernière ils peuvent être facilement confondus avec l'orthose. Pour éviter ces erreurs, nous avons procédé, après comptage sous le microscope, à la coloration des minéraux feldspathiques selon la technique proposée par Reeder et McAllister (1957). Elle consiste simplement à attaquer les minéraux avec HF (48%) et à les immerger dans une solution concentrée de cobaltinitrite de sodium. Les feldspaths potassiques (orthose et microcline) se colorent jaune citron, tandis que les plagioclases présentent des surfaces dépolies non-colorées. Le quartz résiste à cette attaque et se reconnaît par sa surface vitreuse. Pour déterminer la quantité d'orthose, il s'agit de compter le nombre de grains colorés jaune qui apparaissent parmi 300 grains et de soustraire le nombre de grains de microcline préalablement identifiés par leur

quadrillage. Le nombre de grains de plagioclases sodiques non mâclés se calcule en comptant tous les grains de feldspaths ne possédant pas la mâcle de l'albite et à l'indice de réfraction $n < n_b$ (n_b = indice de réfraction du baume du Canada 1.537), et de soustraire à ce nombre la somme des grains d'orthose et de microcline. Les plagioclases sont ici réunis en deux groupes d'indices de réfraction différents par rapport au baume du Canada; $n < n_b$ et $n > n_b$. Pour déterminer la quantité totale de plagioclases sodiques il faut compter sous le microscope polarisant les grains mâclés dont $n < n_b$ et additionner le nombre de plagioclases sodiques non mâclés. Tous les feldspaths dont $n > n_b$ appartiennent au groupe andésine-anorthite.

CALCUL DU POURCENTAGE DES MINÉRAUX: — Bien que chaque échantillon de sol soit séparé par tamisage en diverses classes granulométriques, il existe tout de même des différences appréciables de grosseur de grains dans l'intervalle de chaque coupure. Pour remédier à l'erreur résultant de l'inégalité dimensionnelle des grains Twenhofel et Tyler (1941) suggèrent de calculer le pourcentage par poids plutôt que par nombre de grains. Dans la présente étude nous adopterons cette façon d'exprimer nos résultats et les pourcentages seront calculés selon la méthode proposée par Dell (1959).

La marche suivie est illustrée ci-dessous pour la biotite en utilisant les données de la fraction légère ($d < 2.94$) d'un échantillon du lot sable très fin de l'horizon A_c. Le poids total de la prise de sable très fin est 5.4743 grammes. Le poids des minéraux légers de cette fraction est 4.4955 grammes :

<i>Minéral</i>	<i>Nombre de grains (N)</i>		<i>Poids spécifique (p.s.)</i>	<i>N x p.s.</i>
Biotite	2	x	2.90	= 5.80
Microcline	13	x	2.56	= 33.28
Orthose	59	x	2.56	= 151.04
Plagioclase ($n < n_b$)	8	x	2.61	= 20.88
Plagioclase ($n > n_b$)	5	x	2.70	= 13.50
Quartz	213	x	2.65	= 564.45
	<hr/>			<hr/>
	$\Sigma (N) = 300$			$\Sigma (N \times p.s.) = 788.95$

Le poids spécifique pondéré des minéraux légers est $788.95 \div 300 = 2.63$.
 Le poids de la biotite dans la fraction légère est $\frac{2}{300} \times \frac{2.90}{2.63} \times 4.4955 =$
 0.033 grammes. Le pourcentage par poids de biotite est $(0.03304 \div 5.4743) \times$
 $100 = 0.60\%$. Les opérations de calcul se résument dans la formule suivante :

$$\% = \frac{N \times \text{p.s.} \times \left[\begin{array}{l} \text{Poids de la fraction séparée} \\ \text{à la liqueur lourde} \end{array} \right]}{\Sigma (N \times \text{p.s.}) \times [\text{Poids total de la prise}]} \times 100$$

Le tableau IV représente les pourcentages en poids des 28 variétés de minéraux observés dans les lots sable très fin et fin. La biotite, la chlorite et la muscovite se rencontrent dans les fractions légères et lourdes. Les seuls minéraux lourds en quantité excédant 1% sont la hornblende verte, le grenat et le zircon. L'aegyrine-augite, l'anatase et l'hématite n'apparaissent que dans le lot granulométrique sable très fin. Par contre, la monazite et la muscovite ne se retrouvent que dans le sable fin. On n'observe dans la fraction légère que huit espèces minéralogiques différentes. Le quartz et l'orthose totalisent à eux seuls 70 et 90% des lots sable très fin et sable fin. La teneur en quartz est à peu près équivalente dans ces deux fractionnements granulométriques, cependant on rencontre environ deux fois plus d'orthose dans le sable fin que dans le sable très fin. Vu la très faible quantité de minéraux lourds dans les lots sable moyen et grossier, l'analyse minéralogique quantitative ne porte que sur la fraction légère (tableau V). L'examen de la fraction lourde sous la loupe binoculaire révèle la présence de quelques grains de hornblende, de muscovite, de grenat, de corindon, de béryl, de pyrite, de molybdénite et des fragments de schiste.

On remarque dans le tableau V que la quantité d'orthose excède celle du quartz. Il est intéressant de noter que le quartz est plus abondant dans les fractionnements sable très fin et fin que dans le sable grossier et moyen; la répartition de l'orthose est tout à fait inverse.

Dans le tableau VI, la quantité de quartz diminue graduellement de l'horizon A_e jusqu'à l'horizon B_{1g2}, tandis que la teneur en orthose croît de l'horizon B_r jusqu'à l'horizon C. Dans l'horizon A_e, les plagioclases accusent une diminution et on y observe environ trois fois moins de hornblende que dans les horizons sous-jacents. La plus forte quantité de grenat se trouve dans l'horizon C.

TABLEAU IV

Composition minéralogique des lots sable très fin et fin exprimée en pourcentage par poids de sable

Minéraux lourds ($d > 2.94$)

Nom du Minéral	Sable très fin (0.05-0.10 mm)					Sable fin (0.10-0.25 mm)				
	Ae	B _f	B _{fk1}	B _{fk2}	C	Ae	B _f	B _{fk1}	B _{fk2}	C
Actinote	.43	1.7	1.3	1.1	.66	.03	.13	.15	.20	.06
Aegyrine-Augite			.09		.09					
Anatase					.10					
Augite		.36		.20	.36	.03	.08	.17	.29	.42
Augite altérée	.54	1.6	1.8	2.0	1.0	.04	.17	.15	.38	.36
Biotite		.20				.01	.01	.01	.08	
Chlorite	.20		0.8	.43						
Diopside	.97	1.1	1.8	1.9	1.3	.04	.28	.22	.42	.55
Disthène						.01				
Enstatite-Hypersthène	.40	1.4	.57	.68	.43	.02	.10	.12	.12	.09
Epidote	.91	1.8	.66	.97	1.5	.08	.16	.09	.15	.19
Grenats	3.8	5.5	5.8	5.9	5.3	.18	.27	.30	.98	1.3
Hornblende brune	.05		.45	.18	.25	.01	.04	.08	.06	.09
Hornblende verte	7.1	15.	11.	12.	11.	.77	2.8	2.6	5.5	5.5
Hornblende altérée	.59	.22	.18	.18						
Monazite						.01	.05	.04		
Muscovite						.004				
Hématite				.16	.28					
Leucoxène	.13		.23		.10	.005	.02			
Magnétite-Ilménite	.94	2.1	1.8	1.6	2.1	.07	.04	.02	1.8	.37
Rutile	.14	.59	.36	.12	.22	.01	.02		.08	
Sillimanite						.03	.04	.06	.12	.09
Sphène	.30	.85	.59	.72	.64	.01	.08	.20	.26	.23
Trémolite	.15	.10	.17	.26	.47	.02	.05	.06	.14	
Zircon	1.0	2.2	1.5	2.0	1.5	.02	.02		.04	.12
Zoisite	.11	.92	.85	.98		.004				
	Minéraux légers ($d < 2.94$)									
Biotite	.60	.91	2.1	.77	.53					
Chlorite		.46	.26							
Microcline	3.5	.89	.68	1.6	1.9	2.9	4.6	2.8	1.4	.88
Muscovite			.51	.25	.26			1.0	1.6	
Orthose	16.	12.	15.	15.	13.	36.	31.	38.	36.	35.
Plagioclase ($n < n_b$)	2.2	2.3	3.7	3.0	2.6	2.0	4.7	3.2	3.1	3.3
Plagioclase ($n > n_b$)	1.4	.64	.48	1.4	1.7	1.3	.98	2.0	2.3	1.5
Quartz	59.	47.	48.	48.	53.	56.	54.	48.	45.	50.

TABLEAU V

Pourcentage en poids des minéraux légers des lots de sable
moyen et grossier du sable St-Jude

Minéral	Sable moyen (0.25-0.50 mm)					Sable grossier (0.50-1.0 mm)				
	Ae	B _f	B _{fr1}	B _{fr2}	C	Ae	B _f	B _{fr1}	B _{fr2}	C
Microcline	.64	2.6	1.9	3.8	1.6	.62	.97	.47	1.2	.94
Muscovite	.67	1.8	1.0	.69	1.0	.34	2.5	.34	—	.34
Orthose	54.	51.	50.	48.	52.	51.	50.	50.	57.	56.
Plagioclase	1.8	3.3	6.3	4.3	4.0	1.9	2.0	2.6	1.6	3.3
Quartz	42.	40.	40.	39.	4.1	43.	40.	42.	37.	34.

TABLEAU VI

Pourcentages totaux des principaux minéraux de la fraction
sableuse (> 0.05 mm) du sable St-Jude

Horizon	Quartz	Orthose	Plagioclase	Hornblende	Grenat	Divers
Ae	48.63	30.08	2.87	1.48	0.51	4.2
B _f	46.84	25.97	4.55	4.56	0.99	7.9
B _{fr1}	43.53	31.37	4.56	3.58	0.98	6.8
B _{fr2}	40.60	36.18	4.45	4.16	0.70	7.7
C	45.88	34.99	4.37	4.60	1.43	5.5

Description des minéraux

MINÉRAUX LOURDS ($d > 2.94$): – La quantité de ces minéraux varie avec les horizons et les classes granulométriques. Dans le sable très fin leurs quantités minimum et maximum sont respectivement 17.66% dans l'horizon A_e et 35.35% dans l'horizon B_f . Leur teneur dans le sable fin varie de 1.37% dans A_e à 9.46% dans C, alors que dans le sable moyen, elle oscille entre 0.51% pour A_e et 3.66% pour B_{fg2} . Ils sont très rares dans le sable grossier. On rencontre dans cette fraction lourde 23 espèces minéralogiques différentes. Les variétés les plus fréquentes sont la hornblende verte, le grenat, le zircon, le diopside, l'épidote, l'augite, et le sphène. Les caractères distinctifs des minéraux lourds des sables fins et très fins sont décrits ci-dessous. Les minéraux sont placés par ordre alphabétique.

Actinote: Les grains sont de couleur jaune pâle ou vert jaunâtre. Ce minéral se présente en fragments de prisme ou en longues baguettes fibreuses terminés aux extrémités par des dentelures. On la distingue de la trémolite par sa couleur vert pâle et des pyroxènes par son angle faible d'extinction ($Z \wedge c$ 8° à 20°). Les grains sont clairs et inaltérés, leur surface présente un aspect lisse même dans l'horizon A_e . L'actinote résiste considérablement aux agents d'altération.

Aegyriine - Augite: Ces deux minéraux forment une série isomorphe. Ce minéral se présente avec la même couleur verte et le même habitus que l'augite, cependant on le distingue de ce dernier par son angle d'extinction ($Z \wedge c$ 50° à 70°). Il ne se rencontre qu'en faible quantité dans les horizons B_{fg1} et C. Tous les grains sont coupés de microfissures et dénotent un degré d'altération moyennement développé.

Anatase: Cette forme d'oxyde de titane est beaucoup moins abondante que le rutile. Ce minéral ne se montre qu'en très faible quantité dans l'horizon C. Les grains d'anatase sont de couleur jaune brun et se présentent en tablettes carrées. La surface présente de très fines stries transversales. Il se distingue du rutile par sa forme carrée, ses stries et son uniaxialité négative. Sa grande résistance à l'altération se traduit par son remarquable état de fraîcheur.

Augite: L'augite se rencontre en grains subarrondis ou prismatiques et souvent irréguliers. En général les grains sont ternes et peu transparents. Parfois on rencontre quelques éclats de couleur vert pâle à incolore. Ce minéral possède de nombreuses propriétés communes avec le diopside, par conséquent ils sont faciles à confondre. Cependant l'angle d'extinction de l'augite est plus grand que celui du diopside ($Z \wedge c$ 42° à 50°), et souvent la surface des grains d'augite est recouverte de traînées nuageuses jaune verdâtre d'épidote ou de chlorite. Tous les grains, à quelques exceptions près, sont fortement altérés. Vu que ce minéral est très susceptible à l'altération chimique, on peut suivre les stades de décomposition en se déplaçant de l'horizon A_e vers l'horizon C. Dans l'horizon A_e la forme des grains est très irrégulière, leur extrémité et leur contour sont fortement dentelés. La couleur varie de rougeâtre à brun. La surface des grains est parsemée de nombreuses cupules et même perforée pour certains

éclats plus altérés. Des taches rouilles jalonnent fréquemment les plans de clivage. Ces dernières résultent probablement de l'altération d'inclusions de magnétite. Les grains sont plus fortement altérés dans l'horizon A_6 que dans les horizons sous-jacents. De l'horizon A_6 vers l'horizon C, les grains deviennent graduellement plus réguliers et les indentations des extrémités moins saillantes. La couleur passe de brun à vert foncé. Tout de même la surface demeure corrodée bien que les trouées soient absentes. On rencontre occasionnellement quelques grains frais. Les grains étant plus clairs, on discerne plus facilement les fissures qui les traversent et les inclusions de magnétite. Cependant la chloritisation et l'épidotisation persistent en profondeur.

Diopside : Le diopside se présente en grains anguleux, incolores ou vert très pâle. Ce minéral se distingue de l'augite par son angle d'extinction plus faible ($Z \wedge c 38^\circ$) et sa limpidité. Sa forme, sa couleur, sa réfringence élevée, sa biréfringence, et son extinction oblique le différencient de la trémolite, de l'actinote et du disthène. L'altération de ce minéral est limitée à l'horizon A_6 et sur quelques grains seulement.

Disthène : Le disthène se présente en tablettes allongées, aplaties, incolores, avec des clivages à angle près de 90° . Son extinction oblique à 30° par rapport à l'arête du prisme et son allongement négatif facilitent son identification. Il est très rare et n'est observé que dans l'horizon A_6 . Il ne montre aucun indice d'altération.

Enstatite - Hypersthène : Ces deux pyroxènes constituent les termes extrêmes d'une série isomorphe. Au microscope, ces deux variétés se ressemblent, à cette différence près que la biréfringence et le pléochroïsme s'accroissent avec la teneur en fer. Ici, nous avons rassemblé les deux espèces minéralogiques. Ces minéraux se présentent en grains prismatiques, aux extrémités dentelées, de couleur gris ou brun pâle, et parfois avec des inclusions de magnétite et de zircon. Leur extinction droite, leur allongement positif, le pléochroïsme rougeâtre et la structure « Schiller » de certains grains les discernent des autres minéraux. Bien que Milner (1962) et Duplax (1958) prétendent que ces minéraux sont très rares dans les sédiments, Miryneck (1958) les a observés en assez grande abondance dans des sols de l'Ontario. Tous les horizons du profil de sable fin St-Jude contiennent de l'enstatite et de l'hypersthène. Les grains d'enstatite sont faiblement altérés dans l'horizon A_6 . Par contre l'altération de l'hypersthène est plus poussée. Ce phénomène se manifeste par une fissuration du cristal et un aspect nuageux (chloritisation) en lumière polarisée. La surface de quelques grains est recouverte de taches rouilles. Dans les horizons sous-jacents à A_6 les grains deviennent plus frais.

Épidote : L'épidote détritique se rencontre en grains prismatiques ou subanguleux. Le plus souvent, les grains sont de couleur vert pistache, parfois jaune pâle ou incolore. L'indice de réfraction élevé, les couleurs vives de biréfringence vert-pourpre-rouge, le pléochroïsme vert pâle à vert-jaunâtre, l'extinction 5 à 6° parallèle à l'axe cristallographique b et la biaxie négative caractérisent ce minéral. Il se présente dans tous les horizons avec un état de fraîcheur remarquable. L'épidote se rencontre également à la surface de grains de pyroxène comme produit d'altération.

Grenats : Le grenat offre des grains informes à contour anguleux. La cassure conchoïdale est commune. Habituellement les grains sont incolores, mais certains sont jaune pâle, rose très clair ou brun pâle. Les inclusions de quartz et de zircon sont fréquentes. Le relief est toujours très accusé et l'isotropie très nette. Le grenat est après la hornblende verte, le plus abondant de tous les minéraux lourds. Il se rencontre dans tous les horizons. Les grains montrent parfois dans l'horizon A₆ des figures de corrosion : ce sont de très petites cavités arrondies ou allongées qui doivent leur origine à l'action des processus d'altération chimique et en particulier à la solubilisation. Dans l'ensemble du profil ce minéral se montre très résistant à l'altération.

Hornblende : On rencontre deux variétés de hornblende ; verte et brune. La variété brune est beaucoup moins abondante que la variété verte et elle s'en distingue seulement par sa couleur. La hornblende se présente en prismes plus ou moins allongés, angulaires, dont les extrémités sont fréquemment dentelés. La surface montre le plus souvent le clivage (110). Les teintes de couleur de la hornblende verte varient de vert foncé, vert bleuâtre, vert feuille et vert clair à jaunâtre. La pléochroïsme est visible sur presque tous les gains. La couleur, l'extinction oblique ($Z \wedge c$ 15° à 22°) et l'allongement positif servent à son identification.

La hornblende verte est le plus abondant de tous les minéraux lourds. On la rencontre en forte proportion dans tout le profil, cependant la quantité varie d'un horizon à l'autre. Les grains dans les horizons de surface sont fortement altérés. Bien que moins sensible à l'altération que l'augite, on assiste tout de même à divers stades de décomposition en fonction de la profondeur. Dans l'horizon A₆, tous les grains sans exception sont défraîchis. On peut distinguer dans cet horizon deux stades différents de décomposition : a) *les grains moyennement altérés*, ce sont les plus fréquents : ce stade de décomposition est exprimé par la surface des grains légèrement corrodée, et lorsque le clivage est présent on observe des stries profondes ; les bordures sont minces et décorées, et le pléochroïsme demeure visible, b) *les grains fortement altérés*, ils sont caractérisés par des formes et des contours tout à fait irréguliers, les extrémités profondément dentelées et de nombreuses fissures transversales ; la surface est intensément corrodée, les perforations sont fréquentes, et le pléochroïsme devient moins net ; parfois les grains sont chloritisés et cette altération souvent persiste jusqu'à l'horizon C.

Dans les horizons sous-jacents à A₆ les grains fortement altérés sont rares, et le plus souvent dans C, la hornblende est fraîche.

Monazite : La monazite se présente toujours en grains bien arrondis de couleur jaune clair. Elle peut être confondue avec le zircon coloré et le sphène. On la distingue du zircon par son relief sensiblement moins accusé et sa biaxie positive. Elle diffère du sphène par son indice de réfraction plus faible et sa biréfringence moins forte. On la rencontre seulement en faible quantité dans le sable fin.

Magnétite - Ilménite : Ces deux minéraux sont groupés ensemble. On les observe généralement en petits grains noirs, irréguliers et subarrondis. Parfois, certains fragments anguleux montrent, en lumière oblique, des reflets bleu à gris acier et des facettes de clivage octaédrique. Ce minéral est présent dans

toutes les préparations de chaque horizon. Sur certains grains, on observe en lumière réfléchie un pointillé rouille et rouge de limonite et d'hématite ; sur d'autres des plages blanches de leucoxène. Cependant cette altération se retrouve même dans l'horizon C. En général les grains possèdent une fraîcheur remarquable.

Leucoxène : Le leucoxène forme sur certains grains d'ilménite une patine blanchâtre rugueuse ayant l'aspect de porcelaine dépolie. Il recouvre entièrement ou partiellement les grains d'ilménite.

Hématite : L'hématite primaire se présente en grains irréguliers, opaques en lumière incidente, mais rouge foncé en lumière oblique. Elle ne se rencontre que dans les horizons B_{1a2} et C du profil et en très faible quantité. L'hématite secondaire apparaît quelquefois à la surface de la magnétite.

Rutile : Le rutile montre des fragments prismatiques plus ou moins allongés sans pyramides terminales. Le diagnostic du rutile est rarement douteux. Il est caractérisé par son éclat adamantin, sa couleur brun plus ou moins rougeâtre, son relief si élevé que les grains sont bordés par une large frange noire. Les teintes de polarisation en nicols croisés sont marquées par la couleur propre du minéral. Quelques grains montrent la macle en genou. Ce minéral est commun à tous les horizons mais en quantité très faible. Il est tout à fait réfractaire à l'altération.

Sillimanite : La sillimanite se rencontre en longs prismes sans pointements, fréquemment striés par le clivage (100), de teinte variant de brun pâle à incolore. Elle se distingue des autres minéraux par son relief assez accusé, son extinction droite, son allongement positif et ses vives couleurs de polarisation dans les tons vert et rose. La sillimanite se rencontre dans tous les horizons du profil, mais seulement dans le lot sable fin. Il n'existe aucune marque d'altération sur les grains.

Sphène : Ce minéral s'observe habituellement en grains subarrondis ou en fragments aplatis. Les grains de sphène sont le plus souvent jaune miel, parfois incolores. La surface des grains de forte taille, montre un réseau de microfissures qui se coupent avec un angle de 70° à 75°, parallèlement aux traces des clivages (110) et (100). La forme peut se rapprocher du zircon ou de la monazite, cependant, on le distingue assez facilement de ces minéraux par son plus fort relief, sa biaxie positive, sa biréfringence beaucoup plus élevée et sa dispersion très forte qui, en position d'extinction produit un reflet bleuté caractéristique au lieu de l'obscurité complète. Le sphène se rencontre en faible quantité dans tous les horizons du profil. Tous les grains sont remarquablement très frais.

Trémolite : La trémolite se présente en prismes allongés incolores. Elle ressemble à l'actinote mais s'en distingue par son absence de couleur. Elle se différencie du diopside et de l'enstatite par son angle d'extinction ($Z \wedge c$ 15° à 17°). Ce minéral est observé dans tous les horizons du profil. La majorité des grains sont frais, bien que certains soient fortement dentelés.

Zircon : Le zircon se rencontre en grains sous des formes diverses qui varient de prismes allongés à des grains ronds. Les formes prismatiques sont les plus

fréquentes. L'allongement et la largeur des prismes varient considérablement ainsi que l'acuité des pointements. Les arêtes sont considérablement émoussées et les pointements le plus souvent surbaissés et inégaux. Quelques grains présentent un contour oval ou subcirculaire à arêtes et pointements très frustes. Parfois, les grains sont bourrés d'inclusions cristallines réparties sans aucune orientation privilégiée. Ce minéral est facile à identifier par sa forte biréfringence, son relief élevé, son extinction droite, son allongement positif et son uniaxialité positive. Par ordre d'abondance parmi les minéraux lourds, il est classé le troisième, précédé par le grenat et la hornblende. Sa fréquence est plus élevée dans le sable très fin. Contrairement aux observations de Miryneck (1958), et en accord avec celles de Haseman et Marshall (1945), ce minéral se montre très réfractaire à l'altération.

Zoisite : La zoisite se présente en fragments incolores, informes ou subarrondis. On la reconnaît dans les préparations à son indice de réfraction élevé, sa biréfringence très faible ne dépassant pas le jaune de premier ordre, et surtout par la couleur bleu indigo en lumière polarisée. La forte dispersion de ce minéral empêche l'extinction droite de se produire. Elle est plutôt rare dans le profil mais tout de même apparaît dans tous les horizons sauf C. Elle ne présente aucun signe d'altération.

MINÉRAUX LÉGERS ($d < 2.94$) : – Les minéraux légers sont plus abondants que les minéraux lourds dans tous les échantillons analysés, cependant les espèces minéralogiques sont beaucoup moins variées. Seulement huit minéraux différents se rencontrent dans la fraction légère. Le quartz et l'orthose constituent à eux seuls près de 80% de la totalité de cette fraction.

Biotite : La biotite se présente en grains lamellaires à contours subcirculaires, se couchant sur (001) dans les préparations microscopiques. Ces lamelles, résultant d'un clivage basal très facile, sont de couleur brun verdâtre. Ce minéral se rencontre en faible quantité dans la fraction sable très fin. Les grains de l'horizon A_e sont mordorés ou complètement décolorés. Le minéral devient plus frais dans les horizons sous-jacents. La grande susceptibilité de la biotite à l'altération chimique est démontrée par l'observation des stades successifs de décomposition en fonction de la profondeur de l'échantillon.

Chlorite : La chlorite détritique se présente en grains micacés de couleur vert pâle. L'identification de ce minéral est assurée par sa couleur verte, sa faible biréfringence et son clivage basal. Elle n'apparaît dans le profil que dans les horizons B_{fr1} et B_{fr2} et en très faible quantité. Tous les grains sont remarquablement frais.

Microcline : Le microcline se rencontre en grains anguleux incolores. Il est surtout reconnaissable en lumière polarisée à son quadrillage caractéristique. Ce minéral très résistant à l'altération chimique ne montre aucun signe de corrosion, sauf dans l'horizon A_e où il est légèrement altéré.

Muscovite : La muscovite se présente dans les préparations en lamelles incolores, couchées sur (001). Elle est identifiée rapidement par son habitus en minces paillettes, son absence de couleur, sa faible biréfringence, et sa figure d'interférence de bissectrice aigue produite par la majorité des grains.

La muscovite se trouve en très faible quantité dans les préparations microscopiques, bien qu'au cours des opérations précédant le montage des frottis on l'a observée en quantité considérable. Cette diminution peut s'expliquer par la perte des paillettes pendant les lavages successifs ou par simple adhésion aux parois des récipients. La muscovite s'avère très résistante aux processus d'altération chimique.

Orthose : L'orthose se rencontre habituellement en fragments rectangulaires, parfois en grains plus ou moins roulés. Elle est incolore et fréquemment bourrée de petites inclusions de quartz, de zircon et de séricite. Son indice de réfraction est légèrement inférieur à celui du baume du Canada et par conséquent son relief est négatif et très faible. Les clivages et la macle de Karlsbad apparaissent sur certains grains. Tous les grains d'orthose du sol analysé exhibent des surfaces fraîches dans les horizons sous-jacents à A_c . Les grains de A_c sont plus nuageux et montre une faible altération.

Plagioclases ($n < n_b$) : L'albite et l'oligoclase se présentent habituellement en grains irréguliers et angulaires, parfois rectangulaires ou subarrondis. Ces minéraux sont généralement incolores et parfois ternis par des produits d'altération. Les grains sont fréquemment bourrés d'inclusions et exhibent généralement la macle polysynthétique. Les grains non mâclés se distinguent du quartz par leur biaxie. Les fragments des préparations analysées sont habituellement altérés. Cependant le degré de la décomposition varie grandement. La surface des grains est plus corrodée dans A_c que dans les horizons sous-jacents. Tout de même on rencontre dans cet horizon quelques grains remarquablement frais. L'intensité de l'altération se traduit par la grandeur et le nombre de plages à biréfringence plus faible transmettant au minéral un aspect nuageux. En général ces plagioclases sont plus altérés que les feldspaths potassiques.

Plagioclases ($n > n_b$) : Tous les plagioclases à relief positif dans le baume de Canada sont groupés ensemble. Cette série de minéraux dont la composition peut varier de l'andésine à l'anorthite offrent les mêmes caractéristiques que les plagioclases précédents, et ne diversifient que par leur indice de réfraction supérieur à celui du baume de Canada et leur angle d'extinction. On retrouve exactement les mêmes stades de décomposition.

Quartz : Le quartz se retrouve avec des types de formes très variables. Il se distingue le plus souvent par un éclat transparent et par sa cassure conchoïdale. Quelques gains seulement sont bien roulés. Dans les préparations examinées le quartz est incolore, mais parfois légèrement brouillé. Les inclusions cristallines de zircon, de rutile et autres minéraux trop petits pour être identifiés sont très fréquentes. La disphanéité de certains grains résulte de minimes inclusions ou d'effets d'abrasion. Le quartz est le minéral le plus abondant de la fraction sableuse dans tous les horizons. Il ne présente aucun signe de corrosion due à l'altération chimique.

Altération des minéraux

Tous les minéraux ne se décomposent pas avec une égale facilité. Il est possible d'estimer qualitativement ou mesurer quantitativement la résistance des minéraux aux processus d'altération.

La méthode qualitative consiste à décrire tous les critères d'altération des minéraux, et conséquemment à estimer pour chacun le degré de vulnérabilité. Il y a deux façons d'aborder cette étude. La première est de travailler sur des profils de sol et de noter la susceptibilité à l'altération, ou la diminution partielle, et souvent la disparition complète de certaines espèces minéralogiques dans les différents horizons. La seconde méthode est de comparer les pourcentages de plusieurs minéraux différents de gisements sédimentaires anciens et récents, tout en supposant que leur fréquence dépend uniquement de leur résistance aux processus d'altération. Les résultats sont exprimés par une comparaison des minéraux selon leur stabilité. Vu que les transformations subies par les minéraux ne sont pas toujours sous la dépendance des mêmes réactions chimiques et des mêmes facteurs d'environnement, plusieurs échelles de stabilité relative des minéraux ont été établies (Brewer, 1964).

L'étude des minéraux du sable St-Jude nous révèle que l'altération chimique atteint une intensité maximum dans l'horizon A, et diminue graduellement en se déplaçant vers C. Ce qui nous a permis d'observer, pour plusieurs minéraux, divers stades de décomposition, et de les grouper en catégories de stabilité telles qu'exprimées dans le tableau VII. Cependant les minéraux de la catégorie très stables sont groupés ensemble car ils sont tous remarquablement frais et leur arrangement relatif est impossible.

TABLEAU VII

Stabilité relative des minéraux de la fraction sableuse
du profil de sable St-Jude.

Très stables	{ Anatase, quartz, muscovite, chlorite (détritique), rutile, zircon, sphène, disthène, sillimanite, zoisite, épidote (détritique), monazite, grenat.
Modérément stables	{ trémolite microcline-orthose diopside enstatite actinote magnétite-ilménite plagioclase hypersthène hornblende biotite aegyrine-augite augite
facilement altérés	

Goldich (1938) et Pettijohn (1957) considèrent que la biotite est plus durable que la hornblende, et que le diopside est moins résistant que l'hypersthène. Nous avons observé un ordre inverse de susceptibilité à l'altération. La différence la plus notable réside vraisemblablement dans le comportement de l'augite. Pettijohn inscrit ce minéral en position plus stable que la sillimanite, l'hypersthène, le diopside et l'actinote, tandis que nos observations démontrent qu'elle correspond au minéral le plus sensible à l'altération dans le sable St-Jude. Quant à l'augite, nos observations sont identiques à celles de Goldich. L'examen des feldspaths nous a permis de confirmer une fois de plus leur inégale résistance. Les plagioclases s'altèrent plus rapidement que les feldspaths potassiques. Bien que Marshall (1964) rapporte que les plagioclases calciques s'altèrent plus facilement que les variétés sodiques, il nous est impossible dans cette étude de vérifier cette différence de stabilité. La vulnérabilité apparemment égale pour tous les plagioclases du sable St-Jude dépend certainement du stade encore juvénile de l'altération de ces minéraux.

La méthode quantitative consiste à évaluer en grammes les gains ou les pertes des espèces minéralogiques dans tous les horizons d'un profil de sol (Marshall et Haseman, 1942; Cann et Whiteside, 1955). Pour le cas particulier d'un podzol, un minéral très résistant à l'altération accuse un gain dans l'horizon A_e, tandis qu'une variété sensible y subit une perte. La teneur des minéraux est calculée en grammes par 100 cm³ de sol de chaque horizon, et les gains ou pertes sont déterminés par rapport à la roche-mère. Avant d'appliquer cette méthode il faut préalablement s'assurer de l'uniformité du profil de sol. Cette uniformité lithologique n'est pas aisée à prouver vu la superposition dans les horizons du sol de phénomènes complexes géologiques et pédologiques. Toutefois les variations de sédimentation sont fréquemment décelées par les analyses granulométriques et minéralogiques. Nous pouvons assumer homogène un profil de sol si pour chaque horizon il présente : a) des distributions granulométriques identiques, b) un même degré d'homométrie et c) pour chaque lot granulométrique, une distribution constante des minéraux stables. Il faut interpréter avec réserve ces trois conditions d'homogénéité car il peut se produire au cours de l'évolution du sol des migrations sélectives d'éléments fins et un gain relatif des minéraux stables dû à la disparition de minéraux sensibles à l'altération, particulièrement dans l'horizon A_e. L'examen au microscope des minéraux du sable St-Jude révèle que l'altération est au stade juvénile, et en plus les faibles teneurs en limon, argile, et fer libre des horizons B_t et B_{tg1-2} nous justifient de croire que les migrations d'éléments fins et les pertes ou gains de minéraux abondants sont faibles.

L'analyse mécanique (tableau I) montre que la distribution granulométrique est analogue pour les horizons A_e, B_t et B_{tg1}, mais qu'elle diffère considérablement dans B_{tg2} et C. Les coefficients de dispersion calculés à l'aide de courbes cumulatives présentent un indice d'homométrie constant pour les ho-

rizons A_e, B_f et B_{fg1} (1.28, 1.30 et 1.29), tandis que ceux de B_{fg2} et C (1.55 et 1.47) sont plus élevés et indiquent un classement plus hétérogène. L'examen au microscope du quartz et de l'orthose révèle que dans le sable St-Jude ces minéraux sont stables et ne montrent aucun indice d'authigénisme. Nous avons calculé la distribution de ces deux minéraux dans chaque lot granulométrique pour vérifier si le profil de sol est minéralogiquement homogène ou hétérogène. Le tableau VIII montre les pourcentages relatifs du quartz et de l'orthose par rapport au quartz ou l'orthose total dans chacun des horizons. Ces données sont obtenues de la façon suivante telle qu'illustrée avec l'horizon A_e :

0.3 (% de sable grossier)	)	x 42.98	(% de quartz dans cette fraction)	=	13
4.2 (" " moyen)	)	x 41.74	(" " ")	=	175
70.1 (" " fin)	)	x 55.65	(" " ")	=	3901
13.2 (" " très fin)	)	x 58.70	(" " ")	=	774
					4863

Le pourcentage relatif de quartz pour le sable grossier est $\frac{13 \times 100}{4863} = 0.27$.

Les pourcentages relatifs de quartz pour les autres fractions de l'horizon A_e sont 3.59, 80.22 et 15.92.

TABLEAU VIII

Pourcentages relatifs de quartz et d'orthose par rapport au quartz ou l'orthose total dans chacun des fractionnements des horizons.

Horizons	Sable très fin (0.05-0.10 mm)		Sable fin (0.10-0.25 mm)		Sable moyen (0.25-0.5 mm)		Sable grossier (0.5-2.0 mm)	
	Quartz	Orthose	Quartz	Orthose	Quartz	Orthose	Quartz	Orthose
A _e	15.92	6.88	80.22	85.01	3.59	7.58	0.27	0.53
B _f	17.48	8.47	77.86	80.75	4.07	9.43	0.59	1.34
B _{fg1}	18.40	7.75	76.52	83.42	4.69	8.19	0.39	0.64
B _{fg2}	12.86	4.39	57.59	52.43	22.93	31.89	6.62	11.28
C	14.92	4.80	62.79	58.07	19.03	30.24	3.20	6.89

La distribution du quartz et de l'orthose est homogène pour les horizons A_e, B_f et B_{fg1}, et diffère considérablement de celle pour les horizons B_{fg2} et C

(tableau VIII). La variation subite de la distribution de ces minéraux entre B_{fg1} et B_{fg2} dénote à ce niveau une discontinuité minéralogique.

Le profil de sable St-Jude présente donc pour les horizons A_e , B_t et B_{fg1} une distribution granulométrique constante, un même degré d'homométrie, et une répartition analogue du quartz et de l'orthose. Cependant ces trois propriétés varient brusquement entre B_{fg1} , et B_{fg2} . Toutes ces analyses démontrent l'uniformité lithologique jusqu'à B_{fg1} , et qu'au-dessous de ce niveau le sédiment est différent. Donc, pour le calcul des gains ou des pertes de minéraux dûs à l'altération dans l'horizon A_e , il faut choisir B_{fg1} comme horizon de comparaison (tableau IX). Les pertes des minéraux orthose, plagioclases et hornblende dans l'horizon A_e du sable St-Jude indiquent que ce sol est à un stade juvénile d'altération car dans les podzols plus anciens les plagioclases et les ferromagnésiens de A_e sont en très faible quantité ou complètement disparus (Parfenova et Yari-lova, 1965).

TABLEAU IX

Gains ou pertes de quartz, d'orthose, de plagioclases et de hornblende des A_e par rapport à B_{fg1} .

Horizons	Quartz		Orthose		Plagioclases		Hornblende	
	g/100cm ³ (1)	% gain	g/100cm ³	% perte	g/100cm ³	% perte	g/100cm ³	% perte
A_e	68.08	7.8	42.11	7.4	4.02	39.2	2.07	60.1
B_t	62.23		35.06		6.14		6.15	
B_{fg1}	63.12		45.48		6.61		5.19	

(1) Le calcul du minéral en grammes par 100 cm³ est obtenu en multipliant le % total du minéral dans le sable par la densité apparente de l'horizon.

Conclusions

Le profil de sol à l'étude appartient à la série St-Jude, au groupe des podzols gléifiés. La morphologie de ce profil nous permet de le diviser en six horizons : L - H, A_e , B_t , B_{fg1} , B_{fg2} et C. À l'exception de L - H, les horizons contiennent de 87 à 96% de sable. Le sable fin (0.25-0.10 mm) prédomine dans les horizons A_e , B_t , B_{fg1} , et les sables moyen (0.5-0.25 mm) et grossier (1.0-0.5 mm) deviennent plus abondants dans B_{fg2} et C. la densité réelle est plus faible dans l'horizon A_e , ce qui correspond à une quantité minimum de

minéraux lourds ($d > 2.94$). La densité apparente est minimum dans l'horizon B_r et coïncide avec un enrichissement en matière organique. Les coefficients de dispersion dénotent un bon triage dans les horizons A_e (1.28), B_r (1.30) et B_{fg1} (1.29), et un classement moyen pour B_{fg2} (1.55) et C (1.47). La capacité d'échange varie parallèlement avec la teneur en matière organique de chaque horizon.

La quantité de minéraux lourds varie avec chaque lot granulométrique. Le sable très fin (0.10-0.05 mm) en contient plus que le sable fin, et ce dernier plus que le sable moyen. Un total de 600 grains de minéraux ont été identifiés pour chaque frottis. Dans les fractions sable fin et sable très fin on rencontre 28 espèces minéralogiques différentes. Les minéraux les plus fréquents sont par ordre décroissant d'abondance : le quartz, l'orthose, la hornblende verte, les plagioclases et le grenat. Les sables moyen et grossier contiennent moins de quartz que les sables très fin et fin. Cependant le sable fin possède deux fois plus d'orthose que le sable très fin.

L'augite est le minéral le plus sensible à l'altération, puis suivent par ordre de résistance croissante l'aegyrine – augite, la hornblende, l'hypersthène, les plagioclases, la magnétite – ilménite, l'actinote, l'enstatite, le diopside, le microcline-orthose et la trémolite. L'altération de ces minéraux est plus accentuée dans l'horizon A_e et diminue graduellement vers l'horizon C.

L'analyse quantitative du quartz et de l'orthose permet de déceler une discontinuité lithologique entre les horizons B_{fg1} et B_{fg2} . Les gains et les pertes des minéraux abondants par 100 cm³ dans A_e par rapport à leur teneur dans B_{fg1} sont : gain de 7.8% de quartz, et des pertes de 7.4% pour l'orthose, et 39.2% pour les plagioclases, et 60.1% pour la hornblende. Bien que la morphologie du profil de sable St-Jude soit bien développée, l'altération des minéraux est encore à un stade juvénile.

Remerciements

Je remercie M. Auguste Mailloux, de la Division des Sols, Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, et M. Roger Baril, professeur de pédologie à la Faculté d'Agriculture de l'Université Laval, pour les nombreux conseils et suggestions concernant cette étude. Je tiens également à remercier le Conseil Provincial des Recherches Agricoles pour l'assistance financière, sans laquelle ce travail aurait été impossible à réaliser.

Références

- BARIL, R. et A. MAILLOUX, 1942. Carte des sols, comté de St-Hyacinthe et Bagot. Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec.
- BARIL, R. et A. MAILLOUX, 1950. Étude pédologique des sols du comté de Chateauguay. Bull. Tech. 2, 125 pp. Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec.

- BLANCHARD, R., 1947. Le centre du Canada-Français, Province de Québec. Librairie Beauchemin Limitée, p. 38-45.
- BREWER, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley and Sons, New York, p. 88-96.
- BRYDON, J.E. and F.J. SOWDEN, 1959. A study of the clay-humus complexes of a chernozemic and podzol soil. *Can. J. Soil Sci.*, **39**: 136-143.
- CANN, D.B. and E.P. WHITESIDE, 1955. A study of the genesis of podzol grey-brown podzolic intergrade soil profile in Michigan. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **19**: 497-501.
- CHOINIÈRE, L., E. PAGEAU, et A. MAILLOUX, 1942. Cartes des sols, comté de Rouville. Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec.
- DELL, C.I., 1959. Methods of study of sand and silt from soils. *Can. Mineralogist*, **6**: 363-371.
- DRYDEN, A.L., 1931. Accuracy in percentage representation of heavy mineral frequencies. *Proc. nat. Acad. Sci.*, **17**: 233-238.
- DUPLAIX, S., 1958. Détermination microscopique des minéraux des sables. Librairie Polytechnique Ch. Bêlanger, Paris, pp. 96.
- GOLDICH, S.S., 1938. A study in rock weathering. *J. Geol.*, **46**: 17-58.
- HASEMAN, J.F. and C.E. MARSHALL, 1945. The use of heavy minerals in the studies of the origin and development of soils. *Bull. Mo. agric. Exp. Stn.*, **837**, pp. 80.
- KRUMBEIN, W.C. and F.J. PETITJOHN, 1938. Manual of sedimentary petrography, 1st Edition. D. Appleton-Century Company, New York, pp. 309-319.
- LAPLANTE, L., A. ALARIE, et A. MAILLOUX, 1942. Cartes des sols, comté de Richelieu, Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec.
- MACLEAN, A.J. and J.E. BRYDON, 1963. Release and fixation of potassium in different size fractions of some Canadian soils as related to their mineralogy. *Can. J. Soil Sci.*, **43**: 123-134.
- MARSHALL, C.E., 1964. The physical chemistry and mineralogy of soils. Vol. I, Soil Materials, John Wiley and Sons, New York, pp. 388.
- MARSHALL, C.E. and J.F. HASEMAN, 1942. The quantitative evaluation of soil formation and development by heavy mineral studies. A Grundy silt loam profile. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **7**: 448-453.
- MCGERRIGLE, H.W., 1937. Les réserves en sable et gravier des comtés de Verchères, St-Hyacinthe et Bagot, et des comtés contigus avec particularisation du sable de moulage. *Rapp. ann. Serv. Mines Québec*, 1936, Partie E, 55 pp.
- MILNER, H.B., 1962. Sedimentary petrography, 4th edition, Vol. 11, George Allen and Unwin Ltd., pp. 715.
- MIRYNECK, E., 1958. A mineralogical study of some drift soil profiles of Southern Ontario. M.A. thesis, Toronto Univ., pp. 65.
- PARFENOVA, E.I. and E.A. YARILOVA, 1965. Mineralogical investigations in soil science. Translated from Russian, Israel Program for Scientific translations, Jerusalem, pp. 178.
- PETITJOHN, F.J., 1957. Sedimentary rocks, 2nd Edition. Harper and Brothers, New York, pp. 718.
- REEDER, S.W. and A.L. McALLISTER, 1957. A staining method for the quantitative determination of feldspars in rocks and sands from soils. *Can. J. Soil Sci.*, **37**: 57-60
- RICHARD, A.J. and R.F. CHANDLER, 1944. Some physical and chemical properties of mature podzol profiles. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, **8**: 379-383.
- TWENHOFEL, W.H. and S.A. TYLER, 1941. Methods of study of sediments. 1st Edition, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, p. 67-97.

LES COULÉES D'ARGILE DANS LA PROVINCE DE QUÉBEC ¹

JEAN-Y. CHAGNON

*Service des Gîtes Minéraux, Ministère des Richesses Naturelles,
1620, Boulevard de l'Entente, Québec 6, Québec*

Résumé

Un inventaire a prouvé que les glissements de terrain du type « coulée d'argile » sont communs dans la province de Québec. Les résultats de ce relevé ainsi que la nature des coulées et de l'argile elle-même sont étudiés dans le présent exposé. L'importance des facteurs structure, salinité et minéralogie de l'argile marine et leur influence sur ses qualités physiques et mécaniques sont mis en relief. Les causes des coulées sont nombreuses et, conséquemment, les mesures préventives sont multiples.

Abstract

Landslides of the mud-flow type are common in the province of Québec. The results of an inventory of the flows are presented and discussed briefly. The nature of the flows and of the clay is studied and it is shown that the mineralogy, chemistry and structure of the marine clays are important factors and that they have a direct bearing upon the physical and mechanical properties. A short review of the causes of mudflows shows their large number. As a consequence, the means of preventing them are also numerous.

Introduction

Il est difficile de tout dire sur le sujet en question dans un court article. C'est pourquoi nous nous limiterons à un bref aperçu du phénomène étudié. Les idées émises sont basées sur les résultats des travaux de nombreux chercheurs et des travaux accomplis au ministère des Richesses naturelles. Mentionnons ici que l'abbé Laverdière s'est vivement intéressé à l'étude des coulées d'argile et y a apporté d'utiles contributions.

Autrefois, ce phénomène était du domaine exclusif de la géologie où il était considéré comme une manifestation de l'érosion active. Les géologues ont

1. Publié avec l'autorisation du Ministère des Richesses Naturelles.

étudié les coulées, les ont décrites, et ont tenté d'en trouver les causes à partir d'observations sur les lieux. Toutefois, la construction de structures massives, de gros édifices, de ponts, de barrages, etc., parallèlement avec le développement de la mécanique des sols, a versé le problème des coulées dans le domaine du génie civil. Aujourd'hui les contributions les plus utiles, ainsi que les plus spécialisées, sont fournies par les adeptes de la mécanique des sols pour qui il est devenu impératif de connaître les propriétés du sol et les mécanismes des glissements de terrain. Les méthodes d'étude des ingénieurs diffèrent beaucoup de celles des géologues et sont surtout quantitatives, car elles ont pour but de déterminer les réactions du sol aux contraintes imposées et, dans le cas qui nous intéresse, de déterminer la stabilité des terrains argileux. La création de nouvelles techniques et les résultats de leur emploi ont conduit à l'élaboration de théories nouvelles. L'étude des coulées d'argile bénéficie donc beaucoup de l'apport de la mécanique des sols. Cependant, nous croyons que cet apport n'est pas suffisant à lui seul pour obtenir une compréhension totale du sujet. Les contributions de la géologie (stratigraphie, minéralogie, sédimentation, etc.) sont essentielles. D'ailleurs, comme nous le verrons dans cet article, ces contributions ne sont pas négligées, et l'étude des coulées et de l'argile mobilise les efforts des chercheurs dans plusieurs disciplines scientifiques.

Le but ultime des études et travaux d'aspect théorique devrait normalement être la prédiction et la prévention des coulées. Ce but est encore loin d'être atteint.

Géologie et géographie des coulées

Dans la province de Québec, les coulées d'argile sont pratiquement restreintes aux endroits recouverts par l'argile « marine » de la mer de Champlain et de la mer de Laflamme, c'est-à-dire aux Basses-Terres du Saint-Laurent, ainsi qu'à la région du lac St-Jean. Cependant, on en observe quelques-unes sur les côtes de la baie d'Hudson dans les dépôts d'argile de la mer de Tyrrell. Les argiles des lacs Barlow-Ojibway, en Abitibi, et Deschailons, près de Québec, possèdent des propriétés défavorables au développement des coulées, probablement à cause de leur déposition en milieu glacio-lacustre.

L'étendue générale des mers de Champlain et de Laflamme est maintenant assez bien connue, même si les limites ne sont pas encore établies avec précision (figure 1). Des dépôts marins affleurent généralement à une altitude inférieure à 600 pieds au-dessus du niveau actuel de la mer. Ce niveau est la résultante des mouvements de l'écorce attribuables à la compensation isostatique (700 pieds) et des mouvements eustatiques du niveau de la mer (100 pieds). Les dépôts marins recouvrent ainsi presque toutes les Basses-Terres et se pro-

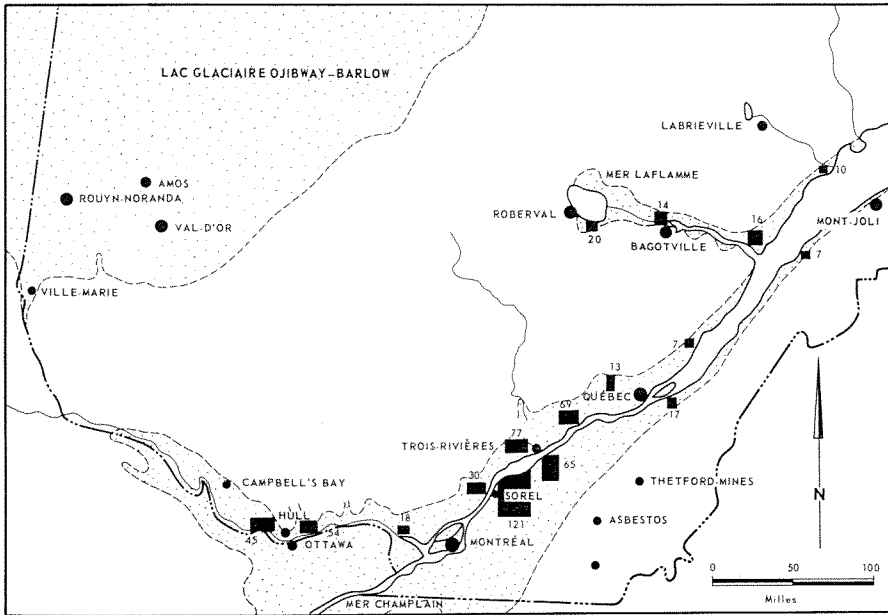


FIGURE 1. Argile glaciaire et zones de coulées.

longent dans plusieurs vallées. Il forment le sous-sol des régions où la concentration de la population est la plus grande au Québec.

La répartition des glissements du type coulée d'argile est donc reliée intimement à l'histoire géologique récente. Les connaissances actuelles de cette histoire indiquent des épisodes multiples de glaciation, mais les détails sont incomplets. La dernière glaciation est celle qui nous intéresse le plus. Les données actuelles sont peu nombreuses mais permettent toutefois de brosser un tableau schématique partiel.

L'origine de la mer de Champlain remonte à 11,500 ans ou un peu plus et son retrait date de 9,500 ans (Lasalle, 1966). La mer de Laflamme est plus récente que la mer de Champlain (9,500 à 8,500 ans, Lasalle, 1968).

Il faut noter que la mer de Champlain n'a pas toujours constitué un milieu marin véritable, mais plutôt un milieu saumâtre à cause de l'abondant apport d'eau douce du continent. Ceci s'applique surtout aux dernières étapes de son développement alors que la mer est devenue un lac (Lac Lampsilis). Une variation concomitante est le réchauffement de l'eau.

Les stades de l'évolution des mers de Champlain et de Laflamme sont donc complexes et imparfaitement connus; l'hétérogénéité et les irrégularités des dépôts, surtout des argiles, témoignent de cette complexité.

Inventaire

Un inventaire sommaire nous a permis de relever la présence de 686 coulées d'argile dans la province de Québec. Ce nombre imposant a été obtenu après avoir consulté plusieurs articles, des rapports géologiques et des documents historiques, et à la suite de l'étude des photographies aériennes couvrant l'étendue des Basses-Terres du Saint-Laurent, des régions de l'Abitibi et du lac St-Jean et des marges côtières du Nouveau-Québec. Les recherches bibliographiques ont permis de dénombrer 45 glissements. La plupart des coulées ont été décelées par l'étude photogrammétrique. La photographie aérienne s'est donc avérée très efficace comme instrument de travail dans un tel inventaire.

Le nombre obtenu (686) représente évidemment un minimum, car de nombreuses coulées sont oblitérées par l'érosion ou les travaux de culture. De plus, certaines déterminations sont difficiles à préciser à la suite de situations ambiguës et de risques de confusion avec les résultats d'autres manifestations de l'érosion (i.e. méandres délaissés d'une rivière profondément encaissée). Nous avons éliminé tous les cas douteux et n'avons considéré que les coulées dont l'identification est positive. Nous avons aussi vérifié sur les lieux mêmes la nature de plusieurs glissements, ce qui nous a donné la possibilité de déterminer approximativement l'âge de certaines coulées voisines des coulées observées.

Le tableau I présente la fréquence des coulées selon la surface de terrain déplacé. On constate que les coulées de grandes dimensions (100,000 verges carrées) sont nombreuses.

TABLEAU I
Coulées d'argile (Québec)

<i>Nombre</i>	<i>Surface déplacée (verges carrées)</i>		
226	20,000 et moins		
140	20,000	—	50,000
145	50,000	—	100,000
50	100,000	—	150,000
34	150,000	—	200,000
27	200,000	—	300,000
18	300,000	—	400,000
20	400,000	—	500,000
8	500,000	—	1,000,000
15	1,000,000	—	2,000,000
2	2,000,000	—	5,000,000
1	27,000,000		

La figure 1 illustre sommairement les zones de répartition des coulées. Les chiffres annexés indiquent le nombre de glissements décelés dans chaque région. Le maximum de 121 est dans la région de Yamaska, Nicolet et Pierre-

ville. D'ailleurs, les régions de Trois-Rivières, Sorel, St-Aimé et St-Louis, St-Léonard, Buckingham et Quyon sont celles où la concentration est la plus forte. Nous avons observé que les coulées ont tendance à se grouper et qu'à quelques endroits elles sont très nombreuses. Ainsi 85% des coulées se produisent dans seulement 6 régions distinctes (figure 6).

Nature des coulées — Géométrie

Les coulées d'argile sont des phénomènes naturels, parfois spectaculaires et dommageables, qui se manifestent subitement et généralement sans aucun signe prémonitoire. Une masse d'argile apparemment stable se fracture et se liquéfie soudainement et est entraînée rapidement vers une région plus basse. Dans la plupart des cas, l'argile est recouverte d'une couche de sable, et cette dernière, ainsi que la surface rigide et desséchée de l'argile, se fracture et des blocs sont déplacés sur de grandes distances dans l'argile liquéfiée à la base (figure 2). Ces blocs forment parfois des crêtes allongées se succédant avec régularité et présentant l'aspect de rides. Ailleurs l'argile se liquéfie totalement et l'intérieur de la coulée possède un relief peu accentué (figure 3).

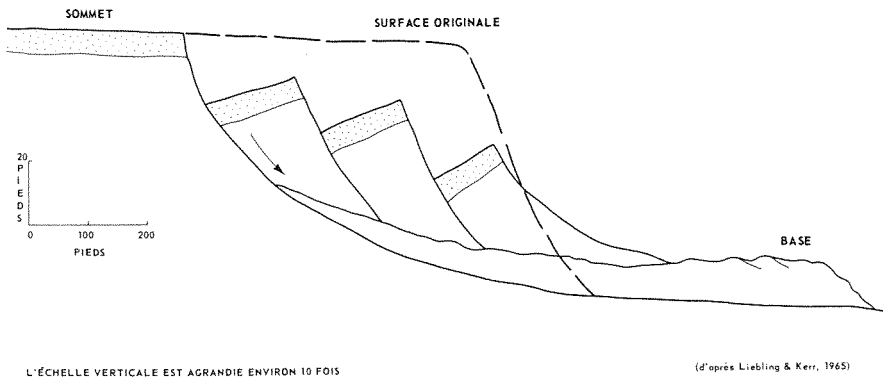


FIGURE 2. Coulée d'argile (fluide) — Type 1. Les blocs d'argile glissent dans une masse visqueuse de boue.

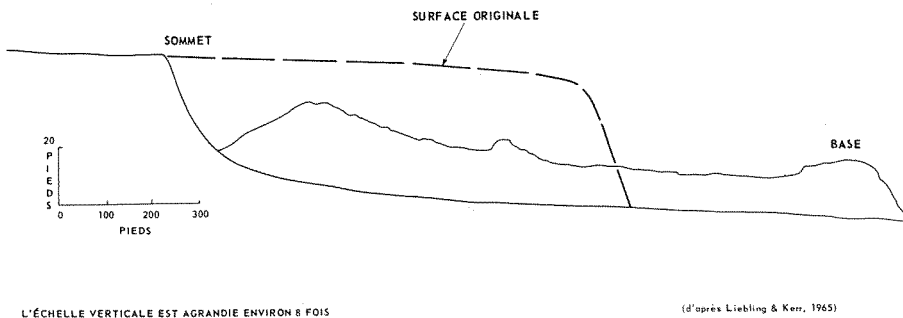


FIGURE 3. Coulée d'argile (fluide) — Type 2. Liquéfaction complète du matériel.

Une coulée typique adopte une forme arrondie avec rétrécissement à la base, soit la forme d'une poire. Le rétrécissement, ou goulot, est l'ouverture par laquelle s'écoule le matériel déplacé. Il se forme initialement dans un matériel dur, rigide, et est essentiel au développement de la coulée. L'aspect normal à l'intérieur d'une coulée est donc celui d'un terrain accidenté, à relief prononcé et sans drainage, dans le cas où des blocs superficiels sont entraînés, et à relief moindre dans le cas de liquéfaction totale. La forme en plan est celle d'un hémicycle à limite inférieure ovale (figure 4). Le matériel remanié peut se déplacer sur de grandes distances.

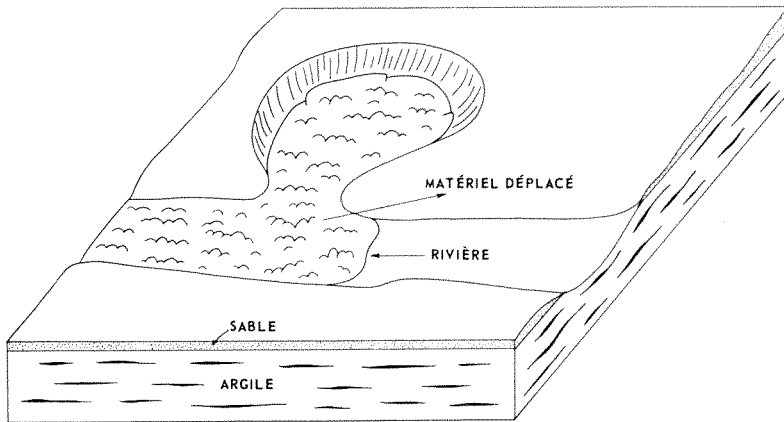


FIGURE 4. Forme caractéristique d'une coulée.

Les parois en bordure de la coulée sont abruptes et élevées (30 à 70 pieds). Les coulées ont lieu sur des terrains dont la pente varie de 1 à 20 degrés; nous avons remarqué qu'en général la pente est faible. Elles prennent place à proximité des cours d'eau, là où l'épaisseur d'argile est d'au moins 30 pieds. La dénivellation entre une coulée ancienne et le cours d'eau le plus rapproché est une indication approximative du laps de temps écoulé depuis sa formation.

Les dimensions des glissements sont variables; la plupart sont petits, mais quelques-uns sont énormes (tableau I). Le plus gros glissement observé est à St-Jean-Vianney, en bordure du Saguenay. Il couvre une surface de 27 millions de verges carrées (8 milles carrés). Pour une profondeur moyenne de 30 pieds, le volume déplacé serait d'environ 270,000,000 de verges cubes (figure 5). Des déterminations au ^{14}C sur du matériel organique enfoui lors de la coulée donnent des dates variant de 1390 A.D. à 1530 A.D. (Lasalle et Chagnon, 1968).

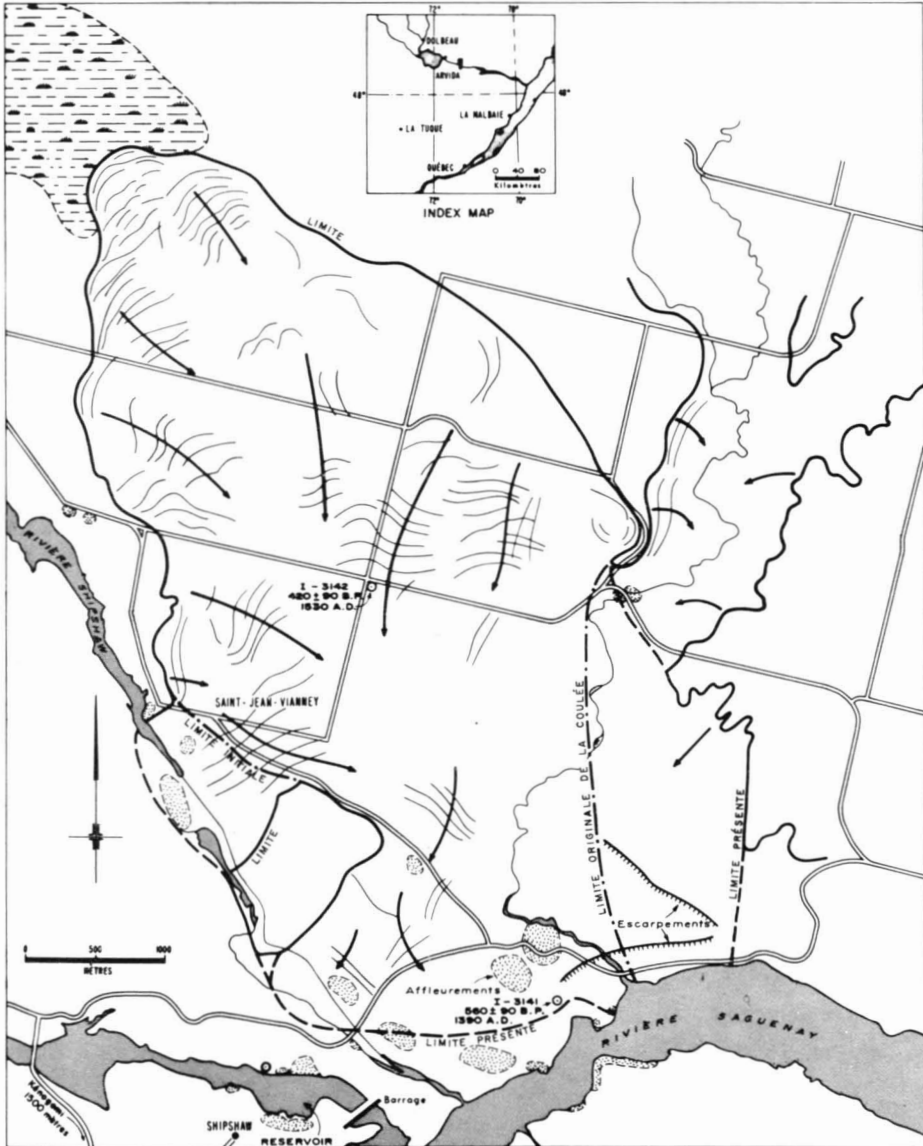


FIGURE 5. Glissement important à Saint-Jean-Vianney.

Nature et propriétés des argiles

MINÉRALOGIE DES ARGILES GLACIAIRES

Les argiles marines déposées dans les mers de Champlain et de Laflamme ont des compositions minéralogiques variées ainsi que des propriétés mécaniques diverses parce que déposées dans un milieu en évolution. L'origine du matériel qui constitue l'argile est multiple. En majeure partie, il provient de l'abrasion glaciaire des roches précambriennes du bouclier et aussi des roches sédimentaires plus récentes situées en bordure et sous les Basses-Terres.

L'argile est donc une farine de roche où l'on retrouve du quartz, des feldspaths, des pyroxènes, de l'amphibole, du grenat, etc., et un mélange de minéraux argileux. Ces derniers sont peu abondants. La chlorite, vermiculite, la montmorillonite et l'illite, avec interstratifications, sont les principaux et constituent de 30 à 60 pour cent de l'argile. Il est nécessaire de mentionner ici que le terme « argile » est utilisé ici dans son sens large et n'exclut pas les fractions non-argileuses. En effet la fraction argileuse, dont le diamètre des particules est inférieur à deux microns, est constituée surtout de minéraux argileux. Cette fraction varie elle-même selon le lieu d'origine des particules et l'histoire géologique. Elle est élevée dans les régions où affleurent les schistes argileux du paléozoïque qui, lors de l'érosion glaciaire, ont fourni des minéraux argileux. L'apport de la néoformation est indéterminé mais est apparemment peu important.

La recherche bibliographique met en relief le désaccord généralisé quant aux proportions des minéraux dans l'argile. Plusieurs auteurs croient à la dominance des minéraux argileux, alors que d'autres indiquent le contraire. La situation est confuse à cause des variations entre les échantillons de sources diverses et de la difficulté d'obtenir des analyses minéralogiques quantitatives valides. Il est cependant établi que les parties silteuses contiennent surtout du quartz et du feldspath, minéraux qui se retrouvent aussi dans les fractions à diamètre inférieur à 2 microns, mais en quantité moindre.

La granulométrie varie localement, mais en général la fraction argileuse, inférieure à 2 microns, constitue de 20 à 60% de l'argile. Liebling et Kerr (1965) ont calculé une moyenne de 59.3% pour les argiles très sensibles (« quick-clays ») et 17.4% pour les argiles non sensibles.

CHIMIE DES ARGILES

La composition chimique de quelques argiles est présentée au tableau II. On y trouve des analyses d'argile marine provenant de St-Jean (1), Varennes (2), Mistassini (3), et de la Tuque (4). L'analyse (5), semblable aux quatre autres, est tirée de Goldschmidt (1954) et représente la moyenne de

77 analyses d'argile marine de la Norvège. Goldschmidt suggère que cette analyse représente un échantillon type d'une majeure partie du globe constituée de roches cristallines.

Cette suggestion nous aide à situer dans son contexte réel la minéralogie complexe et à mieux percevoir son origine. L'argile est d'origine glaciaire et sa composition reflète en partie la portion minéralogique la plus stable des formations érodées.

Les argiles du tableau I sont riches en SiO_2 , Fe_2O_3 , FeO et MgO et déficitaires en Al_2O_3 ce qui contraste fort avec les kaolinites ou autres argiles pures.

La salinité de l'eau interstitielle de l'argile varie de quelques grammes à 25 grammes par litre. On estime que la salinité normale lors de la sédimentation est de 35 grammes par litre dans un milieu marin, ce qui n'est pas partout le cas ici. Ainsi une forte réduction de la salinité se manifeste à certains endroits. Cette réduction consécutive à la lixiviation est accompagnée d'une réduction de la résistance au cisaillement et de l'indice de plasticité et d'un accroissement de la sensibilité de l'argile. Liebling et Kerr (1965) trouvent un seuil de 15 grammes par litre pour différencier les argiles non-sensibles des argiles sensibles.

TABLEAU II

Analyses chimiques d'argile marine

	1	2	3	4	5
SiO_2	58.16	56.12	62.23	57.85	59.12
Al_2O_3	17.01	16.50	15.95	16.88	15.82
Fe_2O_3	6.75	6.81	3.97	2.79	6.99
FeO	2.09	1.29	2.42	4.33	
MgO	3.33	2.93	2.68	3.38	3.30
CaO	1.62	2.10	3.22	3.73	3.07
Na_2O	2.52	2.49	3.24	3.00	2.05
K_2O	3.13	2.75	3.03	3.76	3.93
H_2O^+	4.03	—	2.75	2.80	3.02
H_2O^-	1.64	—	0.68		
TiO_2	0.68	—	0.69	0.93	0.79
P_2O_5	—	—	—	0.38	0.22
MnO	—	—	—	0.08	—
ZrO_2	—	—	—	0.04	—
CO_2	0.95	0.29	0.12	nil	—
Total	101.91	91.28	100.98	99.95	98.31

Analyses (1), (2) et (3) — de Brady et Dean (1966)

Analyse (4) — Ministère des Richesses Naturelles

Analyse (5) — Goldschmidt (1954)

STRUCTURE DE L'ARGILE

Liebling et Kerr (1965) démontrent que l'argile marine possède une structure interne complexe où les particules plates et allongées se touchent et se supportent irrégulièrement comme la structure d'un « château de carte ». O'Brien et Harrison (1967) ont observé à l'aide d'un microscope électronique cette structure désordonnée ou floconnée des particules de l'argile et l'attribuent à sa déposition en milieu salin ou dans un électrolyte.

Toutefois, nous pouvons penser que cette structure n'est pas omniprésente, car le milieu de déposition n'était pas toujours ou partout salin. A certains endroits, comme à l'embouchure des rivières importantes, l'eau douce était abondante. De plus, le concept de la microstructure désordonnée en « château de carte » est valide pour les argiles constituées surtout de minéraux argileux plats et allongés. Or nous avons vu que l'argile locale contient parfois peu de minéraux argileux et beaucoup de particules de quartz et de feldspath. Une quantité limite de minéraux argileux doit être présente pour créer une texture qui donnera à l'ensemble ses caractéristiques spéciales. Cette limite n'est pas établie, mais elle peut être basse.

Crawford (1968) mentionne la structure désordonnée et ajoute que deux sortes de liens retiennent les particules: des liens rigides et des liens plastiques. Les liens rigides sont attribués à la recristallisation ou à la cimentation.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

L'argile marine est consolidée normalement ou quelque peu surconsolidée, notamment sur la Côte Nord du Saint-Laurent. Sa teneur naturelle en eau est habituellement élevée. En général, elle augmente avec la grosseur des particules, et est fréquemment plus élevée que la limite de liquidité (tableau III), ce qui se reflète sur son comportement. En effet, la majorité des coulées se manifestent pendant ou après des périodes de pluies prolongées ou de fortes précipitations.

La résistance au cisaillement varie beaucoup, mais est en moyenne de 0.5 tonne/pi² (0.489 t/m²) (figure 7). Elle varie non seulement en fonction de la teneur en eau, mais aussi en fonction de la réduction de la salinité. La granulométrie influence aussi la résistance.

Lors d'une coulée, l'argile solide se transforme très rapidement en une masse liquide. La résistance au cisaillement devient presque nulle et l'argile s'écoule comme un liquide. Cette transformation peut être causée par de faibles vibrations ou dérangements, ce qui explique le caractère catastrophique des coulées. La transformation s'explique par l'effondrement de la microstructure et la réorientation des particules selon des plans parallèles, en un milieu à forte teneur en eau. Les liaisons intergranulaires sont détruites complètement.



FIGURE 6. Coulée d'argile. Rivière Yamaska.

(Photo-carthothèque provinciale, Québec).

TABLEAU III

Propriétés mécaniques d'argiles de la province de Québec

Endroit	Source	We	Ll	Pl	IP	% Argile	Activité	Sensibilité	Poids spécifique	Résistance au cisaillement	Poids unitaire
		%	%	%						Tonne/pi.cu.	Livres/pi.cu.
St-Joachim (Gaspésie)	Min. Rich. Nat.	30	24	18	6	40	0.15	72	2.81	1.03	130
St-Jérôme (Lac St-Jean)	" " "		39	17	22				2.75	¼-1.0	115
Nicolet	Rochette (1956)	40	56	21	35	70	0.5			¼	
Rivière Toulustouc	Conlon (1966)	29	21	16.8	4.2	24	0.17		2.78	4	
St-Thuribe	Crawford (1961)	44	33	21	12	36	0.3			0.8	
Ste-Monique de Nicolet	Min. Rich. Nat.	66	63	47	16	88	0.182	10.6	2.68	0.36	
" " "	" " "	41.5	40	22	18	58	0.31	20	2.62	0.67	
Yamachiche	" " "	70	72	51	21	93	0.22	7.67	2.66	0.33	
Desbiens 10' (L. St-Jean)	" " "	48	57	22	35	40	0.87	12.4		0.92	
" 80' "	" " "	21	19	13	6	28	0.22	23		0.54	
" 100' "	" " "	20	20	14	6	68	0.09	7		1.03	
" 10' "	" " "	45	52	21	31	43	0.72	9.7		0.99	
" 55' "	" " "	25	18	14	4	63	0.063	44		0.36	
" 80' "	" " "	29	20	15	5	16	0.31	70		0.58	

We: Teneur en eau

Ll: Limite de liquidité

Pl: Limite de plasticité

IP: Indice de plasticité

SENSIBILITÉ

La sensibilité est le rapport de la résistance au cisaillement de l'argile non remaniée à la résistance de l'argile remaniée, à la teneur en eau naturelle. Ce rapport est significatif et une forte sensibilité indique généralement un matériel propice aux coulées. Bjerrum (1954) considère qu'un rapport de 32 caractérise une argile très sensible.

L'origine de la sensibilité est attribuée à la structure désordonnée de l'argile, structure qui serait métastable à la suite de la réduction de la salinité (Liebling et Kerr, 1965).

Söderblom (1966) démontre cependant que la sensibilité peut s'expliquer par l'action de substances à fort pouvoir dispersif et que la microtexture n'a pas l'importance qu'on lui attribue. Rosenqvist (1966) modifie quelque peu l'idée d'un accroissement de la sensibilité consécutivement à la réduction de la salinité. Il ajoute que la sensibilité peut provenir de l'augmentation de la répulsion dans la double couche à la suite du lavage de l'électrolyte ou de l'addition de substances à haut pouvoir dispersif. L'importance de l'humus est mentionnée.

Penner (1965) démontre que la sensibilité est influencée non seulement par la teneur en électrolytes de l'eau interstitielle mais aussi par le potentiel électrocinétique, ce qui rejoint les idées de Rosenqvist.

Il est évident que l'étude de la sensibilité est une des clés de la solution du problème du comportement des argiles. Les idées actuelles sont très développées mais semblent incomplètes.

Causes des coulées

Nous ne pouvons présenter une cause unique et générale à tous les glissements. Chaque cas présente des particularités distinctes et doit se traiter séparément. Il n'est donc pas possible d'attribuer une cause unique et générale à tous les glissements de terrain.

La cause intrinsèque est évidemment l'ensemble des propriétés mécaniques et physiques de l'argile qui la rend susceptible à la liquéfaction quasi spontanée. Ces mêmes propriétés découlent de la composition minéralogique, de la microstructure et du milieu de déposition des constituants de l'argile. La sensibilité est certainement un facteur appréciable.

Gadd (1957) mentionne que les coulées se produisent fréquemment dans les argiles des terrasses élevées, plus anciennes. Les coulées sont en effet rares

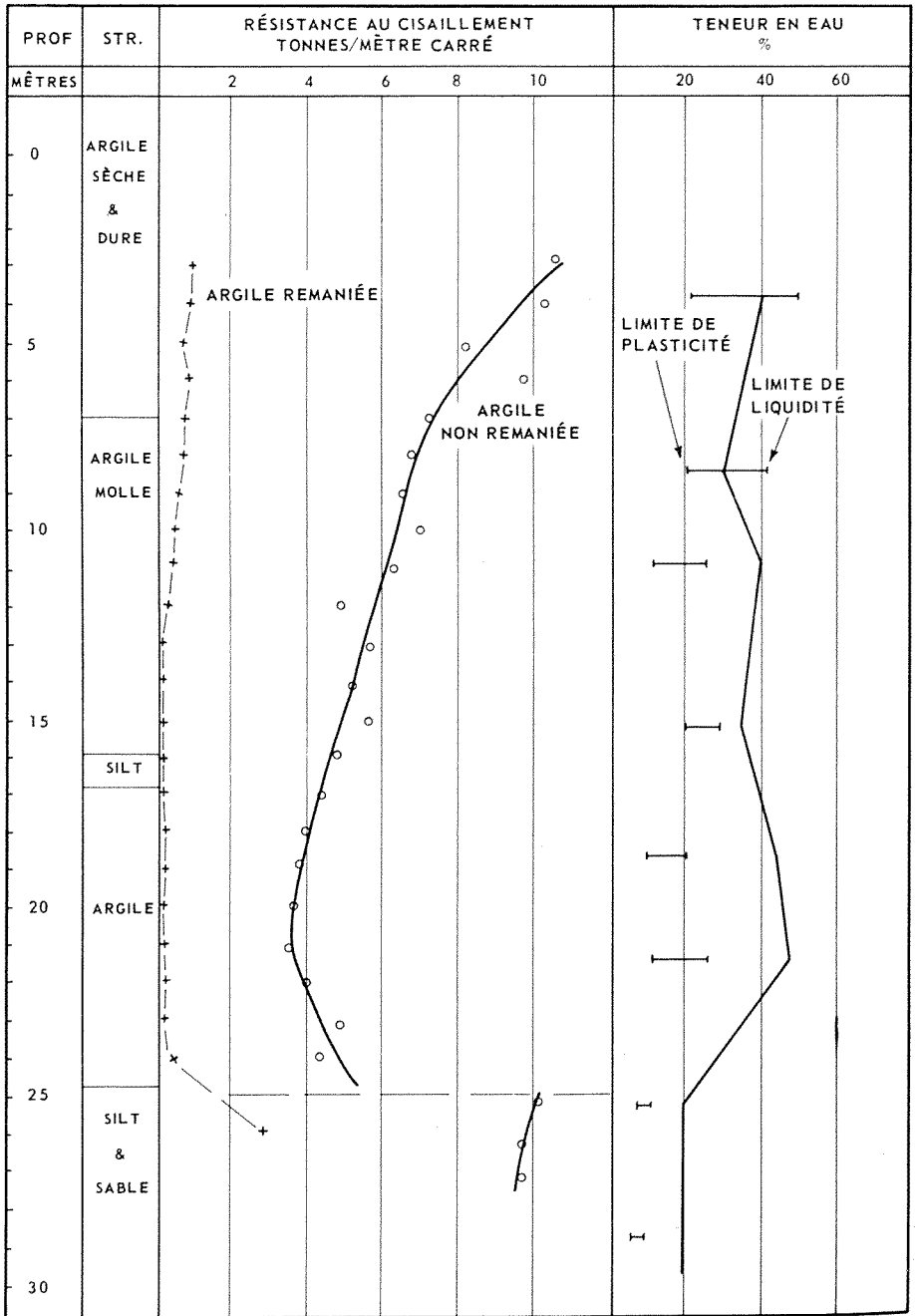


FIGURE 7. Profil géotechnique — région de Desbiens.

le long du Saint-Laurent. Ce fait peut se rattacher à la salinité réduite des argiles dans les régions plus élevées.

Une coulée ne peut se produire si une brèche n'est pas pratiquée dans la paroi rigide par où s'écoule le matériel. En ce sens, la rupture de la paroi est la cause première et peut dépendre de plusieurs facteurs: érosion à la base, trop grande hauteur, déclivité trop accentuée, variations positives de la pression de l'eau interstitielle, surcharge artificielle, abaissement de la nappe d'eau, infiltration d'eau, chocs, séismes, et enfin travaux de construction.

PRÉDICTION – PRÉVENTION

Les études géotechniques et géologiques ne sont pas assez avancées pour permettre la prédiction des glissements. Il est cependant possible de délimiter les zones où le danger est élevé.

Une méthode simple de reconnaître ces zones est de constater s'il y a déjà eu des coulées. Si oui, la zone est peut être stabilisée mais la probabilité de récidence est élevée. Si non, la stabilité est à démontrer mais n'est pas assurée. Une coulée s'est produite récemment à St-Joachim-des-Tourelles (11 décembre 1963) dans une zone où il n'y en avait jamais eu antérieurement. Ceci démontre que ce critère est quelquefois négatif.

Une autre méthode, utilisée par le ministère des Richesses naturelles dans la région de Desbiens, consiste à établir des cartes de la résistance au cisaillement du sol à diverses profondeurs. La faible résistance d'une zone, accompagnée de haute sensibilité, indique la possibilité de coulées. Deux coulées ont affecté la région de Desbiens récemment (1946-1964) là où la berge est assez élevée et sujette à l'érosion par les eaux du lac St-Jean. Une analyse préliminaire des travaux accomplis souligne la présence d'une zone de faiblesse dans la région où les coulées se sont produites. On peut donc prédire des coulées aux points les plus faibles. Nous songeons à essayer de prédire les coulées par l'emploi d'extensomètres à proximité des berges afin de préciser les déformations du terrain, ou par l'emploi de méthodes acoustiques.

Enfin, une méthode plus conventionnelle et plus précise est l'étude de la stabilité de chaque pente. Les résultats obtenus par cette méthode sont quelquefois bons, mais souvent erronés. De plus, une étude régionale axée sur des études de stabilité serait longue et onéreuse.

Ces considérations nous amènent naturellement à la prévention. En effet, dès que l'instabilité d'une zone est démontrée, il faut prendre des mesures préventives, mesures proportionnelles aux dommages probables, au danger présumé.

La prévention consiste généralement à empêcher la rupture d'une berge ou d'une pente par le contrôle du drainage en surface afin de réduire l'infiltration, par l'établissement d'un drainage interne afin d'abaisser la teneur en eau, ou par le contrôle de la stabilité au moyen de murs de soutènement, en augmentant la quantité de sels dans l'argile, en éliminant les acides organiques et enfin en abaissant les pentes. Chaque cas est unique et doit s'étudier séparément. Les solutions générales ne sont pas valides.

Conclusions

Nous avons vu que les coulées d'argile sont fréquentes au Québec et ceci à cause du développement géologique glaciaire et post-glaciaire. La distribution des argiles marines dans les Basses-Terres est la cause de la concentration des coulées dans cette région. Malheureusement, c'est aussi la zone où la densité de la population et où les développements industriels et agricoles sont les plus élevés. Les coulées présentent donc un danger constant et méritent une étude soutenue afin de créer des méthodes efficaces de prédiction et de prévention.

Références

- BJERRUM, L., 1954. Geotechnical properties of Norwegian marine clays. *Géotechnique*, **4**: 49-69.
- BRADY, J.G. and R.S. DEAN, 1966. The composition and properties of ceramic clays and shales of Québec. RR. 187, Min. de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa.
- CONLON, R.J., 1966. Landslide on the Toulouste River, Québec. *Can. Geoth. J.*, **3**: 113-144.
- CRAWFORD, C.B., 1961. Engineering studies of Leda clay. Soils in Canada, R.F. Legget, ed., Société Royale du Canada, Publ. Sp. no 3, pp. 200-217.
- CRAWFORD, C.B., 1968. Quick clays of Eastern Canada. *Eng. Geol.*, **2**(4): 239-265.
- GADD, N.R., 1957. Geological aspects of Eastern Canadian flow slides. *Proc. Tenth Can. Soil Mechanics Conf.*, MRC, TM 46, pp. 2-8.
- GOLDSCHMIDT, V.M., 1954. *Geochemistry*. Oxford, Clarendon Press.
- LASALLE, P., 1966. Late quaternary vegetation and glacial history in the St-Lawrence Lowlands, Canada. *Leid. geol. Meded.*, **38**: 91-128.
- LASALLE, P., 1968. Excursion de la géologie du quaternaire, rivière Saguenay, Lac St-Jean, Ministère des Rich. Nat., Québec.
- LASALLE, P. and J.Y. CHAGNON, 1968. An ancient landslide along the Saguenay River, Québec. *Can. J. Earth Sci.*, **5**(3): 548-549.
- LAVERDIÈRE, J.W., 1937. Région de la Rivière Ste-Anne, comté de Portneuf. Rapport annuel du service des Mines de Québec, pour 1936, partie D, pp. 29-53.

- LAVERDIÈRE, J.W. et Léo G. MORIN, 1946. L'éboulis de St-Louis de Bonsecours. *Ann. ACFAS*, **12**: 72-73.
- LIEBLING, R.S. and P.F. KERR, 1965. Observations on Quick-clay. *Bull. Geol. Soc. Am.*, **76**: 853-878.
- O'BRIEN, N. and W. HARRISON, 1967. Clay-Flake Orientation in a sensitive Pleistocene clay. *Maritime sediments*, **3**, no. 1.
- PENNER, E., 1965. A study of sensitivity in Leda clay. *Can. Earth Sci.*, **2**: 425-441.
- ROCHETTE, F.A., 1956. Étude des dépôts argileux instables de l'est du Canada. Thèse de maîtrise ès Sc.A., pp. 1-4, École Polytechnique, Montréal.
- ROSENQVIST, I. Th., 1966. Norwegian Research into the properties of quick-clay — A Review. *Eng. Geol.*, **1** (6), 445-450.
- SÖDERBLOM, R., 1966. Chemical Aspects of Quick-clay formation, *Eng. Geol.*, **1**, (6), 415-431.

LES « ARGILES-À-BLOCS » DU SUD-OUEST DES APPALACHES DU QUÉBEC ¹

PIERRE ST-JULIEN

Service de la Carte géologique, Ministère des Richesses Naturelles, Québec 6

Résumé

Les strates de la partie sud-ouest des Appalaches du Québec recèlent trois bandes "d'argile-à-blocs" (Wildflysch) de direction générale nord-est-sud-ouest. Ce sont des "conglomérats" d'aspect désordonné formés d'énormes blocs dans une pâte de pélite. Ces trois bandes "d'argile-à-blocs" probablement d'âge Ordovicien moyen, sont semblables en plusieurs points et sont le résultat de phénomènes sédimentaires. Nous avons observé autour du klippe du groupe de Sillery, deux de ces bandes et ces dernières semblent être reliées à la mise en place de celui-ci. L'autre située à 25 milles environ au sud-est du klippe du groupe de Sillery, affleure entre le groupe de Caldwell, au nord-ouest et le groupe de Magog, au sud-est. Il nous est présentement impossible de nous prononcer avec certitude sur la provenance de cette troisième bande "d'argile-à-blocs". S'agit-il de la partie inférieure d'une série allochtone? Dans l'affirmative, les roches des groupes de Caldwell, Rosaire, Armagh et celles des schistes de Sutton-Bennett ainsi que celles de la séquence ophiolitique représenteraient une nappe de chevauchement. Une étude de détail ultérieure pourra peut-être confirmer ou infirmer ce point de vue.

Aussi, une tentative de schéma paléogéographique des "argiles-à-blocs" observés autour du klippe du groupe de Sillery, est proposée.

Abstract

The strata of the southwestern part of the Québec Appalachians contain three bands of "shale with blocks" (wildflysch) which have a general northeast trend. These rocks are "conglomerates" of disordered aspect formed of huge blocks in a groundmass of pelite. The rocks of the three bands are similar in most respects, are probably of Middle Ordovician age, and are the result of sedimentary phenomena. Two of the bands were noted around a klippe of Sillery Group rocks; they seem to be related to the emplacement of the latter. The third band occurs about 25 miles to the southeast of the klippe of Sillery Group rocks; it occurs between Caldwell Group rocks to the northwest and Magog Group rocks to the southeast. At present, it is impossible to express a definite opinion

1.—Publié avec la permission du sous-ministre des Richesses naturelles.

as to the provenance of this band of "shale with blocks". Does it form the lower part of an allochthonous series? If so, the rocks of the Caldwell, Rosaire and Armagh Groups and the Sutton-Bennett schists, as well as those of the ophiolitic sequence, represent an overthrust nappe. Further detailed studies could perhaps confirm or invalidate this hypothesis.

Also, a tentative paleogeographic interpretation of the "shale with blocks" around the Sillery Group klippe is offered.

Introduction

Les "argiles-à-blocs" sont des conglomérats, généralement polymictiques, caractérisés par leur aspect désordonné et l'absence de classement granulométrique. D'énormes blocs (pouvant mesurer plusieurs centaines de pieds de diamètre) sont intercalés ici et là dans des pélites.

Dans la littérature, on rencontre plusieurs termes pour décrire ces séquences chaotiques : "argile scagliose", Bonbicci (1882), Merla (1951, 52), Migliorini (1952) et Maxwell (1959); "wildflysch", Vassoevitch (1948) Cadisch (1953), Aubouin (1965); "mélange", Greenly (1919), Bailey et McCallien (1954); "olistostrome", Flores (1955), Beneo (1956), Merla et autres (1964), Aubouin (1965).

Les "wildflysch" se forment au pied des reliefs en voie de formation. Des faciès particuliers lui sont liés, tels les "olistostromes" ou les "argiles scaglioses" qui résultent de la re-sédimentation de blocs d'une série allochtone dans un bassin de flysch, c'est-à-dire qu'une nappe glissant dans un bassin de flysch se résout en une série de blocs emballés dans la sédimentation du flysch. Ces séries chaotiques se rencontrent donc en avant de l'allochtone, tandis que les séquences à "argile-à-blocs" du sud-est du Québec sont, en partie ou en totalité, des unités entraînées à la base de la nappe, quoique les mécanismes de formation des "argiles-à-blocs" et des argiles scaglioses ou des olistostromes soient semblables.

Le terme mélange est utilisé surtout pour des phénomènes tectoniques (Greenly, 1919 ; Bailey et McCallien, 1954 ; North, 1964 ; Hsü, 1968).

Cet article présente une description des "argiles-à-blocs" du sud-est du Québec et illustre leur mécanisme de formation.

On verra successivement : (1) la localisation des bandes "d'argiles-à-blocs" ; (2) la description des "argiles-à-blocs" du sud-ouest des Appalaches du Québec ; (3) des suggestions sur leur mécanisme de formation.

Localisation

Les unités stratigraphiques du sud-ouest des Appalaches du Québec se répartissent, à partir du synclinorium de St-Victor, en cinq bandes stratigraphiques et structurales. Il convient de distinguer du sud-est au nord-ouest : (1) le synclinorium de St-Victor (groupe de Magog du Normanskill ; (2) la zone de serpentine et des schistes de Sutton-Bennett (Cambrien ?) ; (3) une zone de pélite et de calcaire argileux (Ordovicien moyen et inférieur (?)) ; (4) la klippe du groupe de Sillery (Cambrien) ; (5) les unités entraînées au front de la nappe du groupe de Sillery (Ordovicien moyen et inférieur).

En avant des unités entraînées, se retrouve l'autochtone formé d'un socle cristallin grenvillien et de sa couverture sédimentaire, soit les dépôts de plate-forme des Basses Terres du St-Laurent.

Nous avons fait la mise en carte de trois zones "d'argile-à-blocs" d'orientation générale nord-est – sud-ouest. On distingue ainsi, de l'intérieur vers l'extérieur, c'est-à-dire du sud-est vers le nord-ouest (voir fig. 1) : la bande de St-Daniel, entre les groupes de Caldwell et Magog; à l'arrière de la nappe du groupe de Sillery, la bande de St-Henri; et, finalement, au front de la nappe du groupe de Sillery, la bande de la ville de Québec.

La zone de Québec est connue d'une façon discontinue de l'île d'Orléans à Drummondville, soit sur une distance de 100 milles. Il est probable qu'elle se prolonge au sud-ouest de Drummondville jusqu'à St-Hyacinthe. Cette bande "d'argile-à-blocs", dite de la ville de Québec, se situe entre le groupe de Sillery, au sud-est et l'autochtone, au nord-ouest (roches de Basses Terres du St-Laurent). Elle est plus ou moins équivalente au complexe de St-Germain, tel que montré sur la carte géologique des Basses Terres du St-Laurent de Houde et Clark (1961).

La bande de St-Henri est connue sur une distance de 25 milles, entre Beaumont, 10 milles à l'est de la ville de Québec et la rivière Beaurivage, 15 milles au sud de la ville de Québec. Nous l'avons observée, sur une largeur moyenne de 7 milles, entre le groupe de Sillery, au sud-ouest et une région de pélites et de calcaire impur de l'Ordovicien moyen et inférieur(?), au sud-est.

Il est manifeste que ces bandes "d'argile-à-blocs", observées autour du klippe du groupe de Sillery, soient directement reliées à sa mise en place. Le groupe de Sillery occupe une superficie d'environ 1,500 milles carrés entre les villes de Québec et Granby. Cet allochtone, constitué de roches du Cambrien, est étalé sur les strates de l'Ordovicien contenant les niveaux "d'argile-à-blocs" des zones de Québec et de St-Henri.

Toutefois, il est, pour l'instant, impossible de se prononcer avec certitude sur la provenance des "argiles-à-blocs observées à la base du synclinorium de St-Victor. Se situant à environ 25 milles au sud-est du groupe de Sillery, elles affleurent sur une longueur de 180 milles, de la frontière internationale, à l'ouest du lac Memphrémagog, jusqu'à la région de Rosaire-St-Pamphile étudiée par Béland (1957). Ces "argiles-à-blocs" marquent le contact entre le groupe de Caldwell, au nord-ouest, et le groupe de Magog, au sud-est. Le plus insolite est que ces deux unités stratigraphiques semblent reposer sur les "argiles-à-blocs" qui les séparent.

Il est encore prématuré de se prononcer sur la signification de cette zone "d'argile-à-blocs". Remarquons cependant :

- qu'une série ophiolitique importante marque le contact entre les "argiles-à-blocs" et le groupe de Caldwell
- que, d'une part, les strates des groupes de Caldwell, Rosaire, Armagh et des schistes de Sutton-Bennett montrent des déformations polyphasées, tandis que celles du groupe de Magog montrent une seule phase de plissement.

Il est possible que les groupes de Caldwell, Rosaire, Armagh et les schistes de Sutton-Bennett, ainsi que la série ophiolitique, soient allochtones. Une étude détaillée est nécessaire pour clarifier ce problème.

Description

Étant donné que ces trois bandes "d'argile-à-blocs" sont semblables en plusieurs points, on verra donc : (1) leurs caractères communs ; (2) une description détaillée de la zone "d'argile-à-blocs" de la ville de Québec ; (3) description de l'affleurement de la pointe Aubin.

CARACTÈRES COMMUNS

Les "argiles-à-blocs" du sud-ouest des Appalaches du Québec ont plusieurs points en commun :

- une bande "d'argile-à-blocs" comprend plusieurs bancs "d'argile-à-blocs" de quelques pieds à plusieurs centaines de pieds d'épaisseur, séparés par des couches de pélite pouvant aussi mesurer plusieurs centaines de pieds d'épaisseur.
- la matrice argileuse, de l'Ordovicien moyen, a un aspect désordonné et contient, ici et là, plusieurs cailloux et galets.

- la matrice feuilletée est très plissée et contournée, montrant un pendage général, abrupt, vers le sud-est.
- cette matrice s'effrite, localement, en petits morceaux concaves de quelques millimètres de diamètre, tels des écailles de poisson.
- les blocs fossilifères datent de l'Ordovicien moyen.
- on y rencontre d'énormes blocs de plus de 500 pieds de diamètre.
- dans chaque bande "d'argile-à-blocs", on trouve toujours les mêmes types de blocs et certains éléments sont communs à deux et même aux trois bandes "d'argile-à-blocs", tels les blocs de chert, de dolomie et de grès quartzeux.
- les structures de "slumping" tels que "flow-fold" et "flow-roll" sont communes.
- les axes de ces structures et les grands axes des blocs affichent des orientations variables et souvent une plongée quasi verticale (dessinant, sur un diagramme de Lambert, un grand cercle mal défini), tandis que les plis dans les intercalations de pélite présentent des axes nord-est – sud-ouest à faible plongée.
- les "argiles-à-blocs" sont habituellement sous-jacentes à une séquence de l'Ordovicien moyen; des strates cambriennes les chevauchent. Ces derniers contacts sont souvent marqués de roches volcaniques basiques, probablement d'âge Normanskill.

Les "argiles-à-blocs" du sud-est du Québec présentent donc plusieurs points en commun qui en font une entité structurale et stratigraphique importante dans l'évolution de ce secteur des Appalaches.

LES "ARGILES-À-BLOCS" DE LA ZONE DE LA VILLE DE QUÉBEC

Dans les régions de Drummondville (Globensky, rapport inédit) Portneuf (Clark et Globensky, rapport inédit) Lyster (Globensky, rapport inédit) et Québec (St-Julien et Osborne, rapport inédit), deux unités structurales et stratigraphiques forment cette zone "d'argile-à-blocs", soit au sud-est, adjacent au groupe de Sillery, une séquence de roches du Normanskill et, au nord-ouest, près des Basses Terres du St-Laurent, une séquence de strate datant probable-

* Il faut souligner ici que la séquence plissée de mudstone calcaireux contenant localement des interlits de grès calcaire et de calcarénite est lithologiquement semblable aux trates de l'Utica-Lorraine rencontrées dans les Basses Terres du St-Laurent. Cependant, les collections de graptolites, étudiées par J. Riva de l'Université Laval, montrent qu'au moins une partie, si non la totalité de ces roches, sont d'âge Canajoharie. Nous avons donc, en contact de faille, deux faciès identiques, mais d'âge différent.

ment du Canajoharie*. Les deux contiennent des bancs "d'argile-à-blocs" d'épaisseur variant de 50 pieds à plus de 500 pieds.

Le "Normanskill" : – Les roches du Normanskill forment une bande continue de l'île d'Orléans à Drummondville, sous-jacente au groupe de Sillery en amont de Québec et aux groupes de Lévis et de Lauzon, en aval de Québec. Elles sont constituées d'un assemblage de roches calcaires, souvent bitumineuses. On y rencontre surtout des calcaires argileux et des mudstones calcaireux en lits épais, des pélites avec des interlits de calcarénite et de calcaire orange, et, finalement, des lentilles "d'argile-à-blocs". Les affleurements les plus représentatifs sont rencontrés dans la falaise du promontoire de Québec ainsi qu'à l'extrémité sud-ouest de l'île d'Orléans.

Localement, des roches volcaniques basiques se rencontrent dans la partie supérieure de la bande de Normanskill, près de son contact avec le Sillery.

Les niveaux "d'argile-à-blocs" les plus spectaculaires du Normanskill s'observent dans la formation de Citadelle décrite par Osborne (1956). La matrice est un schiste argileux finement lité et souvent calcaireux. On y observe surtout des blocs de calcaire argileux, de calcaire, de conglomérat calcaire, de chert, de mudstone et de calcaire dolomitique d'une fraction de pouce à plus de 25 pieds de longueur. Ces "argiles-à-blocs" montrent beaucoup d'indices de glissements sous-marins (slumping); plusieurs lits sont enroulés sur eux-mêmes. Encore ici, les axes des plis ainsi que le grand axe des blocs montrent des orientations variables et des plongées souvent quasi verticales, tandis que dans la formation de Québec City, au-dessus, les plis plongent vers le sud avec un angle relativement constant de 45 degrés. Osborne (1956) rapporte que les blocs contiennent des faunes du Chazy et du Black River (Raymond, 1913b). Des graptolites que nous avons recueillis au cours de l'été 1968 et identifiés par J. Riva, de l'Université Laval, donnent un âge "Normanskill" à la matrice argileuse de ces "argiles-à-blocs".

Le "Canajoharie" : – Cette bande de roches du Canajoharie affleure sur plusieurs milles de largeur; elle occupe, dans la région de Québec, la quasi-totalité du terrain plat entre le Précambrien et la falaise qui va de Cap Rouge au promontoire de la ville de Québec, à l'exception d'un liséré de Trenton et d'Utica-Lorraine en bordure du Précambrien. De même, sur la carte topographique de Chaudière (moitié est), elle occupe une largeur de 4.5 milles mesurée perpendiculairement aux couches à partir du village de St-Nicolas.

Le « Canajoharie » de la région est caractérisé par des mudstones calcaireux friables contenant des lamines de ¼" à 1" de grès lithique friable. Il y a aussi des bandes formées d'une alternance de mudstone calcaireux, de grès calcaireux ou de calcarénite en lits de 2 pouces à 3 pieds; les lits les plus communs ont

de 4 à 12 pouces d'épaisseur. Ces lits, granoclassés, montrent beaucoup de figures de sédimentation. On observe, en maints endroits dans cette séquence flyschique, de puissantes bandes « d'argiles-à-blocs ». L'ensemble forme des plis isoclinaux renversés vers le nord-ouest.

Les principaux affleurements s'observent sur l'estran du fleuve, à la pointe Aubin, 4.5 milles à l'ouest du village de St-Nicolas, ainsi qu'au sud du lac St-Augustin.

L'AFFLEUREMENT DE LA POINTE AUBIN

Nous avons étudié en détail l'affleurement de l'estran de la pointe Aubin sur une longueur de 7,000 pieds et sur une largeur de 1,800 pieds.

À cet endroit, affleure un synclinal complexe renversé vers le nord-ouest et plongeant faiblement vers le nord-est ou le sud-ouest. Ajoutons que les strates accusent, en général, un pendage de 65 degrés vers le sud-est (figure 1).

Il s'agit de mudstones calcaireux et friables intercalés de trois bandes « d'argile-à-blocs », de 100 à 300 pieds d'épaisseur, visibles sur chaque flanc du synclinal.

On observe d'énormes blocs intercalés sans ordre dans une matrice de mudstone calcaireux lithologiquement identiques et du même âge que les interlits de mudstone, soit du Canajoharie. Ces derniers montrent des axes de plis de direction et de prolongement constants, plus ou moins parallèles à l'axe du synclinal majeur. En revanche, la matrice des « argiles-à-blocs » manifeste le plus grand désordre.

Les cailloux, les galets et les blocs sont anguleux ou arrondis et mesurent d'une fraction de pouce à plus de 500 pieds de longueur. Il y en a probablement des plus gros mais ils sont difficiles à reconnaître parce qu'ils ont l'aspect de copeaux et même d'écailles. Nous pensons, par exemple, aux écailles de Lévis et de Normanskill formant les promontoires, respectivement, des villes de Lévis-Lauzon et de Québec.

Plusieurs blocs de dimension modeste, de 1 à 25 pieds, sont en fait des lits ou des ensembles de lits enroulés sur eux-mêmes. Les blocs massifs et homogènes sont généralement de formes allongées. Tous ces éléments donnent, aux premiers abords, des orientations et des plongées de plus variées et souvent quasi verticales. Toutefois, sur canevas de Lambert, les points obtenus déterminent vaguement un grand cercle. Ainsi en est-il de la plupart des bandes « d'argile-à-blocs » du sud-ouest des Appalaches du Québec.

On peut, à l'affleurement de la pointe Aubin, distinguer deux types « d'argile-à-blocs », celui formé surtout de blocs d'âge Normanskill et celui constitué presque exclusivement de blocs de grès calcaireux ou de calcarénite d'âge Canajoharie. Le premier est polymictique tandis que le second est oligomictique.

Les bancs « d'argile-à-blocs » polymictiques sont formés de blocs de tuf ou siltstone silicifié vert, de calcaire bien lité, de mudstone calcaireux et bitumineux noir, de calcaire homogène gris, de calcaire lithographique brun, « d'argile-à-blocs », de mudstone rouge, de calcaire dolomitique bien lité, tous probablement d'âge Normanskill. Il y a aussi quelques blocs de calcarénite et de grès calcaireux datant du Canajoharie. Les gros éléments observés dans les bandes « d'argile-à-blocs » dites oligomictiques, sont, à 98 pour-cent, des grès calcaireux et des calcarénites du Canajoharie. On y observe, occasionnellement, des blocs de mudstone calcaireux de teinte sombre.

Il est intéressant de noter que la quasi-totalité des blocs des niveaux oligomictiques accusent une polarité inverse, c'est-à-dire, vers le nord-ouest sur le flanc sud-est du synclinal et une polarité normale, sud-est, sur le flanc nord-ouest du synclinal, ce qui corrobore la structure synclinale déjà déterminée. Aussi, avec un peu d'imagination, il est possible de rattacher entre eux une bonne partie des blocs du niveau oligomictique du flanc sud-est du synclinal. On en vient à l'idée d'un stage de déformation sédimentaire ayant l'aspect d'un début de « slumping » succédant aux couches ondulées.

Mécanisme de formation des « Argiles-à-Blocs »

La formation des « argiles-à-blocs » semble être un phénomène sédimentaire. À preuve, la présence de plusieurs structures de « slumping », les intercalations, dans les « argiles-à-blocs », de mudstone calcaireux bien ordonnées et le fait, qu'en plusieurs points, la matrice contient beaucoup de cailloux et de petits galets bien roulés.

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne voyons qu'une possibilité d'explication pour la formation des « argiles-à-blocs », soit une évolution en deux étapes reliée à la mise en place de la nappe du groupe de Sillery : (1) formation de l'alternance « argile-à-blocs »-mudstone calcaireux; (2) une phase de plissement synsédimentaire due à l'avancée de la nappe.

Représentons-nous la nappe du groupe de Sillery au temps Canajoharie (figure 2). La nappe de Sillery, glissant dans le bassin de flysch du Canajoharie, s'emboutit et pousse à son front les sédiments, pour ainsi provoquer une série d'éboulis sous-marins. D'où, la formation des « argiles-à-blocs » (dites oligomictiques) au pied des sédiments du Canajoharie, accumulés au front de la nappe; de là, son aspect désordonné et l'absence de classement. Souvent, d'énormes blocs se détachent du matelas de la nappe du Sillery (mudstone calca-

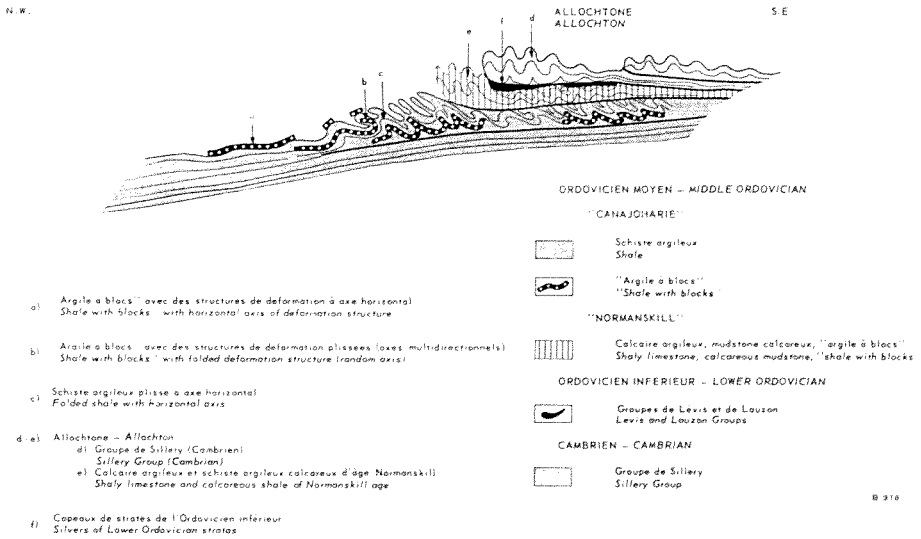


FIGURE 2. Profil tectonique montrant la relation entre l'allochtone et les "argiles à blocs".

reux, tuf ou siltstone silicifié, calcaire argileux, etc . . . , d'âge Normanskill) et précèdent la nappe dans son avancée pour s'intercaler indifféremment dans les mudstones du Canajoharie, pour ainsi former les « argiles-à-blocs » polymictiques. Il convient de dire ici que les blocs du Normanskill étaient probablement plus indurés que les blocs du Canajoharie, sans toutefois, perdre leur état plastique.

En résumé, à ce stade, en avant de la nappe, le bassin flysch présente une alternance de mudstone calcaireux et « d'argile-à-blocs » polygénique et monogénique. Les « argiles-à-blocs » ainsi formés présentent plusieurs phénomènes sédimentaires tels que lits enroulés, plis synsédimentaires, blocs roulés, etc., ayant des axes grossièrement parallèles au front de la nappe.

L'allochtone, toujours en progression, atteint la séquence de mudstone calcaireux et « d'argile-à-blocs », qu'il pousse à son front en une série de plis isoclinaux renversés vers le nord-ouest. Il s'ensuit que, dans les bancs « d'argile-à-blocs », les axes des structures sédimentaires sont plissés autour d'un axe parallèle au front de la nappe. Ce qui expliquerait l'allure souvent quasi verticale de ces éléments structuraux et leur concentration définissant grossièrement un grand cercle sur le canevas de Lambert. Il s'agit d'un grand cercle mal défini, étant donné qu'au départ les axes des structures sédimentaires accusaient des orientations plus ou moins parallèles au front de la nappe. D'autre part, les interlits de mudstone calcaireux possèdent des éléments structuraux parallèles à l'axe des plis isoclinaux.

Par la suite, dans sa progression, l'allochtone a entraîné, sur les Basses Terres du St-Laurent, cette partie du flysch du Canajoharie que nous connaissons.

Des phénomènes géologiques semblables ont dû se passer au Normanskill. La nappe du groupe de Sillery, glissant probablement sur un coussin de Lévis (Ordovicien inférieur) dans le bassin de sédimentation du Normanskill, provoqua la formation « d'argiles-à-blocs » intercalés dans une séquence Normanskill qu'elle a, par la suite, entraînée à sa base dans la position que nous leur connaissons.

La présence d'énormes blocs « d'argile-à-blocs » du Normanskill dans ceux du Canajoharie indique bien que des niveaux « d'argile-à-blocs » du Normanskill ont été repris dans le cycle de sédimentation du Canajoharie.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma reconnaissance au Dr J. Riva, de l'Université Laval, pour l'identification des graptolites. Également, au Dr F.F. Osborne, du Département de Géologie de l'Université Laval, pour sa critique constructive et ses conseils dans la préparation de cet exposé.

Références

- AUBOUIN, J., 1965. "Geosynclines". Elsevier Publishing Co., Amsterdam-Londres-New York.
- AUBOUIN, J., R. BROUSSE et J.P. LEHMAN, 1968. "Précis de géologie", Vol. 3, Dunod, Univ., Paris.
- BAILEY, E.H. and W.J. MCCALLIEN, 1954. Serpentine Lavas, the Ankara Mélange, and the Anatolian Thrust. *Trans. R. Soc. Edinburgh*, **62**, Pt. 2, 403-441.
- BÉLAND, J., 1957. Région de St-Magloire et de Rosaire-Saint-Pamphile". Ministère des Mines, Québec, Rapp. géol. **76**.
- BONBICCI, L., 1882. Il Sollevamento dell'Apennino Bolognese per Diretta Azione della Gravita e delle Pressioni Lateralli, con Appendice sulla Origini e Sui Reiterati Trabocchi delle Argille Scagliose. *Accad. Sci. Bologna Mem., Ser. 4*, **3**, 641.
- BENEO, E., 1956. Accumuli terziari da risedimentazione (olitostroma) nell'Apennino centrale et franesottomarine. *Boll. Serv. Geol. Italia*, **78**, 291-321.
- CADISCH, J., 1953. Geologie der Schweiger Alpen. Wepf and Co., Verlag, 480 p.
- CLARK, T.H. and Y. GLOBENSKY. Geological report of Portneuf and a part of St-Raymond map-area. Min. des Rich. Nat., Québec (Rapport non publié).
- FLORES, G., 1955. Les résultats des études pour la recherche pétrolifère en Sicile. *Proc. 4ième Congr. Mondial Pétrol.*, sec. 1, 121-122.
- GLOBENSKY, Y. Géologie de la région de Drummondville. *Min. Rich. Nat., Québec* (Rapport non publié).
- GREENLY, E., 1919. The geology of Angelsey. *Great Britain geol. Survey Mem.*, 980 p.

- HOUDE, M. et T.H. CLARK, 1961. Carte géologique des Basses Terres du St-Laurent, No 1407, *Min. Rich. Nat., Québec*.
- HSÜ, K.J., 1968. Principles of Mélanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville Paradox. *Bull. geol. Soc. Am.*, **79**, 1063-1074.
- MAXWELL, J.C., 1959. Turbidite, tectonic and gravity transport, Northern Apennine Mountains, Italy. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **43**, 2701-2719.
- MERLA, G., 1951. Geologia dell'Appennino Settentrionale. *Boll. Soc. Geol. Italiana*, **70**, 95-382.
- MERLA, G., 1952. Ricerche Tettoniche dell'Appennino Settentrionale. *18th Int. Geol. Cong. Rept., London*, pt. **13**, 178-185.
- MIGLIORINI, C.I., 1952. Composite wedges and orogenic landslips in the Apennines. *18th Int. Geol. Cong. Rept., London*, pt. **13**, 186-198.
- NORTH, F.K., 1964. Graviational tectonics. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, **12**, (2): 185-225.
- OSBORNE, F.F., 1956. Geology near Québec City. *Naturaliste Can.*, **83**, 157-223.
- RAYMOND, P.E., 1913b. Excursions in Eastern Quebec and the Maritime Provinces, Quebec and vicinity. *Int. Geol. Congress XII, Canada*, Guide book 1, 25-48.
- ST-JULIEN, P., et F.F. OSBORNE. Géologie de la région de Québec. *Min. Rich. Nat., Québec* (Rapport non publié).
- VASSOEVITCH, N.B., 1948. Le Flysch et les méthodes de son étude. *Vses. Neft. Geol. Razved. Nauchn. Issled. Inst., Moskva*, 215 p. (Traduction française : Bur. Rech. Géol. Minières, Paris).

SUR UNE MICROFAUNE DU VISÉEN SUPÉRIEUR DE TERRE-NEUVE

B. L. MAMET¹

Département de Géologie, Université de Montréal, Montréal, Québec

Résumé

Les Calcaires de Crabbs et de Jeffrey (Groupe de Codroy) étudiés dans leurs localités-types (Baie de Saint-Georges, Terre-Neuve), recèlent une riche microfaune de Foraminifères, qui permet de leur attribuer un âge Viséen Supérieur (zone 16, partie supérieure du Viséen Supérieur).

Bien que semblable par plus d'un point à la faune téthysienne, cette microfaune a également des affinités marquées avec le domaine arctique. En effet, la plupart des espèces communes à Terre-Neuve et à l'Ouest de l'Europe existent également, dans le nord de la Sibérie, l'Alaska, le Yukon et les îles de l'Arctique canadien; aussi ces espèces témoignent plus d'une répartition "cosmopolite" de ces faunes viséennes dans l'Hémisphère nord, qu'elles ne suggèrent une communication préférentielle à travers le paléo-Atlantique entre Terre-Neuve et l'Europe.

Abstract

The Crabbs and Jeffrey Limestones (Codroy Group), studied in their type localities (St. Georges Bay, Newfoundland) yield an abundant and characteristic Late Visean microfauna (zone 16, late Late Visean).

Although this fauna bears some resemblance to the Tethyan fauna, it has great similitude with the Arctic realm as well. Most of the species common to Newfoundland and Western Europe are also found in Northern Siberia, Alaska, Yukon and the Canadian Arctic Islands; hence, these species are indicators of free "cosmopolitan" exchanges in the Northern Hemisphere, more than of preferential exchanges between the two sides of the palaeo-Atlantic.

Introduction

Le Carbonifère Inférieur marin de Terre-Neuve n'a guère fait, jusqu'à présent, l'objet d'études stratigraphiques détaillées. Cette pauvreté de nos

1. L'auteur se plaît à signaler l'aide financière apportée à ce projet par le Conseil National de Recherches du Canada.

connaissances géologiques semble due à la mauvaise exposition des coupes, à leur difficulté d'accès, à la rareté des macrofossiles et à la complexité de la tectonique.

Bien que Jukes ait prouvé, dès 1843, l'existence de Carbonifère à Terre-Neuve, il n'y a guère plus d'une trentaine d'années, que Hayes et Johnson proposèrent le nom de Série de Codroy pour une épaisse succession de schistes, d'arénites, de gypses, de dolomies et de calcaires qui affleurent dans le sud-ouest de l'île (1937, p. 2, 1938, p. 9-15).

Plus récemment, la lithologie de cette Série marine de Codroy fut décrite par Bell (1948) et par Baird (1951), esquissée par Sage (1954) et reprise enfin par Baird et Cote (1964). Ces derniers modifièrent le statut lithostratigraphique de la succession et l'érigèrent au rang de Groupe, sans toutefois en préciser l'âge. Il est à noter que de très importantes divergences s'observent entre les conclusions de ces auteurs respectifs, l'ordre stratigraphique des couches, par exemple, étant fort différent chez Sage de celui rapporté par Baird et Cote.

Si l'étude lithostratigraphique n'est guère concluante, l'étude biostratigraphique est encore moins avancée. La faune du Groupe de Codroy semble bien l'équivalent de celle du Groupe de Windsor de Nouvelle-Écosse (Bell, 1948). Mais cette analogie reste grossière et mériterait confirmation. Bell lui-même, bien qu'ayant établi le premier la zonation du Groupe de Windsor en cinq assemblages de Brachiopodes et Coraux, semble avoir renoncé à les employer dans le Carbonifère de Terre-Neuve². Ce fait semble étrange car Terre-Neuve et la Nouvelle-Écosse appartiennent à un seul bassin. De même, si Globensky (1965) attribue les Calcaires de Jeffrey et de Crabbs au Windsor Supérieur, il n'en précise pas leur zonation (zone C ou E).

Il s'avèrerait donc utile de réétudier en détail la suite d'affleurements carbonatés fossilifères exposés le long de la Baie de St-Georges. Ce projet est toutefois fort ambitieux, car il exigerait une étude litho et biostratigraphique à l'échelle d'un bassin. Aussi, tel ne sera pas notre propos, et nous nous contenterons de dater avec précision deux membres du Groupe de Codroy. Nous décrirons ainsi brièvement la microfaune du Calcaire de Crabbs et du Calcaire de Jeffrey; nous montrerons que ces deux membres calcaires renferment des microfaunes semblables et qu'elles indiquent un âge Viséen Supérieur; enfin, nous nous pencherons sur l'origine de cette microfaune viséenne et sur ses implications paléobiologiques et paléogéographiques.

2. Il faut toutefois noter que le Groupe de Codroy comporte nombre de faciès hypersalins ou de désalures, environnements défavorables, tous deux, à la macrofaune de Coraux.

Ce travail, si limité qu'il soit, montrera tout le parti que le stratigraphe peut retirer de l'étude des microfacs carbonatés: nous espérons qu'il sera susceptible d'induire un travail systématique de microfacs dans le Carbonifère des Provinces Maritimes.

Localisation

Les Calcaires de Crabbs et de Jeffrey, sont exposés le long du rivage de la Baie de St-George, de part et d'autre de l'embouchure de la Rivière Crabbs (St. Davids) (fig. 1). Ils atteignent chacun une dizaine de mètres d'épaisseur (30 et 32 pieds respectivement) et ils exposent une succession rythmique de silts calcaires, schistes, micrites et biomicrites plus ou moins dolomitisées et recristallisées.

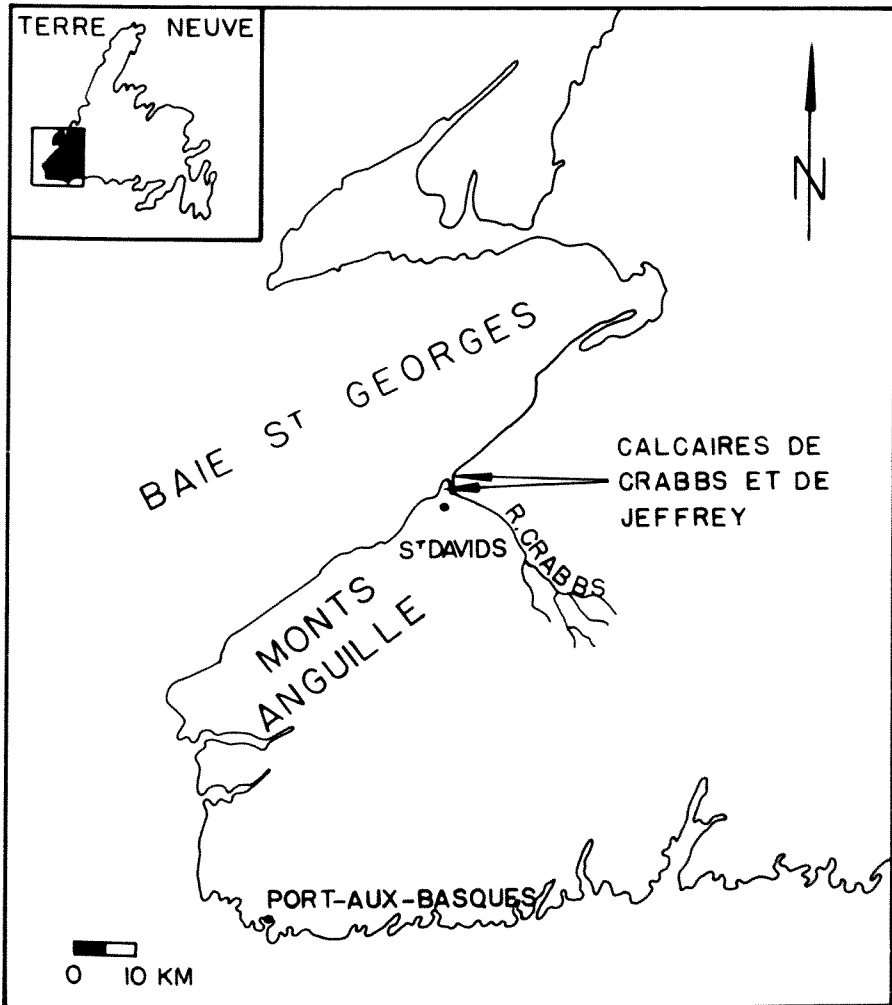


FIGURE 1—Localisation des Calcaires de Crabbs et de Jeffrey.

La microfaune de Foraminifères calcaires est assez riche dans tous les faciès carbonatés francs et le seul obstacle à leur détermination est une recristallisation erratique; lorsqu'elle oblitère la constitution originelle des murailles, elle rend évidemment toute identification impossible. Mais, sur le terrain, il est loisible de récolter plusieurs passées de micrite où la diagénèse n'est guère poussée; au total, une quarantaine d'échantillons ont été prélevés et ils ont livré une microfaune abondante.

MICROFACIÈS DU CALCAIRE DE CRABBS

Une centaine de lames-minces taillées dans le Calcaire de Crabbs permettent d'y identifier :

- Archaediscus* sp.
- Archaediscus* du groupe *A. chernousovensis* Mamet.
- Archaediscus* du groupe *A. krestovnikovi* Rauzer-Chernousova.
- Archaediscus krestovnikovi* Rauzer-Chernousova.
- Archaediscus* du groupe *A. moelleri* Rauzer-Chernousova.
- Biseriammina* sp.
- Brunsia* sp.
- Calcisphaera laevis* Williamson.
- Calcisphaera pachysphaerica* (Pronina).
- Climacammina* sp.
- Climacammina mississippiana* Conkin.
- Climacammina* du groupe *C. prisca* Lipina.
- Climacammina* du groupe *C. simplex* Brady.
- Cornuspira* sp.
- Diplosphaera* sp.
- Earlandia clavatula* (Howchin).
- Earlandia vulgaris* (Rauzer-Chernousova et Reitlinger).
- Earlandinita* sp.
- Endothyra* sp.
- Endothyra* du groupe *E. bowmani* Phillips in Brown emend Brady.
- Endothyra* du groupe *E. prisca* Rauzer-Chernousova et Reitlinger.
- Endothyra* du groupe *E. similis* Rauzer-Chernousova et Reitlinger.
- Endothyranopsis* sp.
- Endothyranopsis crassa* (Brady).
- Eostaffella* sp.
- Eostaffella* (?) *discoidea* (Girty).
- cf. *Hedraites* sp.
- Hedraites* (?) *infinitesima* (Beede).
- Neoarchaediscus* sp. (primitif et rare).
- Palaeonubecularia* sp.
- Palaeotextularia asper* (Cooper).
- Palaeotextularia* du groupe *P. consobrina* Lipina.
- Planoarchaediscus* sp.
- "*Radiosphaerina*" sp.
- Tetrataxis* sp.
- Tuberitina* sp.

MICROFACIÈS DE CALCAIRE DE JEFFREY

Une soixantaine de lames-minces taillées dans le Calcaire de Jeffrey ont révélé:

- Archaediscus* sp.
Archaediscus du groupe *A. chernousovensis* Mamet.
Archaediscus krestovnikovi Rauzer-Chernousova.
Biseriammina sp.
Calcisphaera laevis Williamson.
Calcisphaera pachysphaerica (Pronina).
Climacammina sp.
Climacammina mississippiana Conkin.
Cornuspira sp.
Diplosphaera sp.
Earlandia clavatula (Howchin).
Earlandia vulgaris (Rauzer-Chernousova et Reitlinger).
Earlandinita sp.
Endothyra sp.
Endothyra du groupe *E. bowmani* Phillips in Brown *emend* Brady.
 cf. *Eostaffella* sp.
Eostaffella (?) *discoidea* (Girty).
Hedraites (?) *infinitesima* (Beede).
Neoarchaediscus sp. (primitif et rare).
Palaeonubecularia sp.
Palaeotextularia du groupe *P. consobrina* Lipina.
Palaeotextularia du groupe *P. longiseptata* Lipina.
Planoarchaediscus ? sp.
 cf. *Pseudoendothyra* ? sp.
 "Radiosphaerina" sp.
 cf. *Saccaminopsis* sp.
Tuberitina sp.

Ces deux microfaunes sont pratiquement identiques. L'analyse des populations (fig. 2) montre que les Archaediscidae dominent numériquement avec le genre *Archaediscus*. Les Earlandiidae, Endothyridae et Palaeotextulariidae ne jouent qu'un rôle secondaire. Enfin les Eostaffellidae, Pseudoendothyridae, Tetrataxidae et Biseriamminidae ne sont qu'occasionnels.

Zonation stratigraphique

Le Carbonifère Inférieur peut se diviser en douze zones de Foraminifères (figure 3), zones qui se reconnaissent dans tout l'Hémisphère Nord (Mamet, 1962). Ces zones de microfaciès ont été originellement proposées par l'auteur en Europe Occidentale, où elles furent décrites pour les systèmes, étages et sous-étages des conventions internationales (fig. 3, colonnes 2, 3, et 4); elles

s'appliquent directement à la Téthys carbonifère et moyennant des modifications mineures aux Cordillères Canadiennes, au Midcontinent Américain et aux Appalaches. Elles permettent en particulier d'attribuer un âge Viséen Inférieur (zone 10) — base du Viséen Supérieur (zone 15) au Groupe du Meramec et un âge Viséen Supérieur (zone 16_i) — Namurien Inférieur (zone 19) au Groupe du Chester, Mamet et Mason, 1968, Mamet 1968, Mamet et Skipp, sous presse).

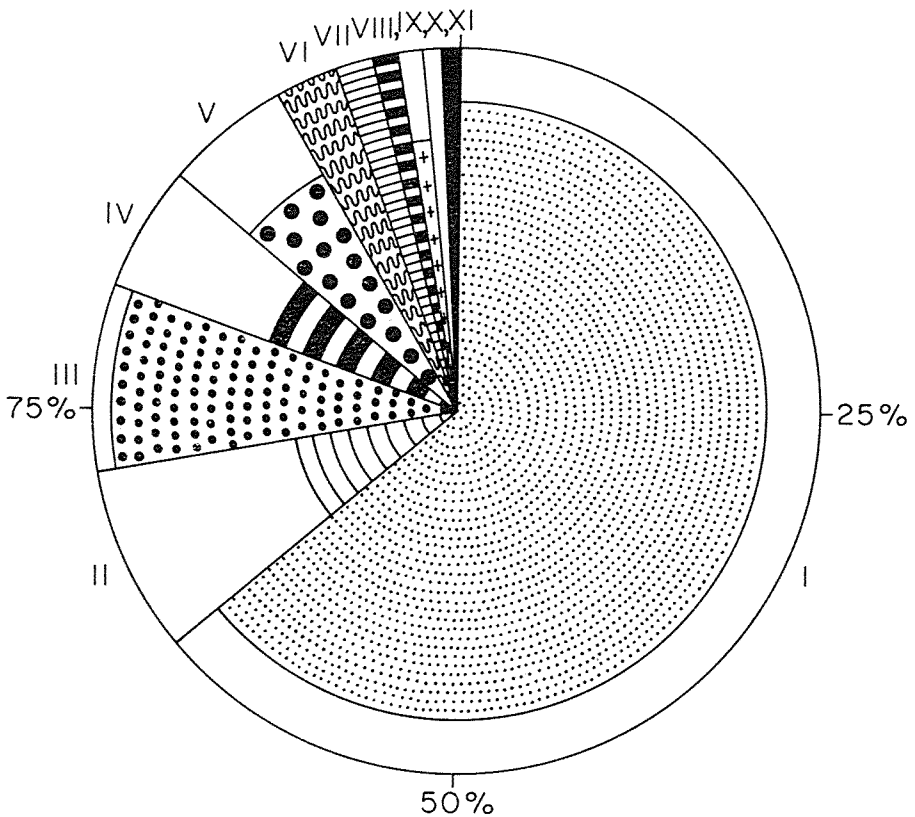


FIGURE 2—Analyse statistique de la microfaune des Calcaires de Crabbs et de Jeffrey. Le pourcentage de chaque famille est exprimé par le quadrant et la distribution radiale indique le pourcentage du genre principal observé pour chacune de ces familles.

- I Archaediscidae (*Archaediscus* sp).
- II Formes attachées (*Hedraites?* sp).
- III Earlandiidae (*Earlandia* sp).
- IV Palaeotextulariidae (*Palaeotextularia* sp).
- V Endothyridae (*Endothyra* sp).
- VI Eostaffellidae (*Eostaffella?* sp).

- VII Tetrataxidae (*Tetrataxis* sp).
- VIII Biseriamminidae (*Biseriammina* sp).
- IX Cornuspiridae (*Cornuspira* sp).
- X Pseudoendothyridae (*Pseudoendothyra* sp).
- XI Bradyinidae primitives (*Endothyranopsis* sp).

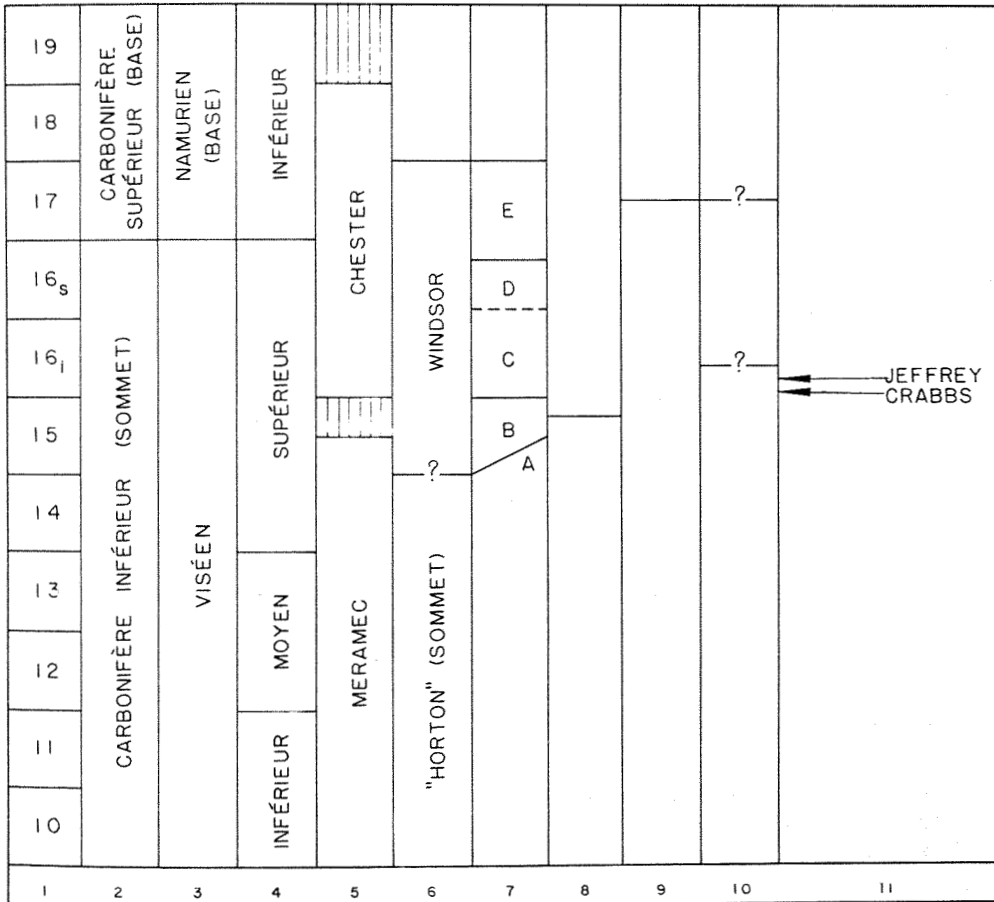


FIGURE 3—Zonation stratigraphique.

- 1) Zones de Foraminifères.
- 2) Sous-systèmes.
- 3) Etages.
- 4) Sous-étages.
- 5) Séries du Midcontinent Américain.
- 6) Groupe de Nouvelle-Ecosse.
- 7) Sous-zones de Nouvelle-Ecosse.
- 8) Position des Calcaires de Crabbs et de Jeffrey d'après Bell (1948).
- 9) Position des Calcaires de Crabbs et de Jeffrey d'après Stacy (1954).
- 10) Position des Calcaires de Crabbs et de Jeffrey d'après Globensky (1965).
- 11) Position des Calcaires de Crabbs et de Jeffrey d'après cette étude.

La zone 15 se caractérise en Amérique du Nord par la "première apparition vraie" (Mamet, 1968) des Palaeotextulariidae à double parois (*Palaeotextularia* du groupe *P. longiseptata* Lipina et *Climacammina* du groupe *C. patula* Brady), d'*Endothyranopsis crassa* (Brady) et l'acmé des Archæidiscidae (*Archæidiscus* du groupe *A. krestovnikovi* Rauzer-Chernousova) et des *Eoendothyranopsis*; ceux-ci, sont éliminés rapidement au sommet de la zone par l'apparition en masse d'*Eostaffella*.

La zone 16_i se reconnaît à l'apparition des premiers *Neoarchaediscus* primitifs alors qu'*Eoendothyranopsis*, *Koninckopora* et les Forschiidae si abondants dans la zone sous-jacente sont en voie d'élimination.

La zone 16_{sup} se caractérise par l'acmé des *Neoarchaediscus* (et notamment *N. incertus* (Grozdilova et Lebedeva) concomitant à l'apparition de *Planospirodiscus*.

Enfin, la base de l'acmé des *Asteroarchaediscus* souligne la base du Namurien Inférieur (zone 17).

L'âge des Calcaires de Crabbs et de Jeffrey, comme nous l'avons précédemment souligné est resté fort controversé (figure 3). Attribué au Windsor Inférieur par Bell (1948), il fut, pour des raisons lithostratigraphiques, considéré comme l'équivalent des Calcaires à *Schizodus* (subzone E) par Sage (1954), alors que Globensky, d'après les conodontes le considérait comme Windsor Supérieur (zone C ou E).

Les Foraminifères permettent d'élucider ce problème. Comme nous l'avons montré, les meilleurs marqueurs zonaux se rencontrent parmi les Archæidiscidae; or, cette famille est particulièrement bien représentée dans les microfaciès de Crabbs et de Jeffrey et elle permet de leur attribuer un âge Viséen Supérieur (zone 16). En effet la présence de *Neoarchaediscus* primitifs est caractéristique de cette zone où dominant par ailleurs les *Archæidiscus* du groupe *A. krestovnikovi* Rauzer-Chernousova. La zone 16_i est à exclure, puisque malgré l'abondance des Archæidiscidae, pas un seul *Planospirodiscus* n'a pu être mis en évidence. Cette attribution au Viséen Supérieur est de plus confirmée par la présence d'*Endothyranopsis crassa* (Brady) et de Palæotextulariidae à muraille double.

Comparaison avec la faune du bassin du Windsor

Ayant daté les Calcaires de Crabbs et de Jeffrey, il semble utile de comparer leur microfaune avec celle du Groupe de Windsor, situé dans un bassin identique.

Le tableau I donne colonne par colonne, la répartition quantitative des taxa observés à Terre-Neuve et en d'autres régions pour la même zone et dans des faciès semblables. L'examen des colonnes 5 et 6 montre que l'analogie faunique entre Terre-Neuve et le reste des Provinces Atlantiques est complète. Les 38 taxa connus dans les Calcaires de Crabbs et Jeffrey sont également présents dans le Groupe de Windsor. De plus cette analogie s'étend à la répartition quantitative des familles et des genres, avec la notoire exception des Archæidiscidae, moins répandus dans l'île du Cap Breton qu'ils ne le sont à Terre-Neuve.

	EUROPE OCCIDENTALE AFRIQUE DU NORD	PLATE-FORME RUSSE DONETZ-DNIEPR-OURAL	SIBÉRIE DU NORD ALASKA YUKON	MIDCONTINENT NORD-AMÉRICAIN	TERRE - NEUVE	NOUVELLE - ÉCOSSE	EUROPE OCCIDENTALE AFRIQUE DU NORD
38							
37							
36					?	?	
35							
34					?	?	
33							
32							
31							
30							
29							
28							
27							
26							
25							
24							
23							
22							
21							
20							
19							
18							
17							
16							
15							
14							
13							
12							
11				?			
10							
9							
8							
7							
6						?	
5							
4							
3							
2						?	
1							

LÉGENDE : - - - ? - - - DOUTEUX - - - - - RARE ——— PRÉSENT ——— COMMUN

TABLEAU I

Distribution des Foraminifères observés dans les Calcaires de Crabbs et de Jeffrey et dans des faciès semblables et d'âges équivalents de différentes parties de l'Hémisphère Nord.

- 1) *Archaeodiscus* sp.
- 2) *Archaeodiscus* du groupe *A. chernousovensis* Mamet.

- 3) *Archaediscus krestovnikovi* Rauzer-Chernousova.
- 4) *Archaediscus* du groupe *A.krestovnikovi* Rauzer-Chernousova.
- 5) *Archaediscus* du groupe *A.moelleri* Rauzer-Chernousova.
- 6) *Biseriammina* sp.
- 7) *Brunsia* sp.
- 8) *Calcisphaera laevis* Williamson.
- 9) *Calcisphaera pachysphaerica* (Pronina).
- 10) *Climacammina* sp.
- 11) *Climacammina mississippiana* Conkin.
- 12) *Climacammina* du groupe *C. prisca* Lipina.
- 13) *Climacammina* du groupe *C.patula* Brady.
- 14) *Cornuspira* sp.
- 15) *Diplosphaerina* sp.
- 16) *Earlandia clavatula* (Howchin).
- 17) *Earlandia vulgaris* (Rauzer-Chernousova et Reitlinger).
- 18) *Earlandinita* sp.
- 19) *Endothyra* sp.
- 20) *Endothyra* du groupe *E.bowmani* Phillips in Brown *emend* Brady.
- 21) *Endothyra* du groupe *E.prisca* Rauzer-Chernousova et Reitlinger.
- 22) *Endothyra* du groupe *E.similis* Rauzer-Chernousova et Reitlinger.
- 23) *Endothyranopsis* sp.
- 24) *Endothyranopsis crassa* (Brady).
- 25) *Eostaffella* sp.
- 26) *Eostaffella* (?) *discoidea* (Girty).
- 27) *Hedraites* (?) sp.
- 28) *Hedraites* (?) *infinitesima* (Beede).
- 29) *Neoarchaediscus* sp.
- 30) *Palaeonubecularia* sp.
- 31) *Palaeotextularia* of the group *P.consobrina* Lipina.
- 32) *Palaeotextularia* of the group *P.longiseptata* Lipina.
- 33) *Planoarchaediscus* ? sp.
- 34) *Pseudoendothyra* sp.
- 35) "*Radiosphaerina*" sp.
- 36) *Saccaminopsis* sp.
- 37) *Tetrataxis* sp.
- 38) *Tuberitina* sp.

Cette analogie complète n'a rien de surprenant puisque ces microfaunes sont caractéristiques d'une plate-forme carbonatée à très faible bathymétrie s'étendant des deux côtés du détroit de Cabot.

En Nouvelle-Écosse, la base du Groupe de Windsor semble correspondre à l'extrême sommet du Meramec (Globensky, 1967; Mamet, sous presse) et son sommet atteint la base du Namurien. Dans la région type du Windsor, la

zone 16_i est présente à la base de la subzone C de Bell (Mamet, sous presse); c'est donc à cet horizon que nous reportons les Calcaires de Crabbs et de Jeffrey.

Comparaison avec d'autres bassins de l'Hémisphère Nord

La similitude de certains éléments de la macrofaune entre les Provinces Maritimes et l'Europe Occidentale, a frappé depuis longtemps la plupart des biostratigraphes. Hill (1948), en particulier a montré que nombre de Coraux du Windsor étaient spécifiquement semblables ou même identiques à ceux du Carbonifère classique d'Angleterre, d'Irlande et de Belgique.

Cette similitude a induit plus d'un stratigraphe à postuler des liaisons particulièrement faciles à travers le paléo-Atlantique. Certains y voient même des preuves d'un rapprochement géographique Amérique-Europe au Paléozoïque.

Il semble toutefois utile d'apporter quelques corrections à ces vues. Jusqu'à ces dernières années, nos connaissances stratigraphiques étaient limitées à des régions à forte densité de population et à niveau technologique et scientifique élevé; ainsi les faunes de l'Ouest Européen et du Midcontinent Nord-Américain sont-elles connues depuis les débuts de la stratigraphie. Par contre, notre connaissance des faunes de l'U.R.S.S. date de moins de vingt ans; quant à celle de la Sibérie Arctique, de l'Alaska, du Yukon et des îles canadiennes arctiques, elle est en perpétuel développement. Aussi, à ce stade de nos connaissances, faut-il conseiller quelque prudence dans nos reconstitutions paléobiologiques.

De plus, les paléontologues ont souvent confondu, inconsciemment, la première description d'une faune avec son origine. S'il s'agit d'un truisme, il semble utile de le répéter. Les Foraminifères "de la plate-forme anglaise", sont en réalité originaires du centre de la Téthys...

Ces restrictions présentes à l'esprit, il devient évident que si, par exemple, *Archaediscus krestovnikovi* originellement décrit du Kazakhstan est également présent en Terre-Neuve, ce fait n'implique nullement des communications préférentielles entre l'Asie Occidentale et l'Amérique. En effet, cette espèce est connue dans toute l'Europe Occidentale et l'Afrique du Nord (Cumings, 1962; Chanton, 1964; Mamet, Choubert et Hottinger, 1966), dans la plate-forme russe, le Donbass et l'Oural (Rauzer-Chernousova in Chernysheva, 1948; Schlykova, 1951; Aizenberg, Braznikhova, Ishenko et Novik, 1953; Ilyna, 1953; Grozdilova, 1953; Grozdilova et Lebedeva 1954; Einor, 1955; Braznikhova, 1956; Durkina, 1959; Galitskaia-Glatchenko; 1958 et 1960, Pronin, 1960; Mikluko-Maklai, 1961; Einor et Vdovenko, 1963; Safarov et Kapstan, 1964;

Skvorzov, 1965), l'Arctique Sibérien (Chernyak et Dedok, 1959; Sossipatrova, 1962; Selomina, 1962; Ustritz et Chernyak, 1967) et elle a été observée par l'auteur en Alaska, Yukon, Alberta, Wyoming, Colorado, New Mexico, Illinois et Kentucky. Aussi est-elle caractéristique d'une absence de barrières paléobiologiques au Viséen, mais elle est loin de suggérer une liaison préférentielle ou un rapprochement paléogéographique Amérique-Asie.

L'étude globale de la répartition des Foraminifères Carbonifères montre sans nul doute qu'il n'existe pas de provincialisme parmi ces faunes. Ainsi, toutes les familles (quatorze), 90% des genres (environ 120) et 10% des espèces (approximativement 5 à 600) sont connues dans tous les bassins étudiés à ce jour dans l'Hémisphère Nord.

Pour illustrer cette thèse, les colonnes 1, 2, 3, 4 donnent l'abondance des taxa communs à Terre-Neuve et aux bassins d'Europe Occidentale, d'Afrique du Nord, de la plate-forme russe, du Donbass, de l'Oural, de Sibérie Septentrionale, d'Alaska, du Yukon, et du Midcontinent Nord-Américain.

Ce tableau permet de séparer trois groupes de distribution:

- 1) les distributions "cosmopolites" dans l'Hémisphère Nord, qui s'observent au niveau des espèces, des "groupes", et des genres:

Earlandia clavatula (Howchin)

Endothyra du groupe *E. bowmani* Phillips in Brown emend Brady.

Tetrataxis sp.

- 2) des distributions essentiellement eurasiatiques³.

Saccaminopsis qui est limité à l'Europe, et n'est connu en dehors d'elle que par quelques sections douteuses et rares à Terre-Neuve.

- 3) des distributions essentiellement américaines :

Eostaffella (?) *discoidea* qui pullule sur le craton Nord-Américain, mais n'est pas présente en Europe.

Cette inégalité des distributions paléobiologiques permet ainsi de reconnaître un domaine eurasiatique et un domaine américain séparés par une faune arctique de transition. Mais, il faut insister sur le fait qu'il s'agit de domaines

3. Cette comparaison, limitée aux taxa connus à Terre-Neuve, ne présente évidemment qu'une vue incomplète de la microfaune du Viséen le plus Supérieur; il faut en effet insister sur le fait que si tous les genres connus en Amérique sont présents également en Eurasie, la réciproque n'est pas vraie; des genres tels *Loeblichia*, *Valvulinella*, *Howchinia* sont inconnus en Amérique du Nord (à l'exception de l'Alaska).

“ouverts” et non de provinces; ils possèdent suffisamment d'espèces en commun qui évoluent suivant une phylogénie suffisamment comparable, pour qu'un seul type de zonation soit utilisable dans tout l'Hémisphère Nord.

Cet exemple de reconstitution paléobiologique montre combien il est difficile de trouver des arguments paléontologiques pertinents à la répartition paléogéographique des continents anciens. Partisans ou détracteurs de la dérive des continents, sont prompts à trouver quelque similitude ou dissimilitude faunique favorisant leurs thèses respectives. Mais, nous sommes en réalité, encore loin de connaître, même approximativement, la distribution des faunes fossiles à l'échelle mondiale; à fortiori, sommes-nous encore moins capables d'en expliquer raisonnablement la répartition.

Références

- AIZENBERG, D., N. BRAZNIKOVA, A. ISHENKO et Y. NOVIK, 1953. Les dépôts carbonifères de la dépression du Dnieper-Donetz (en russe). *Geol. Zhurnal, Akad. Nauk. Uk. S.S.R.*, **13** (2):1-18.
- BAIRD, D.M., 1951. Gypsum deposits of Southwestern Newfoundland. *Bull. Can. Min. Metall.*, (467): 155-164.
- BAIRD, D.M. and P.R. CÔTÉ, 1964. Lower Carboniferous sedimentary rocks in Southwestern Newfoundland and their relations to similar strata in Western Cape Breton Island. *Bull. Can. Min. Metall.*, (625): 509-520.
- BELL, W.A., 1948. Early Carboniferous strata of St. Georges Bay Area, Newfoundland. *Bull. geol. Surv. Can.*, (10): 1-40.
- BRAZNIKOVA, N.S., 1956. Faune et flore du Carbonifère du Bassin de Galicie-Volyn (en russe). *Akad. Nauk. Uk. S.S.R.*, ser. strat. pal., **10**:16-103.
- CHANTON, N., 1964. Étude de la microfaune du Viséen et du Moscovien de différents bassins sahariens. *Bull. Soc. geol. Fr.*, sér. 7, **5**, (3):383-392.
- CHERNYAK, G.E. et T.A. DEDOK, 1959. Nouvelles données sur le Paléozoïque de la rivière Taree (Taimyr Central) (en russe). *Arkt. Inst., Sbornik Stat. Paleont. Biostratig.*, Bull. 13, pp. 20-28.
- CHERNYHEVA, N.E., 1948. Quelques espèces nouvelles de Foraminifères du Viséen de Makarov (Urals du Sud) (en russe). *Trudy Inst. Geol. Nauk., Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **62-19**: 246-250.
- CUMMINGS, R.H., 1961. The foraminiferal zones of the Carboniferous sequence of the Archerbeck borehole, Canonbie, Dumfriesshire. *Bull. geol. Surv. Gt. Br.*, **18**:107-128.
- DURKINA, A.V., 1959. Foraminifères du Carbonifère Inférieur de la région du Timan-Petchora (en russe). *Mikrofauna S.S.S.R.*, *Sbornik 10, Vses. N Nauch.-Issled. Geol. Razv. Inst., Trudy*, (VNIGRI), **136**:132-335.
- EINOR, O.L., 1955. Sur la stratigraphie du Viséen de la Baschkirie Septentrionale (en russe). *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **103**(4):689-692.

- EINOR, O.L. et M.V. VDOVENKO, 1963. Sur la stratigraphie du Carbonifère Inférieur du bassin de la Rivière Beleute. (Khazakhstan Central) (en ukrainien). *Kiev Univ. Nauch-Issled. Sbornik I*, pp. 35-46.
- GALITSKAIA-GLATCHENKO, A.Ia., 1958. Sur la stratigraphie du Carbonifère Inférieur des Rivières Djergalan et Tekes (en russe). *Inst. Geol. Akad. Nauk. Kirgiz S.S.R., Trudy* **10**: 1-14.
- GALITSKAIA-GLATCHENKO, A.Ia., 1960. Sur la stratigraphie du Carbonifère du Kirgiztan septentrional (en russe). *Akad. Nauk. Kirgiz, Izv., ser. est. teknik nauk, vyp. 2*, (9): 5-21.
- GLOBENSKY, Y., 1965. Unpublished Ph.D. thesis. University of New Brunswick.
- GLOBENSKY, Y., 1967. Middle and Upper Mississippian conodonts from the Windsor Group of the Atlantic Provinces of Canada. *J. Paleont.*, **41** (2):432-448.
- GROZDILOVA, L.P., 1953. Archæidiscidae in Foraminifères fossiles de l'U.R.S.S. (en russe). *Mikrofauna S.S.S.R., Sbornik 6, Vses. Nauch-Issled. Geol. Razv. Inst., Trudy* (VNIGRI), **74**:67-115.
- GROZDILOVA, L.P. et N.S. LEBEDEV, 1954. Foraminifères du Carbonifère Inférieur et du Bashkirien (Carbonifère Moyen) de la région de Kolvo-Vichera et du bassin du Kouznetz (en russe). *Mikrofauna S.S.S.R., Sbornik 7., Vses. Nauch-Issled. Geol. Razv. Inst., Trudy* (VNIGRI), **81**: 1-236.
- HAYES, A.O. and H. JOHNSON, 1937. Preliminary report on gypsum deposits. *Dept. Nat. Resources. Newfoundland, Geol. Section, Inf. Circ.* no. 3.
- HAYES, A.O. and H. JOHNSON, 1938. Geology of the St. Georges Bay Carboniferous Area. *Bull. geol. Surv. Newfoundland*, no. 12. pp. 1-62, 17 fig.
- HILL, D. 1948. The distribution and sequence of Carboniferous Coral fauna. *Geol. Mag.*, **85** (3):128-148.
- ILYNA, N.S., 1953. Données nouvelles sur la stratigraphie du Carbonifère Inférieur de la surélévation de Surs-Mokchinsk (en russe). *Dokl. Akad. Nauk, S.S.S.R.*, **91**: 1191-1194.
- KAY, M., 1967. Stratigraphy and structure of Northeastern Newfoundland bearing on drift in North Atlantic. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **51**(4):579-600.
- MAMET, B., 1962. Remarques sur la microfaune de Foraminifères du Dinantien. *Bull. Soc. Belge. Géol.*, **70** (2):166-173.
- MAMET, B., 1968. On the Foraminiferal microfauna of the Etherington Formation Carboniferous System, Alberta, Canada. *Bull. Can. Ass. Petr. Geol.*, **16** (2):167-179.
- MAMET, B. et D.J. BELFORD, 1968. Carboniferous Foraminifera, Bonaparte Gulf Basin, Northwestern Australia. *Micropaleontology*, **14** (3):339-347.
- MAMET, B., G. CHOUBERT et L. HOTTINGER, 1966. Note sur le Carbonifère du jebel Ouarkziz. Étude du passage du Viséen au Namurien d'après les Foraminifères. *Notes et Mém. Ser. Géol. Maroc*, no. 198, : 6-20.
- MAMET, B. et D. MASON, 1968. The foraminiferal zonation of the Lower Carboniferous Connor Lake Section, British Columbia. *Bull. Can. Ass. Petr. Geol.*, **16** (2):147-166.

- MAMET, B. et B. SKIPP, 1969. Lower Carboniferous Foraminifera; preliminary zonation and stratigraphic implications for the Mississippian of North America. *Proc. 6th int. Congr. of Carb. Strat. Geol.*, (in press).
- MIKLUKO-MAKLAI, A.D., 1961. Stratigraphy of the Carboniferous sequence in Middle Asia. *Comptes Rendus, 4ème Congr. Av. Strat. et Géol. Carb.*, Heerlen, pp. 409-415.
- PRONIN, A.A., 1960. Stratigraphie du Carbonifère de la partie orientale de l'Oural Moyen (en russe). *Geol. Inst. Trudy Akad. Nauk S.S.S.R., Ural Filial*, 51:23-45.
- SAFAROV, E.I. et V.K. KAPSTAN, 1964. Données récentes sur le Carbonifère de Moldavie (en russe). *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 137 (6):1366-1368.
- SAGE, N.M., 1954. The stratigraphy of the Windsor Group in the Antigonish Quadrangles and Mahone Bay-St. Margaret Bay Area, Nova Scotia. *Mem. Nova Scotia Dept. Mines*, (3):1-168.
- SCHLYKOVA, T.I., 1951. Foraminifères des étages viséens et namuriens de la partie occidentale du bassin de Moscou (en russe). *Vses. Neft. Nauch.-Issled. Geol. Razves. Inst., Trudy (VNIGRI)*, 51:109-178.
- SKVORZOV, V.P., 1965. Nouveaux Foraminifères Viséens du Fergan septentrional. (Kirgiz S.S.R.) (en russe). *Paleont. Zhurnal*, no 3, pp. 23-32, 1 pl.
- SOLOMINA, R.V., 1962. La stratigraphie carbonifère des strates du Verkoyansk (en russe). *Nauch.-Issled. Inst. Geol. Arktiki, (VNIGA), Sbornik Stat. paleont. i. biostrat., Bull.* 30, pp. 16-34.
- SOSSIPATROVA, G.P., 1962. Foraminifères du Paléozoïque Supérieur de la péninsule du Taimyr (en russe). *Nauch.-Issled. Inst. Geol. Arktiki, (VNIGA), Sbornik Stat. paleont. i. biostrat., Bull.* 30, pp. 35-72, 1 pl.
- USTRITZ, V.I. et G.E. CHERNYAK, 1967. Le Carbonifère de la péninsule du Taimyr (en russe). in *Stratigraphie du Paléozoïque de la Sibérie septentrionale. Akad. Nauk. S.S.R., Sib. otdel*, pp. 216-219.

ORDOVICIAN FORMATIONS IN NORTHWESTERN NEW YORK

MARSHALL KAY

Department of Geology

Columbia University, New York, N.Y. 10027, U.S.A.

Résumé

Les calcaires de la série trentonienne qui se trouvent le long de la vallée Black River, au nord-ouest de New-York, ont été subdivisés en plusieurs unités stratigraphiques ou formations définies comme suit: le calcaire de Kings Falls, une calcarenite en bancs épais, appartenant au Rocklandien récent et au Kirkfieldien; le calcaire Sugar River, plus argileux, d'âge Shoremanien; le calcaire de Denley rapporté au Denmarkien ou Cobourgien inférieur. L'auteur a tenté d'établir une relation entre ces formations et celles de l'Ontario.

Abstract

The limestones of the Trentonian Series along Black River Valley in northwestern New York have been separate into several lithic units, or formations, here defined. The Kings Falls Limestone, a heavy-ledged calcarenite, is late Rocklandian and Kirkfieldian; the Sugar River Limestone, more argillaceous, is Shorehamian; and the Denley Limestone is Denmarkian and lower Cobourgian. Their relationships to Ontario formations are portrayed.

Introduction

The time-stratigraphic and lithic units in the middle Ordovician limestones of Ontario and northwestern New York have long been recognized. It was held that single names of the time-terms should be applied, because the principal interest was in distinguishing rocks of an age rather than of one kind. Although the time-rock terms were called stages by some (Clark and Schuchert, 1899; Cushing, 1906; Kay, 1937; 1947), they were generally called formations in the belief that their application to time-bounded rock units could be distinguished by context (Grabau, 1913, pp. 1103, 1106-1108; Willis, 1901, p. 567); formations formed divisions of the "standard time-scale" (Williams, 1901, p. 573). To some degree, the restriction in adding geographic names was attributable to the view that lithologies were constant in time, that differences in fauna in beds of similar stratigraphic position demonstrated difference in age (Ulrich, 1916, p. 451-490) rather than bearing on environment.

Stages and Formations

The code on stratigraphic nomenclature (American Commission, 1961) formulated the separation of time-rock and rock units by encouraging application of separate names to each. In the middle Ordovician, the rocks of the present Black River Group included the Lowville and Black River stages (Clarke and Schuchert, 1899); the latter term having dual use, Chaumont was applied (Kay, 1929, p. 664) to rocks « younger than Lowville and older than the Rockland. » To distinguish time-rock from rock names, the former were spelled with distinctive endings, Lowvillian and Chaumontian (Kay, 1948, p. 1411-1412).

The « Trenton Group » was divided into faunal zones and « formations » (Raymond, 1914) which have become the succession of stages or substages — Rocklandian, Kirkfieldian or Hullian, Shermanian (Shorehamian and Denmarkian) and Cobourgian. Raymond placed the succeeding « Collingwood » in the Trenton, but it may be partly time-equivalent to the Cincinnati Edenian Stage. The original « Trenton » was time-stratigraphic, but the term has been applied both to a Trentonian Series and Trenton Group, just as the terms Cincinnati Series and Cincinnati Group are commonly used. This is not strictly proper under the code, but it is doubtful that a replacing term for the commonly used « Trenton Group » is desired.

The Black River and Trenton groups have named lithic units in central Ontario (Okulitch, 1939; Liberty, 1956) (Figure 1), Shadow Lake, Gull River, Moore Hill, Coboconk, Bobcaygeon, Verulam and Lindsay. Some parts of the sequence in the St. Lawrence region have lithic names, such as Watertown, Glenburnie, Leray, Selby, and Napanee (Ruedemann, 1911; Kay 1929; 1937a). Three distinct lithic units are to be designated in New York in the Trentonian. The first formation, dominantly calcarenite, lies above the Napanee limestone, and is named the Kings Falls Limestone. The second, overlying it, is shaly and argillaceous, the Sugar River Limestone. And the next succeeding formation, the Denley Limestone, is distinct in having a persistent marly limestone member in its base, the Camp Member (Chenoweth, 1951), and in being overlain by a contrasting heavy-ledged calcarenite of the escarpment forming Steuben Limestone (Kay, 1953). All are more fully described subsequently.

The stage is a concept such that its extension from a type locality must be subjective; it is bounded by surfaces of time, determined by whatever means, generally faunal. The rock units may seem more objective, but in practice, « lithic units » — formations and members — are composed of complexes of several kinds of rock in proportions that change vertically and laterally (Chenoweth, 1951). There is rarely a distinct boundary that is not open to dispute, such as a marked lithic discontinuity. Thus the Gull River Limestone in the type section of the Lowvillian stage in New York has several kinds of limestone of differing origins (Walker, 1968) that are appreciably different than in the section at

Napanee, Ontario (Young, 1943, pp. 227-232). And the Rocklandian Stage in New York and southeastern Ontario is separable into several biozones and changing lithofacies, which have been given lithic rather than geographic names except in certain extreme rock types (Cameron, 1968).

Definitions of Formations

KINGS FALL LIMESTONE (new), from Kings Falls on the Deer River, northern Lewis County, New York. The formation is characterized by the prevalence of thick ledges of calcarenite and coquinite, frequently with large ripples (Kay, 1945, p. 431.) in contrast to the thinner-bedded, finer-textured Napanee Limestone below and Sugar River Limestone above. Along Deer River, the broad plain above Deer River village lacks exposures of the lower part of Rocklandian Stage; the first succeeding outcrops are in Napanee Limestone. Beyond a gap are the lowest beds of the Kings Falls, rippled calcarenite having interbeds like those of the underlying formation. The base of the Kings Falls has been placed at that of the first dominant calcarenite rather than at the top of interbeds of finer texture. The top of the formation in the type section along Deer River lies some 100 feet higher at the top of Kings Falls, a foot below contorted shaly beds, the base of the Sugar River Limestone formation. The Sugar River is there exposed upward to marly ledges of the Camp Member of the Denley Limestone 400 yards upstream at the top of continuous exposures. At Sugar River, the contrast between the calcarenitic Kings Falls and the underlying Napanee is excellently shown in the road cut just north of the river, again with some *Triplesia*-bearing calcisiltite interbeds above twenty feet of calcarenite; the section along the river is also excellent.

The type section of the Kings Falls on Deer River is dominantly in the Kirkfieldian Stage, but the upper Rocklandian Zone of *Triplesia cuspidata* is in the base. The Kings Falls is overlain by the Shorehamian Zone of *Cryptolithus tessellatus* in the Sugar River Limestone. The details of the lithic changes and contrasts are described by Chenoweth (1952).

SUGAR RIVER LIMESTONE (new), from Sugar River, southern Lewis County, New York, is essentially the « Shoreham limestone » of older reports, the lithic unit approximating the Shorehamian Stage, the Zone of *Cryptolithus tessellatus* in the Black River Valley, New York (Chenoweth, 1952). The Sugar River Limestone comprises thin-bedded shaly calcarenite and calcisiltite contrasting with the more calcarenitic underlying Kings Falls Limestone, and with the overlying Denley Limestone, which has similar thicker calcarenite ledges above the basal marly Camp Member and calcilititic Glendale Member. In the type section on Sugar River, the base of the Sugar River Limestone is above a rippled calcarenite ledge at the top of the main fall above the railroad bridge. The thickness of thin-bedded limestone is about forty feet to the base of the overlying Camp Member exposed in the face of the « palisades » and in a terrace to the west of this bluff.

The Sugar River Limestone is Shorehamian in exposures in the upper West Canada Creek and Black River Valleys; in the former area, it is succeeded by the *Trocholites* zone of the Poland Member of the Denley formation (Kay, 1943; 1953), but southeastward from Middleville, the Sugar River lithology terminates as Shorehamian rocks pass into coarse, calcarenite facies of the Kings Falls Limestone, which is thus time-transgressive. On the north shore of Lake Ontario west of Bath and east of Sandhurst, the lower Shorehamian is calcarenite at the Royal George monument, and the upper Shorehamian is essentially like typical Sugar River Limestone. The Sugar River has not been distinguished from the Denley Limestone westward in Ontario, the two forming parts of the lithically similar Verulam Limestone (Liberty, 1956).

DENLEY LIMESTONE (new), from Denley station (abandoned) on the old Rome, Watertown and Ogdensburg Railroad at Sugar River, southern Lewis County, New York: the formation comprises variably shaly calcarenite and calcisiltite having a distinctive marly Camp Member (Chenoweth, 1952) at the base, and contrasting with the thick-ledged calcarenite of the Steuben Limestone (Kay, 1943; 1953) at the top. The type section of the formation overlies that of the Sugar River Limestone on Sugar River and extends from the base of the Camp as dark but light-weathering, marly, *Calymene*-rich limestone in the face of the « palisades », one-quarter mile above the New York Central Railroad bridge, and in a knoll at their western end. The Denley is interruptedly exposed upstream, principally on tributary Moose Creek. All but the extreme base is fully shown in Trenton Falls gorge of West Canada Creek (Kay, 1953), comprising the Poland, Russia and Rust shaly members, with thickness of about 200 feet to the base of the sharply contrasting Steuben limestone in the spillway by the high dam.

The Denley Limestone is in the Denmarkian and lower Cobourgian stages in the type section. The top lies within the lower Cobourgian Hallowell Limestone in northwestern New York and southeastern Ontario, the upper part of which is heavy-ledged Steuben calcarenite equivalent, and forms a scarp along the top of the Denley (Lippitt, 1959).

Summary

The Bolarian and Trentonian series in northwestern New York are represented in the Black River and « Trenton » groups. The series are classified into stages, having faunal zones. The groups contain formations and members. These are not truly lithic units, but associations of rock types that contrast vertically and change laterally so that the facies can be distinguished by characteristic lithologies, some having geographic names. The changes are not a simple progression representing or suggesting successive off-shore deposits of an advancing or retreating sea. The Kings Falls, Sugar River and Denley limestone formations are defined here.

References

- AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 1961. Code of stratigraphic nomenclature. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **45**: 645-665.
- CAMERON, B.W., 1968. Stratigraphy and sedimentary environments of lower Trentonian Series (middle Ordovician) in northwestern New York and southeastern Ontario. Ph.D. thesis, Columbia Univ., New York, 1-271.
- CHENOWETH, Philip A., 1952. Statistical methods applied to Trentonian stratigraphy in northwestern New York. *Bull. geol. Soc. Am.*, **63**: 521-560.
- CLARKE, J.M. and Charles SCHUCHERT, 1899. Nomenclature of the New York series of geologic formations. *Science, n.s.*, **10**:874-878.
- CUSHING, H.P., 1905. Geology of the northern Adirondack region. *Bull. New York St. Mus.*, **96**: 271-453.
- GRABAU, A.W., 1913. Principles of Stratigraphy. New York, A.G. Seller, 1-1185.
- KAY, Marshall, 1929. Stratigraphy of the Decorah formation. *J. Geol.*, **42**: 639-671.
- KAY, Marshall, 1937. Stratigraphy of the Trenton group (abstract). *Proc. geol. Soc. Am.* 1936:82.
- KAY, Marshall, 1937a. Stratigraphy of the Trenton group. *Bull. geol. Soc. Am.*, **48**:233-302.
- KAY, Marshall, 1943. Mohawkian series on West Canada Creek, New York, *Am. J. Sci.*, **241**:597-606.
- KAY, Marshall. 1945. Paleogeographic and palinspastic maps. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.* **29**:426-450.
- KAY, Marshal, 1948. Summary of middle Ordovician bordering Alleghany Synclinorium. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **31**:1397-1415.
- KAY, Marshall, 1953. Geology of the Utica Quadrangle, New York. *Bull. New York St. Mus.*, **347**:1-116.
- LIBERTY, B.A., 1966. Studies of the Ordovician System in central Ontario. *Proc. geol. Ass. Canada*, **7**:139-147.
- LIPPITT, Louis, 1959. Statistical analysis of regional facies change in Cobourg limestone in northwestern New York and southeastern Ontario. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **43**:807-816.
- OKULITCH, V.T., 1939. The Ordovician section at Coboconk, Ontario. *Ray. Can. Inst.*, **22**, **2**: 319-339.
- RAYMOND, P.E., 1914. The Trenton group in Ontario and Quebec. *Geol. Surv. Can. Summ. Rept.*, **1912**:342-350.
- RAYMOND, P.E., 1921. A contribution to the description of the Trenton group. *Geol. Surv. Can. Mus. Bull.*, **31**:1-64.
- RUEDEMANN, Rudolf, 1910. Geology of the Thousand Islands region. *New York St. Mus. Bull.*, **145**:86-90.
- ULRICH, E.O., 1916. Correlation by displacements of the strand-line and the functions and proper use of fossils in correlation. *Bull. geol. Soc. Am.* **27**:451-490.
- WALKER, K.R., 1968. Paleozoic nearshore carbonate ecology: Middle Ordovician Black River Group of New York State (abstract). *Geol. Soc. Am. Spec. Paper*, **115**: 231.
- WILLIAMS, H.S., 1901. The discrimination of time-values in geology. *J. Geol.*, **9**: 570-585.
- WILLIS, Bailey, 1901. Individuals of stratigraphic classification. *J. Geol.*, **9**: 557-569.
- YOUNG, F.P. jr., 1943. Black River stratigraphy and faunas. *Am. J. Sci.*, **241**: 141-166; 209-240.

GRAPTOLITE FAUNAS FROM THE MIDDLE ORDOVICIAN OF THE GASPÉ NORTH SHORE¹

JOHN RIVA

Département de Géologie, Université Laval
Québec 10, Canada

Résumé

Certaines formations allochtones de l'Ordovicien moyen affleurant sur la rive nord de la péninsule de Gaspé ont fourni des graptolites typiques du Normanskill, du "Magog", Canajoharie et de l'Utica inférieur. Cet ensemble faunique suggère l'existence d'au moins deux séquences majeures : une première comprenant des strates du Normanskill, "Magog" et de l'Utica inférieur, puis une deuxième, un Flysch, de plusieurs mille pieds d'épaisseur, d'âge Canajoharie et Utica inférieur.

On connaît six faunes de graptolites pouvant marquer sûrement autant de niveaux différents dans les formations ordoviciennes du nord-est de l'Amérique du Nord. Les graptolites du Normanskill ne sont rattachés qu'à une seule zone, soit celle de *Nemagraptus gracilis*; vient ensuite la faune du "Magog", dont la définition et la valeur restent encore à établir; finalement suivent deux zones du Canajoharie puis deux autres de l'Utica. L'auteur croit qu'il est impossible de rattacher les faunes du "Magog", du Canajoharie et de l'Utica, à la zone d'*Orthograptus truncatus* var. *intermedius* (zone 13) de la section stratigraphique de l'Ordovicien du Texas (Berry, 1960).

Abstract

Graptolite collections from the allochthonous Middle Ordovician of the north shore of Gaspé contain typical Normanskill, "Magog", Canajoharie and lower Utica assemblages. These faunas suggest that at least two major sequences are there present : one comprising strata of Normanskill "Magog" and lower Utica age and one consisting of a flysch, thousands of feet thick, of Canajoharie and lower Utica age.

Six graptolite faunas, capable of zonal distinction, are recognized in the Middle Ordovician of northeastern North America. Normanskill graptolites are referred to only one zone, that of *Nemagraptus gracilis*; this is followed by the "Magog fauna", still in the process of definition and evaluation, and by two Canajoharie and two Utica zones. The writer finds it impossible to interpret "Magog", Canajoharie and Utica faunas in terms of the zone of *Orthograptus truncatus* var. *intermedius* (zone 13) of the Ordovician sequence of Texas (Berry, 1960).

¹ Contribution No 159, Département de Géologie, Université Laval.

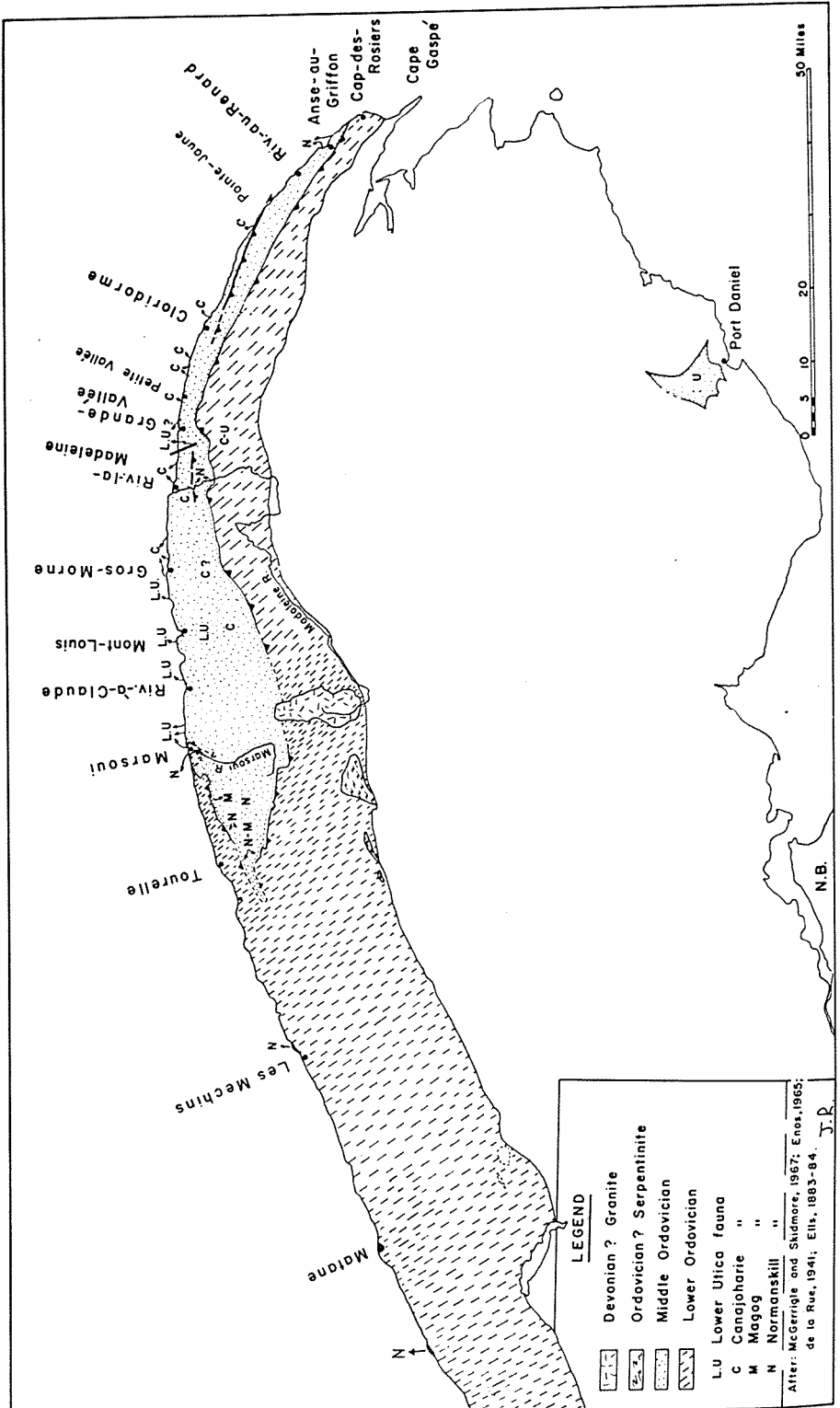


FIGURE 1—Distribution of Ordovician rocks in the Gaspé peninsula.

Introduction

Collections of Normanskill and Utica graptolites marked « Marsoui » at Laval University first drew the writer's attention to the Middle Ordovician faunas of the northern coast of Gaspé. These collections were made by Abbé J.W. Laverdière in 1937 and later identified by R. Ruedemann, who referred them to their corresponding stratigraphic level in New York. However, nothing was published on this matter.

Middle Ordovician rocks of Gaspé were originally called Utica by Ells (1883) at a time when the opinion of the New York geologists was that graptolite-bearing rocks on the Normans kill in the Hudson River valley were of the same age as the Utica shales of the Mohawk valley. Lapworth (1886) dated collections from Gaspé with respect to the graptolite succession of Britain and concluded that the fauna at Marsoui was similar to that on the Normans kill, but older than that of the Utica. Identical conclusions were reached later by Ruedemann (1901), but the Middle Ordovician strata on Gaspé's north shore were still called Utica well into this century (Parks, 1931). In McGerrigle's (1954, 1959) reports, which cover considerable portions of the Middle Ordovician rocks, all Middle Ordovician faunas are dated as Normanskill; in Enos' Ph.D. thesis (1965), graptolites from the northern coast of Gaspé are referred to a post-Normanskill but pre-Utica time interval.

This paper is the result of a study of several fossil collections that were made available to the writer from various sources, all to be acknowledged later on in the paper. The tentative conclusions arrived at here will necessarily have to undergo additional testing in the field.

Graptolites at Marsoui and Griffin Cove

FAUNAS AT MARSOUÏ. — The imposing cliffs to the west of the village of Marsoui — situated at the mouth of a river bearing the same name — are largely composed of masses of complexly folded grey, green, red and black shales from which Jones (1934, p. 26, lot 9) derived Lower Ordovician graptolites. At the base of these cliffs, and extending westward for half a mile from Marsoui (Fig. 2; Fig. 1), are several thrust slices of highly deformed black shale containing abundant but distorted graptolites. The first collections from these slices were studied by Lapworth (1886, p. 167 *et seq.*) who reasoned that the « Marsouin River » fauna, or zone, was similar and coeval to that of the *Nemagraptus* (then *Coenograptus*) *gracilis* zone of the British succession, and identical to that previously studied by Hall (1847, 1859) on Normans kill in the Hudson River valley of New York.

The graptolites listed by Lapworth were based from apparently incomplete collections made by Weston (1889, p. 111-112) and do not fully show the similarity of this fauna with that on the Normans kill. Collections made by Jones (1934, p. 26) from the same outcrops were recognized by Ruedemann as being of Normanskill age. The following list is, perhaps, more complete; it was derived from the study of various collections made by J.W. Laverdière (1937), H.W. McGerrigle (1949), R. Stevens (1968) and by the writer (1968); it contains :

1.	<i>Climacograptus bicornis</i> (Hall)	c
2.	" sp.	c
3.	<i>Dicellograptus divaricatus</i> (Hall)	a
4.	" <i>sextans</i> (Hall)	a
5.	<i>Dicranograptus rectus</i> Hopk.	c
6.	<i>Didymograptus sagitticaulis</i> (Gurley)	a
7.	<i>Glossograptus ciliatus</i> (Emmons)	r
8.	<i>Glyptograptus euglyphus</i> (Lapw.)	c
9.	<i>Hallograptus mucronatus</i> (Hall)	r
10.	<i>Nemagraptus gracilis</i> (Hall)	r-c
11.	<i>Orthograptus calcaratus</i> , variety	r
12.	<i>Pseudoclimacograptus modestus</i> (Rued.)	c
13.	<i>Corynoides</i> sp.	

a: abundant; c: common; r: rare.

East of the pier at Marsoui (Fig. 2) is a ridge formed by silicified greenish-brown and grey shale which may be as much as 100 feet thick. This siliceous band appears to rest with angular unconformity on about 80 feet of black shale with interbeds of thin platy limestone. The black shale dips south, and it is in thrust-fault contact with massive-bedded, northwest-dipping, grey-greenish sandstone. Lithologically, the black shale resembles the « Normanskill » shale west of the pier, but it is noticeably much less deformed, although strongly cleaved. Fossils are common in these beds; good collections were made by J.W. Laverdière (1937), R. Bureau (1965) and this writer (1968) especially from bands where the cleavage is parallel to the bedding. The fauna consists of the following graptolites :

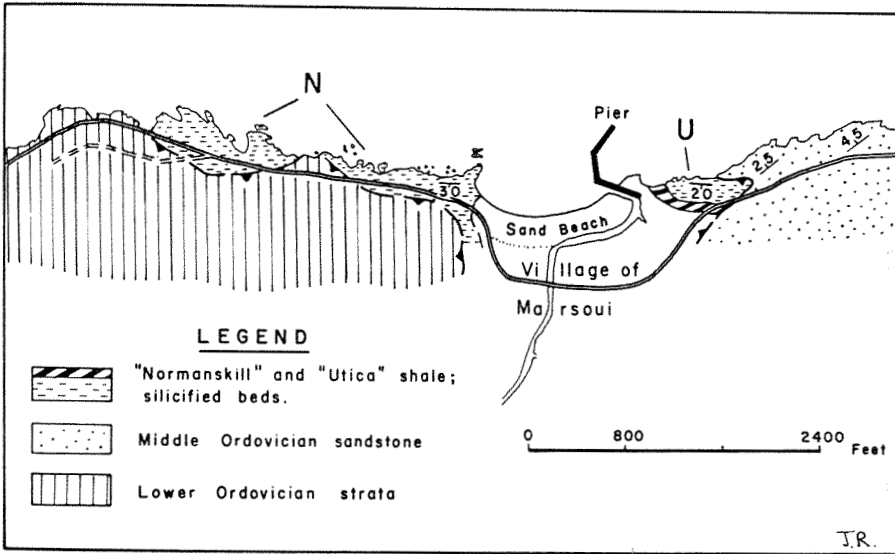


FIGURE 2—Geologic sketch for the shore at Marsoui.

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | <i>Climacograptus caudatus</i> Lapw. | r |
| 2. | " <i>spiniferus</i> Rued. | a |
| 3. | " <i>typicalis</i> Hall. | c |
| 4. | <i>Cryptograptus insectiformis</i> Rued. | r |
| 5. | <i>Dicranograptus</i> cf. <i>D. nicholsoni</i> Hopk. | c |
| 6. | <i>Glyptograptus</i> , new sp. | r |
| 7. | <i>Orthograptus quadrimucronatus</i> var. <i>approximatus</i> (Rued.) | r |
| 8. | <i>Orthoretiolites</i> sp. | r |

a: abundant; c: common; r: rare.

Inarticulate brachiopods and straight nautiloid cephalopods are present in all collections.

This fauna is identical to that of the lower half of the Utica, both as defined by Ruedemann (1925, p. 31) and as redefined by the writer (1969); it is also typical of the zone of *Climacograptus spiniferus* of the Canajoharie-Utica succession of the Mohawk valley and the St. Lawrence lowlands. *Climacograptus caudatus* and *Orthoretiolites* have been recognized up to now only in the Lower Utica of the St. Lawrence valley but not in that of New York (Laverdière, 1934, p. 65-67; Riva, 1969).

These two graptolite faunas show that the thrust sequence at Marsoui contains graptolites of both « Normanskill » and lower « Utica » age. Nothing can be said, however, as to the presence of strata bearing faunas intermediate between the « Normanskill » and the « Utica », as the shore interval between the two outcrops is covered by gravel and beach deposits (Fig. 2). The Utica beds and the siliceous band appear to pass westward beneath Normanskill shale, suggesting that the thrust sequence at Marsoui may be overturned.

GRAPTOLITES AT GRIFFIN COVE. – At Griffin cove (Anse-au-Griffon) at the eastern end of Gaspé, Ellis (1883, p. 18-19) reported black shale and silicified beds identical to those at Marsoui. Graptolites from these and from similar beds just west of the Great Fox river (Rivière-au-Renard) (Fig. 1) and other localities nearby were studied by Lapworth (1886, p. 169, 173 and 178) who considered them identical to those of the *Nemagraptus gracilis* zone, or the Normanskill fauna, at Marsoui.

As at Marsoui, the Normanskill beds of Griffin cove are tectonically overlain by thick grey, green, red, and black Lower Ordovician shales (Ells, *op. cit.*, 17-18; Enos, 1965, p. 17) which Kindle (1938) called the Cape Rosier (Cap-des-Rosiers) Beds.

The « Cloridorme Formation »

INTRODUCTION. – Enos (1965, p. 22-23; fig. 1) considered all Middle Ordovician rocks on the northern coast of Gaspé as part of one broad, flysch-like stratigraphic unit which he named the Cloridorme Formation. This formation was interpreted as consisting of three distinct sequences each belonging to separate structural blocks, referred to as the eastern, central and western blocks. The thickness of the formation was estimated to exceed at least 20,000 feet.

Beds of the lowest sequence (sequence α) are restricted entirely to the eastern block and form the easternmost exposures of the formation. They include all beds between the Great Fox river and Griffin cove that bear a *Nemagraptus gracilis* fauna. West of the Great Fox river, the sequence is thrust over sequence β , which continues westward along the shore as far as Grande Vallée. A transverse fault separates rocks of sequence β , or the central block, from those of sequence γ , or the western block. Sequence γ continues westward to include the massive-bedded sandstones in thrust contact with lower Utica shale at Marsoui. The Middle Ordovician rocks at Marsoui river were not referred to any of the three sequences.

Graptolites from sequences β and γ were identified by Berry (in Enos, 1965, p. 62) as indicative of the zone of *Orthograptus truncatus* var. *intermedius*



PLATE I. (A) Mont St.-Pierre, 1400 feet high, composed of strata of Utica and, possibly, Canajoharie age. Note recumbent fold in upper part. (B) Cliffs facing the sea, west of Mont St.-Pierre bay; Utica graptolites have been collected at the base of talus and along the shore.

(zone 13) of the Ordovician section in west Texas. Berry's conclusion was that the Cloridorme Formation was correlative with the uppermost part of the Normanskill and with the Canajoharie Shales of New York.

Two areas underlain by strata referred to the Cloridorme were mapped in « detailed reconnaissance » by McGerrigle prior to Enos' study. These are the Tourelle area, which comprises most Middle Ordovician rocks west of the Marsoui river (McGerrigle, 1954), and the Madeleine river area, which spans

all the coast from Mont-Louis to Petite Vallée (McGerrigle, 1959), as well as most of Enos' γ and β sequences. Large graptolite collections from the Tourelle area were identified by T.H. Clark as typical Normanskill faunas (McGerrigle, 1954, p. 25-26). Similarly, all graptolites from the Madeleine river area were referred to as Normanskill, although brachiopods and cephalopods appeared to be Trenton (McGerrigle, 1959, p. 19-22).

The writer has restudied most of McGerrigle's faunas from both the Tourelle and the Madeleine river areas, together with other collections made by Mr. R. Stevens (1968) and by himself (1968) as far east as Gros Morne.

Nemograptus gracilis FAUNA. — McGerrigle's collections from locality 10, 10A and 9 bear the only *Nemagraptus gracilis*, or Normanskill, fauna of the Madeleine river area. Collections 10 and 10A are from black shales at or near a sharp bend of the Madeleine river (Fig. 1), where T. C. Weston also made identical collections that were reported on by Lapworth (1886, p. 180). The locality, referred to as Little Falls in Lapworth's paper, is indicated on Ells' (1884) Marsouin river folio. Collection 9 comes from farther up the Madeleine river. These graptolites have undergone considerable distortion, but the following forms could be recognized :

1. *Dicellograptus divaricatus* — *sextans* (Hall)
2. *Didymograptus sagitticaulis* Gurley
3. *Climacograptus bicornis* (Hall)
4. " *brevis* Ells and Wood
5. *Glossograptus ciliatus* (Emmons)
6. *Hallograptus mucronatus* (Hall)
7. *Nemagraptus gracilis* (Hall)
8. *Orthograptus calcaratus* (Lapw.)
9. *Cryptograptus tricornis* (Carr.)
10. *Glyptograptus euglyphus* (Lapw.)
11. *Climacograptus caudatus* (Lapw.)
12. *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (His.)
13. Branches of *Dicranograptus*.

This fauna suggests that the eastern thrust block, which was traced by Enos (1965, pl. 1) inland as far west as Cloridorme, extends possibly as far west as the Madeleine river, but nothing could be gleaned from other collections from this area as to its westward continuation into the Tourelle area.

Most collections from the Tourelle area contain graptolites of the *Nemagraptus gracilis* zone and its successor. Some collections from the western end of the area mapped as Middle Ordovician by McGerrigle (1954) contain, instead, Lower Ordovician forms, while one from a locality south of Ste.-Annes-Monts contains Middle Ordovician graptolites. It follows that, in figure 1, the distribution of Middle Ordovician rocks south of Tourelle has been somewhat modified from that shown on McGerrigle's 1954 map to account for these age determinations. Collections from southeast of Tourelle are from black shale lithologically similar to that on the shore west of Marsoui, and contain the same abundant and deformed graptolites, such as :

1. *Climacograptus* sp.
2. *Gryptograptus tricornis* Carr. r
3. *Dicranograptus rectus* Hopk. c
4. *Dicellograptus divaricatus* — *sextans* (Hall) a
5. *Didymograptus sagitticaulis* Gurley a
6. *Glyptograptus teretiusculus* (His.) r
7. *Hallograptus mucronatus* (Hall) r
8. *Nemagraptus gracilis* (Hall) c
9. *Orthograptus calcaratus*, variety r
10. *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (His.) r

a: abundant; c: common; r: rare.

Graptolites from other localities southwest of Tourelle have Normanskill affinities as shown by the following compound faunal list :

1. *Climacograptus bicornis* (Hall)
2. *Corynoides* sp.
3. *Dicellograptus sextans* (Hall)
4. " *moffatensis* var. *alabamensis* Rued.
5. *Didymograptus sagitticaulis* Gurley
6. *Dicranograptus contortus* Rued.
7. *Dicranograptus rectus* Hopk.
8. *Glyptograptus teretiusculus* (His.)
9. *Leptograptus flaccidus trentonensis* Rued.
10. *Orthograptus calcaratus* var. *basilicus* Lapw.
11. *Retiograptus geinitzianus* (Hall)

Graptolites from a locality about half way between Tourelle and Marsoui are similar to those that succeed the Normanskill fauna at the base of the Magog slates (Beauceville Formation) in southern Québec (Berry, 1962a). This fauna consists of :

1. <i>Climacograptus brevis</i> Elles and Wood	r
2. <i>Corynoides curtus</i> Lapw.	r
3. <i>Cryptograptus tricornis</i> Carr.	c
4. <i>Hallograptus mucronatus</i> (Hall) ...	r
5. <i>Orthograptus carcaratus</i> and varieties	a
6. <i>Pseudoclimacograptus scharenbergi</i> (His.)	r
7. Branches of <i>Dicranograptus</i>	r

a: abundant; c: common; r: rare.

The characteristic features of this fauna are : 1) the absence of *Didymograpti* and *Dicellograpti*, and 2) the abundance of *Orthograpti*. *Corynoides* and *Climacograptus brevis* are also the predominant forms of the lower assemblage of the Canajoharie Shale.

GRAPTOLITES FROM SEQUENCES β AND γ . — Sequences β and γ are composed of thousands of feet of alternating black shale, buff-weathering dolomite, and medium- to thick-bedded greywacke. Between Rivière-à-Claude and Marsoui sequence β is topped by about 1500 feet of thick and massive-bedded grey-greenish sandstone (Enos, 1965, p. 60-61). Fossils are limited to comparatively few beds, and are also difficult to extract because of the marked cleavage common in both sequences. Berry's identifications (Enos, 1965, p. 62-63) indicate that the upper part of sequence γ is younger than its lower part and also of sequence β .

Plotted on figure 1 are the locations of some of the most important collections made by McGerrigle and the writer along the coast occupied by the both these sequences. Most collections from the area of sequence β , or the central structural block, contain at least one or more of the following forms :

<i>Corynoides calicularis</i> var. <i>americana</i> Rued.	r
<i>Orthograptus amplexicaulis</i> (Hall)	c
<i>Orthograptus quadrimucronatus</i> cf. var. <i>approximatus</i> Rued.	c
<i>Glyptograptus</i> cf. <i>G. euglyphus</i> (Lapw.)	c
<i>Orthograptus calcaratus</i> , cf. var. <i>basilicus</i> Lapw.	a
<i>Diplograptus</i>	r
<i>Caryocaris</i> sp.	

a: abundant; c: common; r: rare.

The graptolites, taken together, are characteristic of the lower Canajoharie fauna of the Mohawk valley in New York, especially of its main exposures on Morphy, Chuctenunda and Canajoharie creeks. The same fauna occurs at the base of the Canajoharie-Utica sequence of the subsurface of the St. Lawrence lowlands and the island of Anticosti (Riva, 1969).

Enos' (1965, p. 62-63) collections from the vicinity of Grande Vallée and east of the transverse fault separating the central from the western block (or sequence β from sequence γ) bear *Climacograptus spiniferus*, suggesting that upper part of sequence β could be coeval with the lower Utica. McGerrigle's collections from this area contain only *Orthograptus quadrimucronatus* var. *approximatus*, a form with a range extending from the lower Canajoharie to the middle part of the Utica (Riva, 1969).

West of the transverse fault to the cliffs at Gros Morne, the graptolite faunas of several collections from sequence γ contain the same lower Canajoharie forms derived from the shore exposures of sequence β , east of Grande Vallée. These are :

<i>Climacograptus brevis</i> Elles and Wood	r
<i>Corynoides calicularis</i> var. <i>americana</i> Rued.	a
<i>Orthograptus amplexicaulis</i> (Hall)	c
<i>Glyptograptus</i> cf. <i>G. euglyphus</i> Lapw.	r
<i>Orthograptus quadrimucronatus</i> , cf. var. <i>approximatus</i> Rued.	c
<i>Diplograptus</i> , cf. <i>D. multidentis</i> var. <i>compactus</i> Elles and Wood	r

a: abundant; c: common; r: rare.

A collection from two miles south of the mouth of the Madeleine river contains *Climacograptus caudatus* Lapw. and *Orthograptus calcaratus* var. *basilicus*; this combination indicates a lower Canajoharie age.

A McGerrigle collection (F29-1,2, 1951) from the base of the cliffs east of Gros Morne village carries a fauna transitional into the upper Canajoharie with abundant :

Orthograptus ruedemanni (Gurley)
Lasiograptus cf. *L. harknessi* (Nich.)
Corynoides calicularis var. *americana* Rued.

To the west of Gros Morne, lower and upper Canajoharie graptolites have been collected for about a mile from talus slopes at the foot of vertical cliffs facing the sea; west of there, to the massive sandstones forming the upper part of sequence γ between Rivière-à-Claude and Marsoui, only lower Utica graptolites are present in all collections made by McGerrigle and the writer from imposing shore exposures, such as Mont St.-Pierre and the cliffs west of St.-Pierre bay (Plate 1). All together, these lower Utica assemblages consist of :

1. *Climacograptus caudatus* Lapw.
2. " *spiniferus* Rued.
3. " *typicalis* Hall, and its predecessor
4. *Orthograptus quadrimucronatus* var. *approximatus* (Rued.)
5. *Orthograptus amplexicaulis* (Hall)
6. *Dicranograptus* cf. *D. nicholsoni* Hopk.

The massive sandstones west of Rivière-à-Claude have yielded one small collection in which Berry (in Enos, 1965, p. 63) identified *Climacograptus spiniferus* and one (by R. Stevens) with *Climacograptus caudatus*. These graptolites, taken together, could indicate a lower Utica age.

THRUST SEQUENCES. — The study of these faunas suggests that two distinct, and in part, coeval sequences are present in the Middle Ordovician belt on the north shore of Gaspé. One sequence, consists of Enos' sequences β and γ and occupies the coast between Pointe-Jaune and Marsoui; the other comprises Enos' sequence α at the eastern end of the peninsula, the Normanskill beds on the Madeleine river, the black shales at Marsoui and the folded Normanskill sequence south of Tourelle. The first sequence contains Canajoharie and lower Utica graptolites; it is overridden by the second sequence which hitherto has yielded Normanskill, post-Normanskill (Magog) and lower Utica graptolites. The second sequence is, in turn, overridden at Marsoui (Fig. 2) and near Cape Rosier, by folded masses of Lower Ordovician slates and limestones.

The lower half of the Macasti in the subsurface of the island of Anticosti (Riva, 1969) is coeval with the first sequence and the Utica portion of the second. However, the Macasti is less than 300 feet thick and it is composed essentially of black shale and a few thin, platy limestone beds; it bears little or no resemblance to the thousands of feet of greywacke, dolomite and black shale of the flysch sequence exposed on the northern shore of Gaspé. The Macasti does resemble the black Utica shale at the mouth of the Marsoui river, and this black Utica shale, lithologically, is like the lower Utica of the Mohawk valley and the type area.

Middle Ordovician Faunas From Other Parts Of The Canadian Appalachians

The Mictaw Group at Port-Daniel on the southern coast of the Gaspé peninsula (Fig. 1) bears, according to Ruedemann (1947, p. 74), lower Utica graptolites. West of the Middle Ordovician belt on the northern shore of Gaspé, Normanskill graptolites like those at Marsoui and Griffin Cove were reported by Ells (1883, p. 26) and Lapworth (1886, p. 178) from thin black shale (with silicified beds), just east of Les Méchins and from near the mouth of the Tartigou river, southwest of Matane (Fig. 1). South of Matane, de la Rue

(1941) distinguished a sequence which he referred to the Middle Ordovician Pohénégamook Formation. The writer has restudied de la Rue's graptolite collections at the Québec Department of Natural Resources and found them to contain the well-preserved upper Lower Ordovician fauna of the following list :

- | | |
|--|---|
| 1. <i>Cardiograptus</i> cf. <i>C. crawfordi</i> (Harris) | r |
| 2. <i>Cryptograptus antennarius</i> (Hall) | c |
| 3. <i>Didymograptus</i> cf. <i>D. nicholsoni</i> Lapw. | c |
| 4. <i>Glyptograptus dentatus</i> (Brongniart) | a |
| 5. <i>Glossograptus</i> sp. | r |
| 6. <i>Holmograptus spinosus</i> (Rued.) | r |
| 7. <i>Isograptus caduceous</i> var. <i>nanus</i> Rued. | r |
| 8. <i>Pseudoglossograptus etheridgei</i> (Harris) | r |
| 9. <i>Pseudoclimacograptus</i> sp. | c |
| 10. <i>Tetragraptus serra</i> (Brongniart) | r |
| 11. <i>Trigonograptus ensiformis</i> (Hall) | r |

a: abundant; c: common; r: rare.

Most of these graptolites belong to the *Glyptograptus dentatus* zone (zone D) of the Lévis succession (*Holmograptus spinosus* has recently been collected by the writer in the uppermost Lévis beds) and to the zone of *Paraglossograptus etheridgei* (zone 9) of the Texas Ordovician succession. Collections made in the same area by McGerrigle confirm this age assignment.

At Québec, highly deformed Normanskill and/or younger graptolites have long been collected from strata underlying the city (Lapworth, 1886; Ruedemann, 1947, p. 389, 435). Typical Normanskill faunas are now known from beds tectonically below the type section of the Lévis Formation on the south shore of the St. Lawrence River, from strata on the northwest end of the island of Orléans at Ste. Pétronille, from exposures along the Etchemin river near St. Henri (Riva, 1966). Graptolites with Canajoharie affinities have recently been collected by F. F. Osborne, P. St.-Julien and the writer from a lithologic unit bordering Logan's Line on the north side of Ste-Foy, west of the city of Québec. This unit is tectonically below Cambrian red shales of the Charny Formation and strata containing Normanskill graptolites (P. St.-Julien, 1968, personal comm.). Farther afield, on the St. Francis river at Drummondville, highly deformed but typical Normanskill faunas have long been extracted from beds on the St. Francis river near or at Logan's Line (Weston, 1899, p. 8; Riva, 1969).

Near Magog, just north of the U.S. - Canada border, and well within the Appalachian region, Middle Ordovician graptolites have long been derived in great profusion from the Magog slates (or the Beauceville Formation)

(Ruedemann, 1947; Cooke, 1950; Berry, 1962a). Ruedemann interpreted this fauna as intermediate between the Normanskill and the Canajoharie faunas of New York, and erected (*op. cit.*, p. 52, 123) the zone of *Cryptograptus insectiformis* to account for the assemblage. Berry identified two distinct assemblages from the Magog slates on Castle brook; a lower one with graptolites identical to those at Normans kill and a slightly higher one with, apparently, a definitely younger and distinct fauna which he correlated with the zone of *Orthograptus truncatus* var. *intermedius* of the Ordovician sequence of Texas. Ruedemann, apparently, mixed collections from the Magog slates, for his fossil list contains forms referable to both assemblages recognized by Berry.

The Magog graptolites are so distorted that reliable identification of many forms is not always possible. This difficulty is further compounded by a strong cleavage at varying angles with the bedding. All this notwithstanding, all available evidence suggests that two assemblages are possibly present in the lower part of the Magog slates. This conclusion is corroborated by numerous additional collections made by Dr. R. Y. Lamarche (University of Sherbrooke) and by Dr. P. St.-Julien along the basal part of the Magog slates band in the Eastern Townships, from the Castle brook locality to the Beauce area south of the city of Québec.

These collections contain either a typical Normanskill fauna or assemblages which duplicate – with modifications due to different interpretations of biserial graptolites – the younger fauna of Castle brook. As a matter of record the latter consists of :

1. *Climacograptus bicornis* (Hall)
2. " *brevis* Elles and Wood
3. *Corynoides calicularis* var. *americana* Rued.
4. *Cryptograptus insectiformis* Rued.
5. *Dicellograptus divaricatus* — *sextans* (Hall), (but rare)
6. *Dicranograptus spinifer* (Lapw.)
7. *Dictyonema*
8. *Glossograptus ciliatus* (Emmons)
9. *Glyptograptus euglyphus* (Lapw.)
10. *Hallograptus mucronatus* (Hall)
11. *Orthograptus calcaratus* Lapw. and varieties (broad forms)
12. *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (His.)
13. " *modestus* (Rued.)

Graptolite Succession

GENERAL. – In the absence of definite assemblages referable to the fauna of the upper Table Head Formation of western Newfoundland, the graptolite

faunas of the Normanskill, Magog, Canajoharie and Utica formations constitute the graptolite succession for the Middle Ordovician of much of eastern North America. Six zonal assemblages can be distinguished with varying degrees of assurance in this succession. The discussion to follow, however, will be primarily concerned with Normanskill-Magog-lower Canajoharie faunas in an effort to establish a link between faunas characteristic of units of the Appalachian region, and those faunas that had their optimum development in the Canajoharie-Utica shales of the foreland, although, as shown in the preceding discussion, these are now known to be also well represented in folded sequences of the Appalachians.

ZONE OF Nemagraptus gracilis. – This zone was first proposed by Lapworth (1880) for the fauna of the lower portion of the Glenkiln shale of south Scotland and was later (1886) extended to include the Normanskill, Marsoui, Griffin Cove and similar faunas of eastern North America. It now has acquired world-wide significance because many of its forms have a universal distribution.

Assemblages from this zone contain a prolific number of graptolite species and indicate a “burst” in the evolution of the Graptolithina. Ruedemann (1908, p. 13-15) listed as many as 63 forms from Normanskill localities in New York alone. The fauna is characterized by the extraordinary development of several forms of *Dicellograptus*¹ and of *Didymograptus*, together with the peculiar genus *Nemagraptus*, several *Climacograpti*, among them the diagnostic *C. bicornis*, robust biserials like *Orthograptus calcaratus*, and various *Dicranograpti*, to cite a few of the most striking components of this fauna.

Because many graptolites of this zone were first described by Hall (1847, 1859) from exposures on the Normans kill, a tributary to the Hudson river in New York, it has long been referred to, in an informal way, as the Normanskill fauna. Ruedemann (1901, p. 567-68) has since used the term “Normanskill shales” to designate all strata in the Hudson River valley containing the Normanskill fauna and this has created some confusion as to the proper usage of the term Normanskill. But as much of the fauna of the *Nemagraptus gracilis* zone was first described from the exposures on the Normans kill it is quite likely that this term will continue to be used, informally, as an alternative to the zonal designation, without creating undue confusion in geological thought and procedure.

Berry (1962a, p. 709-15) in reviewing the graptolite fauna of the Normanskill Shale, concluded that, with the exception of two collections from

1. The abundance of *Dicellograpti* led Lapworth (1870-80) to refer also to this zone as the zone of *Dicellograptus sextans*, and Gurley (1896), more simply, as the *Dicellograptus* zone.

the upper beds of the formation, it was similar to that of the *Climacograptus bicornis* zone (zone 12) of the Woods Hollow Shale of west Texas and noted that "one major difference" between the New York and the Texas fauna was the presence in the Normanskill of *Nemagraptus gracilis* on the same slab with *Climacograptus bicornis*. In the Texas sequence *Nemagraptus gracilis* has been used by Berry (1960) to name a zone (zone 11) in the lower part of the Woods Hollow, below that of *Climacograptus bicornis*. However, an examination of the fossils reported by Berry (1960, Appendix, p. 120-129) in collections from the Woods Hollow, and a comparison of the fossil lists assigned to either the zone of *N. gracilis* or that of *C. bicornis* do not support the contention that two separate and distinct faunas exist in the Woods Hollow Shale. This conclusion finds ample support, for instance, in the graptolites identified in collection 139, 65 feet above the base of the 436-foot-thick Woods Hollow Shale, and those identified in collections 136 and 105, respectively 57 and 12 feet below its top. All these collections contain essentially the same forms, the principal difference being that *Climacograptus bicornis* is not listed in the lower collection (coll. 139). The presence or absence in either of these collections of one form, such as *C. bicornis*, is not by itself a valid reason for distinguishing a new fauna. Such an approach would, in fact, contradict the criteria behind the recognition of zones recently elaborated on at length by Berry himself (1966).

The Woods Hollow fauna differs little, if any, from that of the Normanskill Shale or of the zone of *Nemagraptus gracilis* of eastern North America. No grounds exist for correlating the fauna of the Normanskill to a zone of *Climacograptus bicornis* (or zone 12) in western Texas where no fauna can be distinguished (in the Woods Hollow Shale) to support the existence of such a zone.

THE "MAGOG FAUNA". — Of the two faunas at the base of the Magog slates, in southern Québec, one is identical to that of the *Nemagraptus gracilis* zone of the Normanskill Shale, the black shale at Marsoui, Griffin Cove and of numerous other units of the northern Appalachians; the other contains elements found in Normanskill assemblages as well as forms characteristic of the fauna of the lower part of the Canajoharie Shale of both New York and Québec, and, therefore, it may be considered as transitional between the two. The following list, extracted from assemblages studied by Berry (1962a) and by the writer (this paper), is a conservative estimate (because the fossils are unusually distorted) of the graptolites composing these younger assemblages :

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | <i>Climacograptus bicornis</i> (Hall) | r |
| 2. | " <i>brevis</i> Elles and Wood | i |
| 3. | <i>Corynoides calicularis</i> var. <i>americana</i> Rued. | i |
| 4. | <i>Cryptograptus insectiformis</i> Rued. | r |
| 5. | <i>Dicellograptus sextans</i> (Hall) | r |

6.	<i>Dicranograptus spinifer</i> (Lapw.)	c
7.	<i>Glossograptus ciliatus</i> (Emmons)	r
8.	<i>Glyptograptus</i> sp.	r
9.	<i>Hallograptus</i> (or <i>Lasiograptus</i>) <i>mucronatus</i> (Hall)	c
10.	<i>Orthograptus calcaratus</i> and varieties	a
11.	<i>Pseudoclimacograptus scharenbergi</i> (His.)	r
12.	" <i>modestus</i> (Rued.)	r

a: abundant; c: common; r: rare.

Characteristic of this fauna is the absence of horizontal branches of *Didymograptus*, of all *Nemagrapti* and most of the *Dicellograpti* of the zone of *N. gracilis*. Large biserial forms of *Orthograptus calcaratus* are typical, and *Pseudoclimacograpti* are common. *Corynoides calicularis* var. *americana* is present in fair numbers but it is not so predominant as in the lower part of the Canajoharie. *Climacograptus brevis* continues with the Canajoharie and *Cryptograptus insectiformis* into the lower Lorraine (Riva, 1969).

Ruedemann (1947) named the fauna at Castle brook the zone of *Cryptograptus insectiformis* and/or of *Climacograptus caudatus*. However, as the former is now known to extend into the Upper Ordovician and of the latter into the middle part of the Utica, a new zonal designation for this fauna will be proposed when the present systematic studies on the content and range of this fauna will be completed. For the present, it will be referred to as the "Magog fauna".

CANAJOHARIE FAUNAS

a) Zone of *Corynoides calicularis* var. *americana*. – No section is yet known in eastern North America that bears the transition from Magog to Canajoharie graptolites. However, the lower Canajoharie fauna is, in all likelihood, the immediate successor to the Magog fauna.

The following remarks are intended to summarize detailed studies on Canajoharie faunas of the St. Lawrence valley and the island of Anticosti already dealt with in detail elsewhere (Riva, 1969) and will include some of the preliminary results arrived at in a careful review of the faunas of the Canajoharie at its type localities in the Mohawk valley of New York.

In contrast to the extraordinary number of graptolites characterizing Normanskill and, to a lesser extent, Magog faunas, Canajoharie assemblages consist, at most, of not more than half a dozen forms, some of which, however, occur in great numbers. The predominant form of lower Canajoharie strata is *Corynoides calicularis* var. *americana*, usually accompanied by smaller numbers of *Climacograptus brevis* and *Climacograptus brevis-minimus* transients. Both forms were already noted in the Magog fauna but appear to have had their

maximum development in the lower Canajoharie. Common also in the lowest beds of the Canajoharie is *Glyptograptus* cf. *G. euglyphus*, followed by *Climacograptus caudatus*, which continues into the lower Utica, and by *Orthograptus amplexicaulis* (= *O. truncatus* and the variety *intermedius* of Berry), and *Orthograptus quadrimucronatus*, varieties *approximatus* and *cornutus*. These *Orthograpti* appear first in the lower Canajoharie, but do not form separate faunal zones as Ruedemann (1912, p. 27) had surmised. The graptolites in the lower Canajoharie are best interpreted in terms of one zone, which this writer (1969) has named the zone of *C. calicularis* var. *americana*.

b) *Zone of Climacograptus minimus*. – The typical forms of the upper Canajoharie first appear in the upper part of the zone of *C. calicularis* var. *americana*. These, fewer in number than those of the lower Canajoharie, are *Orthograptus ruedemanni*, *Climacograptus minimus*, both of which occur in great profusion and are often grouped in synrhaddosomes, and *Neurograptus* cf. *N. margaritatus*. *Climacograptus caudatus* and the large *Orthograpti* from the lower zone are seldom seen in collections from this zone, which is essentially composed of small, or dwarf, graptolites.

UTICA FAUNAS

Zone of Climacograptus spiniferous. – The writer (1969) has extended the Utica downward to comprise the upper member of the Canajoharie Shale of Ruedemann because the graptolites of this member are related to Utica and not Canajoharie faunas. In the Mohawk valley and in parts of the St. Lawrence lowlands, the Utica and Canajoharie Shales are actually biostratigraphic units that can be separated only on the basis of their strikingly dissimilar graptolite content.

The lower half of the Utica contains a new and complex graptolite fauna which, although not comparable to that of the Normanskill in number of species, it contrasts markedly with the impoverished and/or dwarf faunas of the Canajoharie. *Climacograpti* are predominant, especially *C. spiniferus*, *C. typicalis* and its predecessor, and *C. caudatus*; two species of *Dicranograptus* are also present, one of which is referable to *D. nicholsoni*. Of the *Orthograpti*, *O. quadrimucronatus* var. *approximatus* is common, while *O. amplexicaulis* occurs less frequently. Other graptolites of this zone are *Orthoretiolites* sp., *Diplograptus* cf. *D. multidentis*, *Cryptograptus insectiformis*, undescribed forms of *Glyptograptus*, and others.

Ruedemann (1912, 1925) distinguished three zones in the lower half of the Utica, as here interpreted, but this writer (1969) has failed to recognize three separate faunas to support the existence of these zones. The broad fauna of the lower Utica constitutes a zone which the writer has named the zone of *Climacograptus spiniferus*.

b. Zone of *Climacograptus pygmaeus*. – The fauna of the lower Utica gradually changes into that of the upper Utica where it forms a distinct zone named the zone of *Climacograptus pygmaeus* by Ruedemann (1925). Characteristic of this fauna is the exceptional development of *Climacograpti* of the *C. typicalis* type (the disappearance of which coincides with top of the Utica) and of the *Orthograpti*, especially *O. quadrimucronatus* (*sensu stricto*), and *O. amplexicaulis*. *Leptograptus flaccidus* reappears here together with new forms of *Orthoretiolites*, *Glyptograptus*, *Climacograptus*, and *Arachniograptus*.

Summary

The foregoing discussion of the Middle Ordovician graptolites zones of eastern North America may be summarized, together with some of the units bearing the faunas in question, as follows :

	<i>Zone</i>	<i>Formations or Units</i>
UTICA	<i>Climacograptus pygmaeus</i>	Upper Utica Shale (including Deer River and Atwater Creek) of New York, and equivalent strata in Ontario, the St. Lawrence lowlands of Québec, and part of the Macasti Shale of Anticosti island.
	<i>Climacograptus spiniferus</i>	Lower Utica of New York and Québec, Macasti Shale (<i>pars</i>) and time-equivalent strata in the Gaspé peninsula.
CANAJOHARIE	<i>Climacograptus minimus</i>	Upper Canajoharie Shale of New York and Québec; Macasti Shale (<i>pars</i>) and time-equivalent strata in Gaspé.
	<i>Corynoides calicularis</i> var. <i>americana</i>	Lower Canajoharie of New York and of the Québec subsurface; Macasti Shale (<i>pars</i>) & equivalent strata in Gaspé.
MAGOG	"Magog fauna"	Magog slates (Beauceville Formation) (<i>pars</i>); upper beds of Normanskill Shale; beds south of Tourelle, Gaspé.
NORMANS- KILL	<i>Nemagraptus gracilis</i>	Normanskill Shale, Magog slates (<i>pars</i>), and time-equivalent strata through the northern Appalachians to the eastern end of the Gaspé peninsula.

Zone 13 (THE ZONE OF *Orthograptus truncatus* var. *intermedius*) OF THE ORDOVICIAN SEQUENCE OF TEXAS

Berry has referred graptolite assemblages from the upper beds of the Normanskill Shale (1962b), the Magog slates (1962a), the Canajoharie Shale (1963), the lower (1960) and, later, the whole of the Utica (1963, p. 21), and also collections from the Middle Ordovician sequences on the north shore of Gaspé (in Enos, 1965) to the zone of *Orthograptus truncatus* var. *intermedius* (zone 13) of the lower Maravillas Chert of the Ordovician sequence in Texas. In a discussion on the meaning of "zone", he (1966, p. 1496) dismissed the zonal succession recognized by Ruedemann in the Ordovician of New York as "having no significance for temporal subdivision". More specifically, he rejected Ruedemann's Canajoharie and Utica zones as reflecting only "the abundance of nave-giving species" or for not being based on a proper Oppelian approach; he also added that "in no section did Ruedemann examine the teilzones and biozones, of species as Lapworth . . . and Elles and Wood . . ." had done in their work on the British graptolite zonation, disregarding the fact that present British workers (Bulman, 1958; Strachan, 1960; Skevington, 1963; Jackson, 1962) tend to approach and use the zonal scheme worked out by Lapworth, and by Elles and Wood with, at least, some care.

Post-Normanskill graptolite assemblages of eastern North America either differ considerably from those recognized by Berry in the Maravillas Chert of the Ordovician sequence in Texas or are absent or not represented there by related faunas. Berry's (1960, p. 124-28) collections 133, 134, 134A, 135 106, and 73 from the base to about 30 feet above the contact of the Maravillas with the Woods Hollow Shale contain such forms as *Climacograptus typicalis*, *C. spiniferus*, *Dicranograptus nicholsoni*, *Orthograptus amplexicaulis* (= *O. truncatus* and its variety *intermedius*) and forms of *O. quadrimucronatus* that are typical of the lower Utica and its zone of *Climacograptus spiniferus*. These forms, however, are associated with other genera and species that, if and when present in eastern assemblages, occur below the Canajoharie and the Utica. The faunas of the Maravillas zones 14 and 15 can be compared with even more difficulty to faunas of the upper Middle and Upper Ordovician of eastern North America, as these do show close affinities to those of the Australian or Pacific faunal province.

No faunas have been reported between zone 12 and zone 13 corresponding to those of the Canajoharie or the younger fauna of the Magog beds. One must surmise then, that a hiatus exists in the Texas Ordovician succession corresponding to these units. Zone 13 cannot be used to date, correlate or lump together upper Magog, Canajoharie and Utica fossil assemblages of eastern North America; at best, this zone can be considered correlative with only the lower zone of the Utica. The usage of zone 13 in eastern North America, has, in fact, led to misunderstandings as to the age, correlation and equivalency

of upper Middle Ordovician units, especially the Canajoharie and Utica Shales and their homotaxial equivalents. In view of the strong provincial character of post-Normanskill faunas of North America, it is necessary to revert in eastern North America, to a Middle-Upper Ordovician graptolite zonal framework based on faunas that are actually present in its stratigraphic sequences. The Texas graptolite succession may be quite proper and valid for the Ordovician system of the Ouachita geosyncline, but it cannot serve as the standard for the entire Ordovician of North America. Stratigraphic hiatuses and marked faunal provincialism preclude the existence of one standard graptolite zonation for the whole North American continent, no matter how practical and desirable such a scheme would be.

Acknowledgements

Thanks are due to Dr. H. W. McGerrigle of the Department of Natural Resources of the province of Québec for putting at the writer's disposal his fossil collections from Gaspé and for indicating their exact locations; to Dr. F. F. Osborne and M. René Bureau of Laval University who aided the writer in many ways; and to Drs. P. St.-Julien and R. Lamarche for fossil collections and informative discussions on Appalachian geology. Mr. R. Stevens of the University of Western Ontario sent the writer his collections from the Marsoui area. M. Lepage kindly located de la Rue's collections at the Québec Department of Natural Resources. Dr. McGerrigle critically read the first draft of this manuscript. This work was supported by a grant from the National Research Council of Canada.

Comparative type material was loaned by the Sedgwick Museum of Cambridge University (Drs. O. M. B. Bulman and R. B. Rickards), the Lapworth collection at Birmingham University (Dr. Isles Strachan) and the New York State Museum (Dr. D. W. Fisher) at Albany, N. Y.

References

- BERRY, W.B.N., 1960. Graptolite faunas of the Marathon Region, West Texas. *Univ. Texas Publs*, 6005: 179 p.
- BERRY, W.B.N., 1962a. On the Magog, Quebec, graptolites. *Am. J. Sci.*, **260**: 142-28.
- BERRY, W.B.N., 1962b. Stratigraphy, zonation and age of Schaghticoke, Deepkill, and Normanskill Shales, Eastern New York. *Geol. Soc. America*, **73**: 695-718.
- BERRY, W.B.N., 1963. Ordovician correlations in the Taconic and adjacent regions. *Guidebook, Geol. Soc. America, 1963 Ann. Meeting* (J.N. Bird, Editor): 21-31.
- BERRY, W.B.N., 1966. Zones and zones - with exemplification from the Ordovician. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **50**: 1487-1500.
- BULMAN, O.M.B., 1958. The sequence of graptolite faunas. *Paleontology*, **1**: 159-173.
- COOKE, H.C., 1950. Geology of a southwestern part of the Eastern Townships of Quebec. *Mem. Canada geol. Survey*, **257**: 142 p.
- ELLS, R.W., 1883. Report on the geological formation in the Gaspé Peninsula, and acc. maps (1884). *Geol. Survey Canada, Rept. Prog. for 1882, Sec. DD*, 32 p.

- ENOS, Paul, 1965. Anatomy of a Flysch - Middle Ordovician Cloridorme Formation, Northern Gaspé Peninsula. *Unp. Ph.D. Thesis (Yale Univ.)*, 145 p.
- GURLEY, R.R., 1896. North American Graptolites: new species and vertical range. *J. Geol.*, **4**: 63-102, 291-311.
- HALL, James, 1847. Descriptions of the organic remains of the lower divisions of the New York System. *Palaeontology of New York*, **1**, 338 p.
- HALL, James, 1859. Descriptions and figures of the organic remains of the Lower Heldeberg Group and the Oriskany Sandstone. *Paleontology of New York*, **3**.
- JACKSON, D.E., 1962. Graptolite zones in the Skiddaw Group in Cumberland, England. *J. Paleont.*, **36**: 300-313.
- JONES, I.W., 1933. Marsouï map-area, Gaspé Peninsula. *Que. Bur. Mines Ann. Rep.*, Pt. D.
- KINDLE, E.M., 1938. The correlation of certain Devonian fauna of eastern and western Gaspé. *Bull. Am. Paleont.*, **24**: 50 p.
- LAPWORTH, Charles, 1879-1880. On the geological distribution of Rhabdophora. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 3,4,5,6.
- LAPWORTH, Charles, 1886. Preliminary report on some graptolites from the Lower Paleozoic rocks on the South side of the St. Lawrence from Cape Rosier to Tartigo River, from the North Shore of the island of Orleans, one mile above Cap Rouge, and from the Cove Fields, Quebec. *Trans. R. Soc. Canada*, **4**:167-184.
- LAVERDIÈRE, J.W., 1934. Le Paléozoïque de la région de Deschambault, Comté de Portneuf. *Service des Mines de Québec, Rapp. Ann. part D.*, 51-68 p.
- MCGERRIGLE, H.W., 1954. The Tourelle and Courcelette areas. *Que. Dept. Mines Geol. Rept.*, **62**, 63 p.
- MCGERRIGLE, H.W., 1959. Madeleine River area. *Que. Dept. Mines Geol. Rept.*, **77**, 50 p.
- OSBORNE, F.F. and John Riva, 1966. Post-Lévis beds of the Quebec Group at St. Apollinaire, Lotbinière Co., P. Q. *Naturaliste can.*, **93**:145-151.
- PARKS, W.A., 1931. Geology of the Gaspé Peninsula. *Bull. geol. Soc. Am.*, **42**:785-800.
- RIVA, John, 1966. New assemblages of Middle Ordovician graptolites from the Appalachian region, Quebec. *Naturaliste can.*, **93**: 153-156.
- RIVA, John, 1969 (in press). Middle and Upper Ordovician graptolite faunas from the St. Lawrence Lowlands and Anticosti. *Mem. Am. Ass. Petrol. Geol.*, **12**, (M. Kay, Editor).
- DE LA RUE, E.A., 1941. Matapedia Lake area. *Que. Dept. of Mines, Geol. Rept.* **9**, 40 p.
- RUEDEMANN, Rudolf, 1901. Hudson River beds near Albany and their taxonomic equivalents. *Bull. New York State Mus.*, **42**: 489-587.
- RUEDEMANN, Rudolf, 1908. Graptolites of New York; Part 2; Graptolites of the higher beds. *Mem. New York State Mus.*, **71**: 583 p.
- RUEDEMANN, Rudolf, 1912. The Lower Siluric shales. *Bull. New York State Mus.*, **162**: 123 p.
- RUEDEMANN, Rudolf, 1925. The Utica and Lorraine formations of New York. *Bull. New York State Mus.*, **258**: 175 p.
- RUEDEMANN, Rudolf, 1947. Graptolites of North America. *Men. geol. Soc. America.*, **19**: 652 p.
- SKEVINGTON, David, 1963. A correlation of Ordovician graptolite-bearing sequences. *Geol. For Forh.*, **85**: 289-319.
- STRACHAN, Isles, 1960. The Ordovician and Silurian graptolite zones in Britain. *XXI Int. Geol. Cong. Proc. Sect. 7.*: 109-113.
- WESTON, T.C., 1899. Reminiscences among the rocks. *Warwick Bro's. and Rutter Publishers*, Toronto, Ontario.

FOSSILES MARINS PLÉISTOCÈNES DANS LA PARTIE NORD DU LAC SAINT-JEAN

JEAN-CLAUDE DIONNE

Ministère des Forêts et du Développement rural
Case postale 35, Sillery, Québec 6

Résumé

Nous rapportons ici la découverte de fossiles marins du golfe de Laflamme dans la partie nord du Lac Saint-Jean. Des spécimens de *Macoma balthica*, *Hiatella arctica*, *Balanus* sp. et (?) *Nuculana* sp. ont été recueillis dans quelques dépôts post-glaciaires en cinq endroits différents au nord de Val-Jalbert et jusqu'à Dolbeau; en outre, sept espèces de fossiles lacustres ont été trouvées à Pointe-Bleue.

Dans cette région, le niveau minimum de la submersion post-glaciaire est de 180 m. A notre connaissance, c'est la première fois que *Balanus* sp. et les sept espèces lacustres sont trouvés dans le secteur situé au nord du Lac Saint-Jean.

Abstract

Laflamme Gulf marine shells in postglacial deposits are reported probably for the first time in the northern part of the Lac-Saint-Jean Area. *Macoma balthica*, *Hiatella arctica*, *Balanus* sp. and (?) *Nuculana* sp. were observed in five localities north of Val Jalbert and as far as Dolbeau; seven non marine species were also observed at Pointe-Bleue.

The minimum value for the level of the postglacial submergence in this area is 180 m. *Balanus* sp. is here reported for the first time in this area; so are probably the non marine species collected at Pointe-Bleue.

Introduction

Depuis l'excellente synthèse de C. Laverdière et A. Mailloux (1956), sur les découvertes d'une faune marine « champlainienne » au Lac-Saint-Jean, on n'aurait pas signalé la présence de fossiles marins quaternaires au nord de Val-Jalbert, localité située sur la rive ouest du lac par 48°26'50" de latitude

1. Ce dernier en aurait observé à l'est, à Saint-Henri-de-Taillon et au nord-est, sur la péninsule de Péribonka.

nord. Les récents travaux de P. Lasalle (1965, 1966, 1968), dans la partie sud du lac et la région du Haut-Saguenay, ont permis à celui-ci de découvrir de nouvelles localités fossilifères¹, de récolter de nombreux spécimens et d'obtenir quelques datations au ¹⁴C.

D'après C. Laverdière, on ne possède à peu près aucune donnée sur la présence certaine de fossiles marins dans la partie nord du lac. Selon lui, seul B. T. Denis (1934 p. 92) aurait observé *Portlandia arctica*: « . . . au lot 12, rang 1, canton Pelletier, sur les rives de la rivière Mistassini, nous avons trouvé quelques spécimens de *Portlandia arctica* (Gray) à un endroit où les argiles stratifiées renferment de nombreuses concrétions ». Cette découverte serait appuyée par le témoignage d'un frère de la Trappe de Mistassini, rapporté par C. Laverdière (1956, p. 217) à l'effet que « l'on peut rencontrer des fossiles champlainsiens sur les berges de la rivière aux Rats, non loin de la carrière de calcaire cristallin de Grenville (canton Pelletier, rang 4, lots 43 et 44) ».

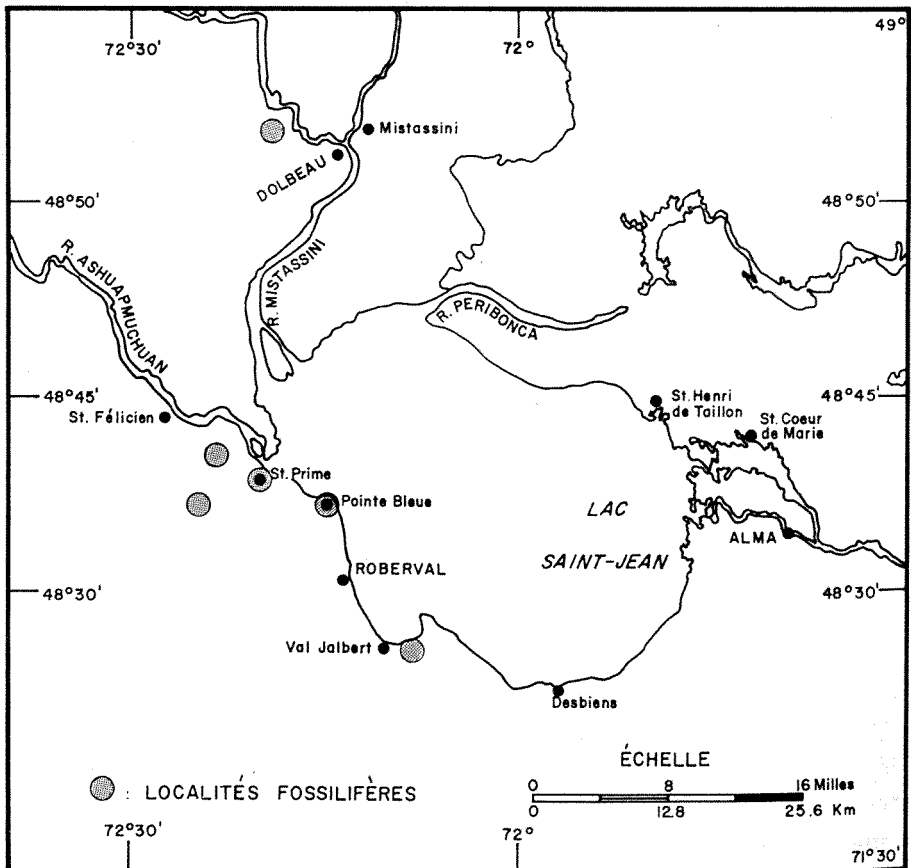


FIGURE 1. Carte de localisation et des noms de lieu.

Par ailleurs, J. C. K. Laflamme (1886, p. 61) affirme qu'il a découvert des coquillages marins dans la partie nord du lac. En effet, il écrit : « *J'ai trouvé en une foule d'endroits, dans la plaine de Chicoutimi, autour du lac Saint-Jean et même à cinq lieues au nord du lac, des masses de coquillages marins, et cela à plus de 200 pieds au-dessus du lac actuel* ». Cet auteur ne mentionne aucune localité ni les espèces rencontrées dans la partie nord. Pour sa part R. Chalmers (1905, p. 266) signale que dans la partie ouest du lac, « *dans une briqueterie de Roberval, on a découvert une espèce d'Unio au sein de l'argile* ». Il s'agirait vraisemblablement d'une espèce d'eau douce comme celle signalée par C. Laverdière (1951) pour la localité de Desbiens et celles que nous avons observées à Pointe-Bleue.

Des travaux de cartographie morpho-sédimentologique pour le compte du Ministère des Forêts et du Développement rural (Canada), nous ont permis, au cours de l'été 1967, de découvrir cinq localités fossilifères au nord de Val-Jalbert (fig. 1). L'importance relative de ces quelques découvertes veut qu'on les porte immédiatement à l'attention des chercheurs.

De l'extrême rareté ou de la présumée absence de fossiles marins dans la partie nord du Lac-Saint-Jean, l'on a pu croire, à un moment donné, que les eaux marines n'avaient pas occupé ce vaste secteur du golfe de Laflamme². Un front hydrologique aurait existé séparant le sud du nord suivant une droite reliant Val-Jalbert à Saint-Coeur-de-Marie, ce qui expliquerait en partie la différence entre les argiles de ces deux secteurs, celles du nord ayant à plusieurs endroits un caractère varvé qui implique un milieu de sédimentation lacustre ou deltaïque sous certaines conditions climatiques, et celles du sud ayant été mises en place en milieu estuarien et marin³. Les récentes découvertes, quoique en nombre restreint, sans contredire cette présomption, apportent certaines nuances. Il est vraisemblable que tout le secteur nord, qui était alimenté à la fin de la période glaciaire et au début de la période post-glaciaire par de puissants tributaires charriant les eaux de fonte de la calotte de Scheffer⁴, ait été ennoyé principalement par des eaux froides très peu salées, car les sites fossilifères, le mode de gisement et les espèces récoltées ne témoignent par forcément en faveur d'une salinité relativement élevée pour toute la partie nord⁵.

2. Nom donné à la région du Lac-Saint-Jean ayant subi la transgression post-glaciaire (Laverdière, 1967, p. 104-105).

3. Sur la question des argiles, voir les travaux non publiés de R. Raymond (1960) et A. Dubé (1959): thèses M. Sc. (pédologie), Faculté d'Agronomie, Univ. Laval, Québec.

4. Nom donné à la calotte du dernier glacier wisconsinien lors de sa disparition au coeur du Québec, par C. Laverdière, 1967; *The Can. Geographer*, vol. 11, no. 2, p. 86-95.

5. D'après les études préliminaires de L. Hardy, la salinité des eaux du golfe de Laflamme paraît faible. Lasalle (1968 b, p. 10) écrit que la salinité le long du Saguenay en amont de Kénogami était probablement inférieure à 15‰.

TABLEAU I

Localité	Longitude ouest	Latitude nord	Altitude	Espèces	Description du site et remarques
Dolbeau	72° 19' 20"	48° 54' 00"	180 m	<i>Hiatella arctica</i> <i>Macoma balthica</i> <i>Balanus</i> sp.	Plages reposant sur un dépôt fluvio-glaciaire sablo-graveleux; coquillages recueillis dans une couche limono-sableuse au contact des plages et du dépôt fluvio-glaciaire; plusieurs valves jumelées.
St-Félicien (sud-est)	72° 23' 50"	48° 36' 50"	110	<i>Hiatella arctica</i>	Dépôt fluvio-glaciaire fossilisé par argile et plages de sable et gravier; fossiles recueillis dans une couche compacte composée de limon, sable et petit gravier (pseudo-till) à fort pendage, dans un secteur d'affaissement; plusieurs valves jumelées.
St-Prime (ouest) (riv. Castor)	72° 25' 30"	48° 34' 30"	180	<i>Macoma balthica</i>	Plages de sable et gravier au sommet d'une butte de fluvio-glaciaire graveleux; fossiles recueillis dans les plages à quelque 30 cm de la surface; valves individuelles.
Val-Jalbert (Pointe aux Pins)	72° 08' 30"	48° 27' 00"	120	<i>Hiatella arctica</i>	Colline de fluvio-glaciaire recouverte d'une couche de till discontinue, d'argile et de sable et gravier (plages); fossiles recueillis dans till gris pâle; plusieurs valves jumelées.
Val-Jalbert (ouest de la riv.)	72° 09' 50"	48° 26' 50"	106	<i>Macoma balthica</i> <i>Hiatella arctica</i>	Fossiles recueillis dans alluvions sableuses, graveleuses et argileuses, sur une terrasse fluviale près de l'embouchure de la Ouatechouane.
Pointe-Bleue	72° 13' 50"	48° 33' 50"	103	(?) <i>Nuculana</i> sp. <i>Pisidium</i> sp. <i>Sphaerium</i> sp. <i>Valvata tricarinata</i> <i>Amnicola limosa</i> <i>Fossaria parva</i> <i>Helisoma anceps</i> <i>Gyraulus parvus</i>	Mollusques recueillis dans un till compact mis en place dans l'eau; matériel provenant d'une excavation.

L'argile contient peut-être une micro-faune marine ou estuarienne, mais aucune étude n'a apparemment été faite là-dessus. Pour l'instant, l'on peut présumer que certaines irrégularités du front hydrologique ont permis aux eaux saumâtres de pénétrer, à une période donnée, dans certains secteurs de la partie nord du golfe de Laflamme⁶.

Observations

Nos récoltes de fossiles pléistocènes au nord de Val-Jalbert permettent non seulement de reculer de 27 minutes la latitude de la présence marine dans cette partie du lac (tableau I), mais aussi de fixer à 180 mètres, pour le nord et l'ouest, la limite minimum de transgression et de mentionner deux espèces non encore signalées au Lac-Saint-Jean (Wagner, 1968): *Balanus* sp. et (?) *Nuculana* sp., alors que *Hiatella arctica* (Linné) a été rencontré dans quatre localités et *Macoma balthica* (Linné) dans trois.

1. Localité fossilifère de Dolbeau

Au nord-ouest de Dolbeau, le long de la nationale 55, une colline de sable et gravier fluvio-glaciaire (kame ou esker), fossilisée par de l'argile et des plages de sable et gravier, contient les fossiles les plus au nord que nous ayons trouvés. La séquence stratigraphique se présente ainsi du sommet à la base: sable et gravier stratifiés contenant des blocs (plages), d'une épaisseur variable, mais atteignant par endroits 6 à 7 mètres; ce matériel repose tantôt sur une couche d'argile grise de 0,50 à 1,5 m d'épaisseur, tantôt directement sur le dépôt fluvio-glaciaire sablo-graveleux, qui se trouve à la base. C'est dans une couche limono-sableuse, se rattachant à l'unité « plage » et reposant sur le sable fluvio-glaciaire, à une profondeur de 6 m environ et à une altitude calculée de 178 à 180 mètres, que nous avons trouvé en assez grande quantité (une quarantaine) les fossiles suivantes: *Hiatella arctica*, *Macoma balthica* et *Balanus* sp.

L'indentification a été faite sur place à l'oeil nu et à l'aide d'une loupe. Une récolte a été faite, mais l'état très fragile des spécimens ne permettra peut-être pas d'obtenir la quantité de matériel nécessaire à une datation au ¹⁴C, car une fois recueillies, les coquilles, dont plusieurs valves étaient doubles, se sont émiettées. *Balanus* sp. a été observé en gros fragments et aussi fixé à des galets; les spécimens mesurés atteignaient 10 à 15 mm de haut. La dimension moyenne de *Macoma* est de 15 mm et de 20 mm pour *Hiatella* (grand axe).

6. Lasalle (1968b) mentionne avoir rencontré *Portlandia arctica* lors d'un forage effectué sur la péninsule du Péribonca, soit par 71°52'50" long. W. et 48°43' lat. N.

2. Localité fossilifère de Saint-Félicien

A mi-chemin entre Saint-Félicien et Saint-Prime, sur la route secondaire du rang 2 de Saint-Prime, une gravière a mis à jour un dépôt de sable et gravier fluvio-glaciaire (kame ou esker) fossilisé par une nappe d'argile de 1 à 2,5 m et des plages de sable et gravier de 0,50 à 2 m. Dans un secteur de la gravière, on observe une cuvette d'affaissement caractérisée par des couches de gravier à fort pendage (60 à 70°) et à un endroit entre des graviers petits à moyens et des couches argileuses affaissées, l'on trouve une couche de 30 à 50 cm d'épaisseur fortement inclinée (60 à 65°), composée d'un mélange compact de limon, de sable et de petits cailloux, qui ressemble fortement à du till. Ce matériel contient *Hiatella arctica*; on rencontre également quelques spécimens dans la couche d'argile immédiatement sus-jacente. Plusieurs valves sont doubles et fermées, ce qui indiquerait un très faible transport. Le sommet du dépôt se situe vers 110 m et la couche fossilifère à une profondeur de 5 à 6 m. Une récolte a été faite et une datation au ^{14}C par la Commission géologique du Canada donne un âge absolu de 8630 ± 160 ans. La dimension moyenne des valves est de 18 à 20 mm (grand axe). Nous avons compté plus de cent spécimens.

3. Localité fossilifère de Saint-Prime

Au sud de la rivière au Castor, des placages de sable et gravier contenant des blocs glaciaires coiffent un dépôt fluvio-glaciaire graveleux grossier. La surface du dépôt est sise à 180 m (altitude calculée). A quelques dizaines de centimètres de profondeur, nous avons trouvé, en nombre restreint (une quinzaine), *Macoma balthica*; les spécimens recueillis ont une taille allant de 12 à 20 mm de grand axe. Cette découverte appuyée par celle de Dolbeau permet de fixer à 180 m la limite minimum de la transgression post-glaciaire dans les parties nord et ouest du Lac-Saint-Jean.

Nous avons également trouvé des fragments de mollusques apparemment marins, à proximité de Saint-Prime (long. 72°20', lat. 48°35'), dans des sédiments fluvio-glaciaires remaniés par les vagues.

4. Localité fossilifère de la pointe aux Pins

Légèrement au nord-est de Val-Jalbert, à l'extrémité de la pointe aux Pins, près du chemin de fer, dans une gravière récemment abandonnée et sise à une altitude de 120 m, nous avons trouvé *Hiatella arctica* dans une couche de till pierreux sablo-argileux, gris pâle, reposant sur des sables et graviers fluvio-

glaciaires. La couche de till d'environ 2 m est surmontée de couches argilo-sableuses sur une épaisseur de 1 m et de sable et gravier avec blocs glaciels (plages) sur 0,75 à 1 m d'épaisseur. Les coquillages ne semblaient pas en place, bien que plusieurs spécimens aient conservé leurs deux valves fermées. D'après nos connaissances du milieu, il s'agirait d'un till mis en place au front du glacier reposant dans l'eau de la mer de Laflamme ou encore d'un matériel d'iceberg traîné sur le fond. Une récolte a été faite et nous comptons obtenir bientôt une datation au ^{14}C . La dimension des valves varie entre 13 et 30 mm.

Par ailleurs, à Val-Jalbert (long. $72^{\circ}09'50''$, lat. $48^{\circ}26'50''$), sur la rive ouest de la Ouiatchouane, nous avons observé *Macoma balthica* et *Hiatella arctica* (une trentaine) dans des alluvions argilo-sableuses (plages), à une altitude de 106 m. La dimension de *Macoma* varie entre 7 et 17 mm; celle de *Hiatella* entre 15 et 22 mm.

5. Localité fossilifère de Pointe-Bleue

A Pointe-Bleue, à une altitude de 103 m, nous avons fait une récolte de fossiles de petites tailles dans un till compact mis en place dans l'eau, au front du glacier. Le professeur Aurèle La Rocque de l'Université d'Ohio a identifié les mollusques pléistocènes suivants: (?) *Nuculana* sp.: un fragment, (marin); *Pisidium* sp.: une valve, (lacustre); *Sphaerium* sp.: 4 valves, (lacustre); *Valvata tricarinata* (Say): 11 spécimens (lacustre); *Amnicola limosa* (Say): deux spécimens, (lacustre); *Fossaria parva* (Say): 11 spécimens, (lacustre); *Helisoma anceps* (Menke): 2 spécimens, (lacustre); *Gyraulus parvus* (Say): 2 spécimens, (lacustre).

La présence de fossiles marins pléistocènes dans la partie nord et nord-ouest du Lac-Saint-Jean est maintenant un fait acquis. Nous possédons aussi des preuves suffisantes d'un niveau minimum de 180 mètres (600 pieds) pour la submersion post-glaciaire dans les secteurs nord et ouest.

Remerciements

L'auteur tient à remercier sincèrement MM. P. Lasalle et C. Laverdière pour les renseignements fournis et les remarques pertinentes faites à la lecture du manuscrit, et particulièrement le professeur Aurèle La Rocque, du département de géologie de l'Ohio State University, pour l'identification des fossiles de Pointe-Bleue.

Références

- CHALMERS, R., 1905. Géologie des dépôts superficiels de la partie orientale de la province de Québec. Ottawa, *Comm. géol. Canada, C. R. somm.* (1904), N.S. 16, pt.-A. p. 257-270.
- DENIS, B.T., 1934. La partie nord-ouest de la région du Lac Saint-Jean. Québec, Service des Mines, *Rapp. géol. Ann.* (1932), pt.-D, p. 59-90, 1 fig., 4 pl. h.t.
- LAFLAMME, J.C.K., 1886. Le Saguenay; essai de géographie physique. *Bull. Soc. Géogr. Québec*, 1, 47-65.
- LASALLE, P., 1965. Radiocarbon date from the Lake St. John area, Quebec. *Science*, 149, 860-862.
- LASALLE, P., 1966. Géologie de la région d'Hébertville (dépôts meubles). Québec, Min. Richesses nat., *Rapp. géol. pré.*, no 546, 14 p.
- LASALLE, P., 1968a. Géologie de la région d'Arvida (dépôts meubles). Québec, Min. Richesses nat., *Rapp. géol. pré.*, (à paraître).
- LASALLE, P., 1968b. Excursion géologique du Quaternaire, Saguenay – Lac Saint-Jean. Min. Richesses nat., livret guide de l'excursion sur le Quaternaire du Québec, tenu à Chicoutimi les 5, 6 et 7 sept., 31 p.
- LASALLE P. et J. RONDOT, 1967. New 14C dates from the Lac St-Jean area, Quebec; *Can. J. Earth Sci.*, 4, 568-571.
- LAVERDIÈRE, C., 1967. Le vocabulaire de la géomorphologie glaciaire, III. *Cahiers Géogr. Québec*, 22, 102-107.
- LAVERDIÈRE, C. et A. Mailloux, 1951. Addition à la faune Champlain et post-pléistocène du Lac Saint-Jean. *Ann. ACFAS*, 17, 94-95.
- LAVERDIÈRE, C. et A. Mailloux, 1956. Etat de nos connaissances d'une transgression marine post-glaciaire dans les régions du Haut-Saguenay et du Lac Saint-Jean. *Rev. can. Géogr.*, 10, 201-220.
- RICHARDS, H.G., 1962. The marine Pleistocene mollusks of Eastern North America. *Trans. Amer. phil. Soc. Philadelphia*, N.S., 52, pt. 3, p. 42-141, 12 fig., 21 pl.
- WAGNER, F.J.E., 1967. Published references to Champlain Sea faunas 1837-1966. *Geol. Surv. Canada, Paper* 67-16, 82 p.
- WAGNER, F.J.E., 1968. Illustrated check-list of Pleistocene invertebrate fossils of Québec. *Naturaliste can.*, 95, p. 1409-1433.

ILLUSTRATED CHECK-LIST OF MARINE PLEISTOCENE
INVERTEBRATE FOSSILS OF QUÉBEC ¹

FRANCES J. E. WAGNER

*Atlantic Oceanographic Laboratory
Bedford Institute, Dartmouth, N.S.*

Résumé

On rencontre des fossiles marins dans les régions du Québec envahies par les eaux marines après le départ des glaciers et relevées ensuite isostatiquement. Ces régions sont celles des côtes de la baie d'Hudson, des baies James et Ungava, celles que l'on retrouve le long du Saint-Laurent et de l'Outaouais, de même qu'au voisinage du lac Saint-Jean. Deux cent soixante-neuf espèces, relevées dans la documentation pertinente ou contenues dans les collections examinées par l'auteur, sont consignées dans ce travail. La nomenclature y est mise à jour et les espèces les plus fréquentes sont illustrées.

Abstract

Marine fossils are found in the areas of the Province of Québec that were inundated at the close of the last Ice Age, and then raised above present sea-level. The areas involved are those bordering Hudson, James and Ungava Bays, along the St. Lawrence and Ottawa Rivers, and in the vicinity of Lake Saint-Jean. Two hundred and sixty-nine species are here recorded, both from the literature and from collections examined by the writer. Nomenclature of the species is brought up-to-date. The more common species are illustrated.

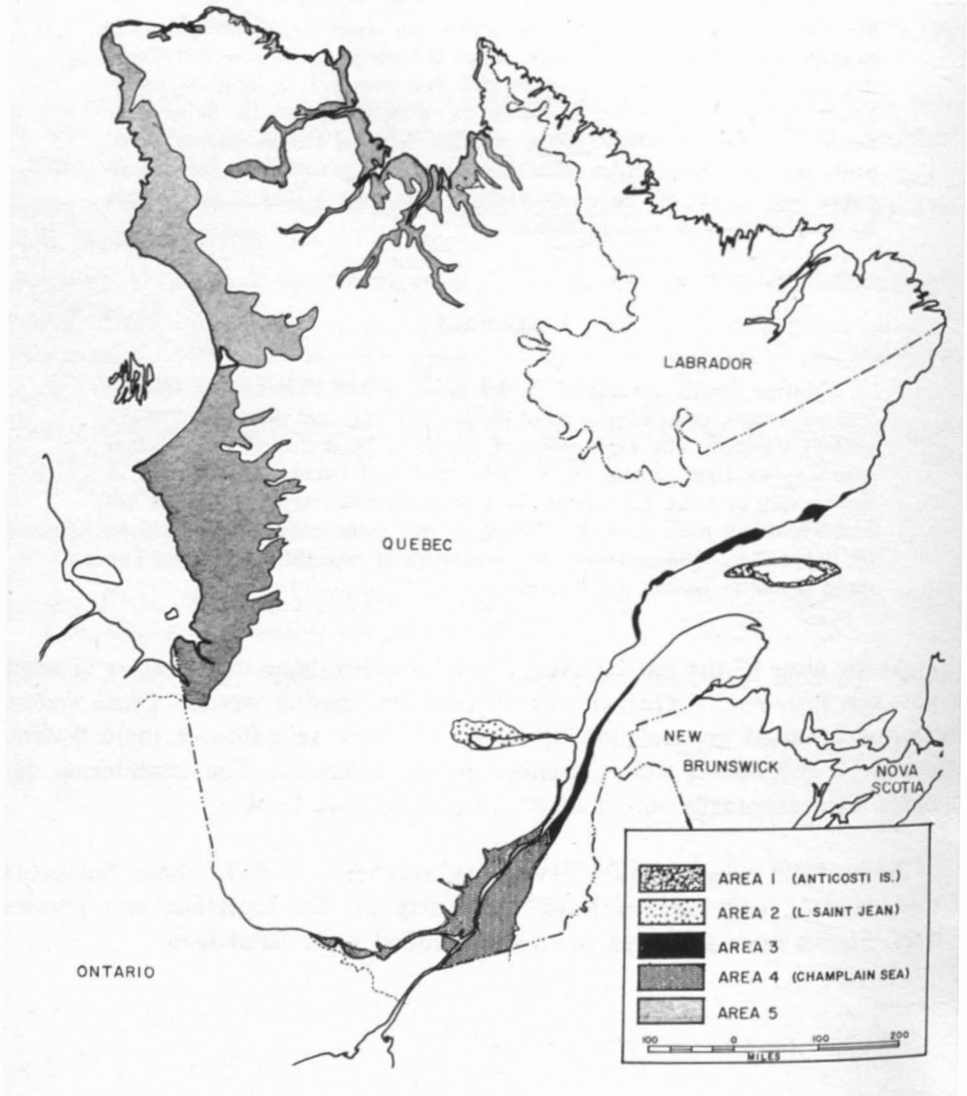
At the close of the last Ice Age, coastal and low-lying inland areas of what is now the Province of Québec were flooded by marine waters. These waters supported a varied invertebrate fauna and, with the recession of these waters, innumerable individuals were entombed in the sediments. The fossiliferous sediments were eventually raised above present-day sea-level.

Areas from which fossils have been recovered include those bordering James, Hudson and Ungava Bays, and along the St. Lawrence and Ottawa Rivers. Fossils have also been discovered around Lake Saint-Jean.

1. Bedford Institute Contribution No. 130.

A search of the literature shows published records of Pleistocene fossils to date from at least as early as 1837. A count of species from all records examined, plus those collected and/or examined personally, totals 269 species. Of these, 148 identifications have not been confirmed because the writer was not able to study many of the older collections. In the following listings, species whose identifications are unconfirmed are marked with an asterisk. Species names are given according to present-day usage, with names appearing in the earlier literature in parentheses. Many of the more common species are illustrated.

For easier comparison of the faunas from the different parts of the province, the species are arranged in order from most widespread to most restricted occurrence. I have divided the province into five areas for ease of discussion



as follows: – 1) Anticosti Island, 2) Lake Saint-Jean, 3) St. Lawrence River below Québec City, 4) St. Lawrence River above Québec City, plus Ottawa River, and 5) Northern Québec (see Figure 1). The numbers after the species names in the following lists correspond to the numbers of the submerged areas outlined above.

FORAMINIFERIDA, 71 species (26 identifications unconfirmed).

- Buccella frigida* (Cushman). Areas 1, 3, 4, 5. [Plate I, figures 18, 19]
Cibicides lobatulus (Walker & Jacob). 1, 3, 4, 5. (*Truncatulina lobatula*) [Plate I, figures 12, 13].
Elphidium bartletti Cushman. 1, 3, 4, 5. [Plate I, figure 17].
Elphidium incertum (Williamson). 1, 3, 4, 5. (*Polystomella crispa* var. *striatopunctata*; *Polystomella umbilicatula*) [Plate I, figure 5].
Elphidium incertum clavatum Cushman. 1, 3, 4, 5. [Plate I, figure 8].
Islandiella islandica (Nørvang). 1, 3, 4, 5. [Plate I, figure 3].
Islandiella norcrossi (Cushman). 1, 3, 4, 5. (*Cassidulina norcrossi* Cushman). [Plate I, figure 11].
Nonionellina labradorica (Dawson). 1, 3, 4, 5. (*Nonionina scapha* var. *labradorica*). [Plate I, figures 15, 16].
Protelphidium orbiculare (Brady). 1, 3, 4, 5. (*Elphidium orbiculare* Brady). [Plate I, figure 10].
**Globigerina bulloides* d'Orbigny. 1, 3, 5.
Elphidiella arctica (Parker & Jones). 1, 3, 4. (*Polystomella crispa* var. *arctica*). [Plate I, figure 1].
Elphidium frigidum Cushman. 1, 3, 4.
Elphidium subarcticum Cushman. 1, 3, 4. [Plate I, figure 9].
Islandiella teretis (Tappan). 1, 3, 4. [Plate I, figure 7].
**Lagena distoma* Parker & Jones. 1, 3, 4. (*Lagena sulcata* var. *distoma*).
**Lagena sulcata* (Walker & Jacob). 1, 3, 4. (*Entosolenia sulcata*; *Lagena sulcata*).
**Lagena sulcata semisulcata*. 1, 3, 4.
**Nonion scaphum* (Fichtel & Moll). 1, 3, 4. (*Nonionina scapha*; *Nonionina scapha* Fichtel & Moll)
**Oolina costata* (Williamson). 1, 3, 4. (*Entosolenia costata*).
**Oolina globosa* (Williamson). 1, 3, 4. (*Entosolenia globosa*).
**Oolina marginata* (Montagu). 1, 3, 4. (*Entosolenia marginata*).
**Oolina squamosa* (Montagu). 1, 3, 4. (*Entosolenia squamosa*).
Quinqueloculina seminulum (Linné). 1, 3, 4. (*Miliolina seminulum*). [Plate I, figure 6].

- Astrononion stellatum* Cushman & Edwards. 1, 5.
Cassidulina crassa d'Orbigny. 1, 5.
 **Arenobulimina preslii* (Reuss). 3, 4. (*Bulimina presli*; *Bulimina presli* Parker & Jones).
 **Arenobulimina sabulosa* (Chapman). 3, 4. (*Bulimina presli* var. *squamosa*).
 **Eponides repandus* (Fichtel & Moll). 3, 4. (*Pulvinulina repanda*; *Pulvinulina repanda* Fichtel & Moll).
 **Guttulina lactea* (Walker & Jacob). 3, 4. (*Polymorphina lactea*; *Polymorphina lactea* Adams).
 **Pyrgo ringens* (Lamarck). 3, 4. (*Biloculina ringens*; *Biloculina ringens* d'Orbigny).
 **Triloculina tricarinata* d'Orbigny. 3, 4.
 **Verneuilina pygmaea* (Egger). 3, 4. (*Textularia pygmaea*; *Textularia pygmaea* d'Orbigny).
Globulina glacialis Cushman & Ozawa. 4, 5. [Plate I, figure 14].
Laryngosigma hyalascidia Loeblich & Tappan. 4, 5.
Pateoris hauerinoides (Rhumbler). 4, 5.
 **Cyclogyra foliacea* (Philippi). 4, 5. (*Cornuspira foliacea*; *Cornuspira foliacea* Philippi).
Angulogerina sp. 1.
 "Astacolus" sp. 1.
Esosyrinx curta (Cushman & Ozawa). 1.
Patellina corrugata Williamson. 1.
Rotalia beccarii sobrina Shupack. 1.
Triloculina trihedra Loeblich & Tappan. 1.
 **Euglypha alveolata* Dujardin. 3.
 **Lituola* sp. 3.
 **Orbulina universa* d'Orbigny. 3.
 **Saccamina* sp. 3.
 **Dentalina communis* d'Orbigny. 4.
 **Elphidium crispum* (Linné). 4. (*Polystomella crispa*; *Polystomella crispa* Linné; *Polystomella crispa*).
 **Glandulina laevigata* d'Orbigny. 4. (*Nodosaria laevigata*; *Nodosaria laevigata* d'Orbigny).
Lagena apiopleura Loeblich & Tappan. 4. [Plate I, figure 2].
Pseudopolymorphina novangliae (Cushman). 4. [Plate I, figure 4].
Buccella inusitata Andersen. 5.
Bulimina exilis Brady. 5.
Cassidulina laevigata d'Orbigny. 5.

- Dentalina baggi* Galloway & Wissler. 5.
Dentalina ittai Loeblich & Tappan. 5.
Fissurina marginata (Montagu). 5.
Lagena gracillima (Seguenza). 5.
Lagena laevis (Montagu). 5.
Lagena parri Loeblich & Tappan. 5.
Lagena semilineata Wright. 5.
 **Nonion depressula* (Walker and Jacob)? 5.
Nonionella auriculata Heron-Allen & Earland. 5.
Oolina caudigera (Wiesner). 5.
Oolina hexagona (Williamson). 5.
Oolina melo d'Orbigny. 5.
Pyrgo williamsoni (Silvestri). 5.
Pyrulina cylindroides (Roemer). 5.
Quinqueloculina stalkerii Loeblich & Tappan. 5.
Silicosigmoilina groenlandica (Cushman). 5.
 **Virgulina* sp. 5.
 PORIFERA 3 species (1 identification unconfirmed).
Tethya sp. 3, 4 (*Tethea* sp.)
 **Craniella cranium* (Müller). 4.
Tethya logani Dawson. 4. (*Tethea logani* Dawson). [Plate II, figure 20].

BRYOZOA. 28 species (27 identifications unconfirmed).

- Hippothoa hyalina* (Linné). 1, 3, 4. (*Schizoporella hyalina* Johnston; *Schizoporella hyalina* Linné).
 **Eschara elegantula* d'Orbigny. 3, 4. (*Porella elegantula* d'Orbigny).
 **Hippothoa catenularia* Jameson. 3, 4. (*Electra catenularia* (Jameson); *Hippothoa axtenularia* Jameson; *Hippothoa catenulata*; *Membranipora catenularia* Jameson).
 **Hippothoa expansa* Dawson. 3, 4.
 **Lepralia pertusa* Esper. 3, 4.
 **Tubulipora fimbria* Lamarck. 3, 4.
 **Alecto* sp. 3.
 **Conopeum lacroixii* (Audouin). 3. (*Membranipora lacroixii* Audouin).
 **Cribrilina punctata* Hassall? 3.
 **Diastopora obelia* Johnston. 3.
 **Disporella hispida* (Fleming). 3.
 **Idmonea atlantica* Forbes. 3.

- **Lepralia globifera* Packard. 3.
- **Lepralia spinifera* Busk ? 3.
- **Lepralia variolosa* Johnston. 3.
- **Lepralia violacea* Johnston ? 3.
- **Membranipora lineata* Linné. 3.
- **Mucronella peachi* (Johnston). 3.
- **Mucronella ventricosa* Hassall. 3.
- **Myrionozoum planum* Dawson. 3.
- **Myrionozoum sub-gracile* d'Orbigny. 3.
- **Porella compressa* (Sowerby). 3.
- **Porella concinna* (Busk). 3 (*Porella belli* Dawson).
- **Smittia producta* Packard. 3.
- **Smittia trispinosa* Johnston. 3.
- **Crisea eburnea* (Linné). 4. (*Crisea eburnea* Ellis).
- **Hippothoa divaricata* Lamouroux. 4.
- **Lepralia quadricornuta* Dawson. 4.

BRACHIOPODA. 2 species (1 identification unconfirmed).

- Hemithiris psittacea* (Gmelin). 1, 3, 4, 5. (*Terebratula psittacea*; *Hemithyris psittacea* (Gmelin)). [Plate II, figures 1, 2].
- **Terebratella spitzbergensis* Davidson. 3.

AMPHINEURA. 1 species (identification unconfirmed).

- **Symmetrogephyrus vestitus* (Broderip & Sowerby). 3, 4. (*Amicula emersonii*; *Amicula emersonii* Couthouy; *Amicula (Stimpsonella) emersonii* Couthouy; *Amicula vestita*).

SCAPHOPODA. 1 species (identification unconfirmed).

- **Siphonodentalium vitreum* Sars. 3.

GASTROPODA. 74 species (51 identifications unconfirmed).

- Lunatia pallida* (Broderip & Sowerby). 1, 3, 4, 5. (*Lunatia greenlandica* Beck; *Lunatia groenlandica*; *Lunatia groenlandica* Beck; *Lunatia groenlandica* (Beck) Möller; *Natica groenlandica*; *Natica (Lunatia) groenlandica*; *Polinices groenlandicus* (Beck) Möller). [Plate II, figure 3].
- Trichotropis borealis* Broderip & Sowerby. 1, 3, 4, 5. [Plate II, figure 8].
- Boreotrophon clathratus* (Linné). 1, 3, 4. (*Trophon clathratum* Linné; *Trophon clathratus*; *Trophon clathratus* Linné). [Plate II, figure 9].

- **Buccinum glaciale* Linné. 1, 3, 4.
Buccinum tenue Gray. 1, 3, 4. [Plate II, figure 18].
Buccinum undatum Linné. 1, 3, 4.
Natica clausa Broderip & Sowerby. 1, 3, 4. (*Natica septentrionalis*). [Plate II, figure 14].
Plicifusus kroyeri (Möller). 1, 3, 4. (*Buccinofusus kroyeri*; *Tritonofusus kroyeri* Möller). [Plate II, figure 12].
Littorina obtusata Linné. 1, 4. (*Littorina palliata*).
 **Buccinum undatum labradoricum* Reeve. 1, 3.
 **Buccinum undatum undulatum* Möller. 1, 3.
 **Acirsa costulata* (Mighels & Adams). 3, 4. (*Acirsa eschrichtii*; *Acirsa eschrichtii* Holboll; *Menestho albula*; *Scalaria borealis*; *Scalaria (Acirsa) costulata* (Mighels)).
 **Boreotrophon clathratus scalariformis* (Gould). 3, 4. (*Trophon scalariforme*; *Trophon scalariforme* Gould).
Buccinum ciliatum Fabricius. 3, 4. [Plate II, figure 13].
 **Buccinum cyaneum* Bruguière. 3, 4. (*Buccinum groenlandicum* Chemnitz).
Buccinum plectrum Stimpson. 3, 4.
Cylichna alba Brown. 3, 4. [Plate II, figure 10].
Epitonium greenlandicum (Perry). 3, 4. (*Scalaria groenlandica*; *Scalaria groenlandica* Perry).
Lepeta caeca Müller. 3, 4. (*Lepeta coeca* Möller). [Plate II, figures 4, 5].
 **Margarites helcinus* (Fabricius). 3, 4. (*Margarita arctica*).
 **Margarites olivaceus* (Brown). 3, 4. (*Margarita argentata*).
 **Natica affinis* Gmelin. 3, 4.
Neptunea despecta tornata (Gould). 3, 4. (*Neptunea despecta* Linné). [Plate II, figure 17].
 **Oenopota elegans* (Möller). 3, 4. (*Bela elegans* Möller).
 **Oenopota harpularia* (Couthouy). 3, 4. (*Bela harpularia* Couthouy).
 **Oenopota turricula* (Montagu). 3, 4. (*Bela turricula* Montagu).
 **Puncturella noachina* (Linné). 3, 4. (*Puncturella (Cemoria) noachina* Linné).
Tachyrhynchus erosum (Couthouy). 3, 4. (*Turritella erosa*; *Turritella erosa* Couthouy). [Plate II, figure 19].
 **Admete viridula* (Fabricius). 4, 5.
Buccinum cf. *B. undatum littoralis* Linné. 1.
 ?*Cyclostrematidae*, genus & species indet. 1.
Buccinum tottenii Stimpson. 3. [Plate II, figure 11].
 **Cylichna striata* Brown. 3.
 **Littorina saxatilis* Olivi. 3. (*Littorina rudis* Maton).

- Margarites costalis* (Gould). 3. (*Margarita cinerea* Couthouy). [Plate II, figure 7].
- **Mitrella rosacea* (Gould). 3. (*Astyris holbolli* Möller).
- **Oenopota cancellata* (Mighels & Adams). 3. (*Bela cancellata* Mighels & Adams).
- **Oenopota trevelliana* (Turton). 3. (*Bela trevelliana* Turton).
- **Turritellopsis acicula* (Stimpson). 3. (*Turriteilla acicula* Stimpson).
- **Aclis ascaris* (Turton). 4. (*Aclis (Alvania) ascaris*).
- **Admete couthouyi* (Jay). 4.
- **Alvania exarata* (Stimpson). 4. (*Rissoa exarata*; *Rissoa exarata* Stimpson; *Rissoa exorata*).
- **Alvania jan-meyeni* Friele. 4. (*Cingula jan-meyeni* Friele; *Cingula (Alvania) jan-meyeni* Friele; *Cingula jan meyeri* Friele; *Rissoa scrobiculata* Möller).
- **Amauropsis islandica* (Gmelin). 4. (*Natica helicoides*; *Natica (Amauropsis) helicoides*).
- Buccinum hancocki* Mörch. 4. [Plate II, figure 6].
- Buccinum terrae-novae* (Mörch, ex Beck MS). 4. [Plate II, figure 16].
- **Capulus ungaricus* (Linné). 4.
- **Choristes elegans* Carpenter. 4.
- **Cingula castanea* (Möller). 4. (*Rissoa castanea*; *Rissoa castanea* Möller).
- **Colus spitzbergensis* (Reeve). 4. (*Sipho spitzburgensis* Reeve).
- **Crepidula fornicata* Linné. 4.
- **Cylichna nucleola* Reeve. 4.
- **Cylichna oryza* Totten. 4.
- **Diaphana minuta* Brown. 4. (*Diaphana debilis* Gould; *Diaphana debilis* Gould).
- Haminoea solitaria* (Say). 4. [Plate II, figure 15].
- **Lacuna neritoidea* Gould. 4.
- **Lunatia heros* (Say). 4. (*Natica heros*; *Natica (Lunatia) heros*; *Polinices heros* (Say)).
- Molleria costulata* (Möller). 4. (*Cyclostrema costulata* Möller; *Cyclostrema (Molleria) costulata*; *Cyclostrema (Molleria) costulata* (Möller)).
- **Oenopota bicarinata violacea* (Mighels & Adams). 4. (*Bela violacea*; *Bela violacea* Mighels & Adams).
- **Oenopota cancellata canadensis* "Verrill & Bush" Whiteaves. 4. (*Bela cancellata canadensis* Verrill & Bush).
- **Oenopota pyramidalis* (Strøm). 4. (*Bela pyramidalis*; *Bela pyramidalis* Strøm).
- **Paludestrina minuta* (Totten). 4. (*Rissoa minuta*).
- **Philine lima* Brown. 4. (*Philine lineolata*; *Philine lineolata* Couthouy).

- **Piliscus commodus* (Middendorff). 4. (*Capulacmaea radiata* Sars; *Capulus commodus*; *Capulus commodus* Middendorff).
- **Ptychotractus ligatus* (Mighels & Adams). 4. (*Fasciolaria ligata*; *Fasciolaria ligata* Mighels; *Fasciolaria ligata* Mighels & Adams).
- Retusa obtusa* Montagu. 4. (*Utriculus pertunuis* Mighels).
- **Skenea cutleriana* Clark. 4. (*Cyclostrema cutleriana*; *Cyclostrema cutleriana* Clark).
- **Trichotropis arctica* Middendorff. 4.
- **Trichotropis borealis costellata* Couthouy. 4.
- **Tritonium anglicanum*. 4.
- **Tritonium fornicatum* Fabricius. 4.
- **Urosalpinx cinerea* Say. 4.
- **Velutina undata* Brown. 4. (*Velutina undata* Smith; *Velutina* (*Limneria*) *undata* Brown; *Velutina zonata*; *Velutina zonata* Gould).

PELECYPODA. 43 species (11 identifications unconfirmed).

- Hiatella arctica* (Linné). 1, 2, 3, 4, 5. (*Saxicava arctica*; *Saxicava arctica* Linné; *Saxicava rugosa*; *Saxicava rugosa* Lamarck; *Saxicava rugosa* Linné; *Saxicava rugosa* var. *arctica*; *Saxicava rugosa* var. *distorta*; *Saxicava sulcata* Smith). [Plate III, figures 5, 6].
- Macoma balthica* (Linné). 1, 2, 3, 4, 5. (*Macoma fragilis*; *Macoma greenlandica*; *Macoma groenlandica*; *Macoma groenlandica* Beck; *Tellina groenlandica*; *Tellina* (*Macoma*) *groenlandica*). [Plate III, figures 13, 14].
- Mya arenaria* Linné. 1, 2, 3, 4, 5. [Plate III, figures 20-22].
- Chlamys islandicus* (Müller). 1, 3, 4, 5. (*Pecten islandicus*; *Pecten islandicus* Chemnitz).
- Macoma calcarea* (Gmelin). 1, 3, 4, 5. (*Macoma calcarea* Chemnitz; *Macoma calcarea* (Linné); *Macoma proxoma*; *Tellina calcarea*; *Tellina calcarea* var.; *Tellina proxima*). [Plate III, figures 25, 26].
- Mya truncata* Linné. 1, 3, 4, 5. [Plate III, figures 18, 19].
- Mya truncata uddevallensis* Forbes. 1, 3, 4, 5. [Plate III, figures 1, 2].
- Mytilus edulis* Linné. 1, 3, 4, 5. *Mytilus edulis* var. *elegans*; *Mytilus edulis* var. *laurentiana*). [Plate IV, figures 3, 4].
- Portlandia arctica* (Gray). 2, 3, 4, 5. (*Portlandia glacialis* Wood; *Yoldia arctica*; *Yoldia arctica* Gray; *Yoldia* (*Portlandia*) *arctica* Gray; *Yoldia* (*Portlandia*) *glacialis* Wood). [Plate III, figures 7, 8].
- Astarte montagui* (Dillwyn) vars. [*striata* (Leach), *warhami* Hancock]. 3, 4, 5. (*Astarte banksii*; *Astarte banksii* Leach; *Astarte* (*Nicania*) *banksii* Leach; *Astarte compressa* Montagu; *Astarte laurentiana*; *Astarte laurentiana* Lyell). [Plate III, figures 9, 10 (*warhami*), 11, 12 (*striata*)].

- Clinocardium ciliatum* (Fabricius). 3, 4, 5. (*Cardium islandicum*; *Cardium islandicum* Linné). [Plate III, figures 15, 16].
- Nucula tenuis* (Montagu). 3, 4, 5. [Plate III, figures 3, 4].
- Nuculana pernula* (Müller). 3, 4, 5. (*Leda pernula* Müller). [Plate III, figures 23, 24].
- Serripes groenlandicus* (Bruguière). 3, 4, 5. (*Cardium groenlandicum*; *Cardium (Serripes) groenlandicum*; *Cardium (Serripes) groenlandicum* Chemnitz). [Plate IV, figures 7, 8].
- Mesodesma deaurata* (Turton). 1, 3. (*Mesodesma (Ceronia) deaurata* Turton).
- Lyonsia arenosa* (Möller). 3, 4. (*Lyonsia (Pandorina) arenosa*). [Plate IV, figures 9, 10].
- **Macoma inflata* Stimpson. 3, 4.
- Musculus niger* (Gray). 3, 4. (*Modiolaria nigra*; *Modiolaria nigra* Gray). [Plate IV, figure 22].
- Nuculana minuta* (Fabricius). 3, 4. (*Leda minuta*; *Leda minuta* Fabricius; *Leda minuta* Müller; *Nuculana minuta* (Müller)). [Plate III, figure 17].
- Yoldia limatula* (Say). 3, 4.
- **Astarte arctica* Gray. 3, 5.
- **Astarte elliptica* (Brown). 3, 5.
- Astarte borealis* Schumacher. 4, 5. [Plate V, figures 5, 6].
- Spisula polynma* Stimpson. 1.
- **Cyrtodaria siliqua* (Spengler). 3. (*Cyrtodaria siliqua* Daudin).
- **Musculus corrugatus* (Stimpson). 3. (*Modiolaria corrugata* Stimpson).
- Nucula bellotii* Adams. 3. (*Nucula expansa* Reeve). [Plate IV, figures 1, 2].
- **Panomya arctica* (Lamarck). 3. (*Panopoea norvegica* Spengler).
- Axinopsida orbiculata* (Sars). 4. [Plate IV, figures 13, 14].
- Crassostrea virginica* (Gmelin). 4. [Plate IV, figures 17, 18]. (Occurrence of this species in Pleistocene deposits is open to question).
- **Crenella decussata* Montagu. 4.
- **Crenella glandula* Totten. 4.
- Lyonsia hyalina* (Conrad). 4. [Plate IV, figures 11, 12].
- **Musculus discors* (Linné). 4. (*Modiolaria discors*; *Modiolaria discors* Linné).
- Mya pseudoarenaria* Schlesch. 4. [Plate IV, figures 19-21].
- Mysella planulata* (Stimpson). 4. [Plate IV, figures 5, 6].
- Nuculana tenuisulcata* (Couthouy). 4. [Plate V, figures 7, 8].
- Pandora glacialis* Leach. 4. [Plate V, figures 1, 2].
- Thyasira gouldi* (Philippi). 4. (*Cryptodon gouldii*; *Cryptodon gouldii* Philippi). [Plate IV, figures 15, 16].

- **Volsella modiolus* (Linné). 4. (*Modiola modiolus*; *Modiola modiolus* Linné).
 **Yoldia thraciaeformis* Storer. 4. (*Leda (Yoldia) oblongoides* Wood; *Nucula myalis* Couthouy var.; *Yoldia angularis* Möller).
Macoma brota Dall. 5.
Portlandia lenticula (Möller). 5. [Plate V, figures 3, 4].

ANNELIDA. 10 species (9 identifications unconfirmed)

- Serpula vermicularis* Linné. 3, 4.
 **Spirorbis vitrea* Fabricius. 3, 4.
 **Spirorbis borealis* Daudin. 3.
 **Spirorbis carinata* Montagu. 3.
 **Spirorbis glomerata* Müller. 3.
 **Spirorbis lucidus* Fleming. 3.
 **Spirorbis sinistrorsa*. 3.
 **Spirorbis spirillum* (Linné). 3.
 **Vermilia serrula* Stimpson. 3.
 **Nereis pelagica* Linné. 4.

OSTRACODA. 23 representatives (11 identifications unconfirmed).

- Cytheropteron* spp. 1, 3, 4, 5. [Plate V, figures 17, 18].
 **Cytherura gibba* (Müller). 1, 3, 4. (*Cytherura robertsoni* Brady). [Plate V, figure 14 (*Cytherura* sp.)].
Hemicythere villosa (Sars). 1, 3, 4. [Plate V, figure 11 (*Hemicythere* sp.)].
Xestoleberis depressa Sars. 1, 3, 4. [Plate V, figure 10 (*Xestoleberis* sp.)].
Sclerochilus contortus Norman. 1, 4, 5. [Plate V, figure 20 (*Sclerochilus* sp.)].
Heterocyprideis sorbyana (Jones). 1, 4. [Plate V, figure 12].
 ?*Limnocythere* sp. 1, 4. [Plate V, figure 16].
Hemicythere concinna (Jones). 1, 5.
Normanicythere leioderma (Norman). 1.
 ?*Cyprideis littoralis* Brady. 3.
 **Cythere dawsoni* Brady. 4.
 **Cythere globulifera* Brady. 4.
 **Cythere macchesneyi* Brady. 4.
 **Cytheridea mulleri* (Münster). 4.
 **Cytheridea papillosa* Bosquet. 4.
Cytheridea punctillata Brady. 4. [Plate V, figure 9].

- **Cytheropteron angulatum* Brady & Robertson. 4. (*Cytheropteron angulatum* Brady, Crosskey & Robertson). [Plate V, figures 17, 18. (*Cytheropteron* spp.)].
- **Cytheropteron complanatum* Brady & Crosskey. 4.
- **Cytheropteron inflatum* Brady, Crosskey & Robertson. 4.
- **Eucythere argus* (Sars). 4.
- Leptocythere* sp. 4. [Plate V, figure 13].
- Pseudocythereis* sp. 4. [Plate V, figure 15].
- **Robertsonites logani* (Brady & Crosskey). 4. (*Cythere logani*).

CIRRIPEDIA. 3 species

- Balanus hameri* (Ascanius). 1, 2, 3, 4. (*Balanus scoticus*; *Balanus uddevallensis*). [Plate V, figures 25, 26].
- Balanus balanus* (Linné). 1, 3, 4, 5. (*Balanus porcatus*; *Balanus porcatus* da Costa). [Plate V, figures 23, 24].
- Balanus crenatus* Bruguière. 1, 3, 4. (*Balanus miser*; *Balanus miser* Gould). [Plate V, figures 21, 22].

DECAPODA. 2 species (no identifications confirmed).

- **Eupagurus bernhardus* Fabricius? 3.
- **Hyas coarctata* Leach. 3.

HOLOTHUROIDEA. 2 species (no identifications confirmed).

- **Psolus fabricii* (Düben & Koren). 4.
- **Psolus phantapus* (Linné). 4. (*Psolus phantopus*).

ASTEROIDEA. 1 species (identification unconfirmed).

- **Crossaster papposus* (Linné). 4. (*Solaster papposa*; *Solaster* (*Crossaster*) *papposa*).

OPHIUROIDEA. 4 species (no identifications confirmed).

- **Amphiura* sp. 4.
- **Ophiacantha bidentata* (Retzius). 4. (*Ophiacantha spinulosa* M & T).
- **Ophiocoma* sp. 4.
- **Ophiura* sp. 4.

ECHINOIDEA. 1 species.

- Strongylocentrotus drobachiensis* (Müller). 1, 3, 4. (*Euryechinus drobachiensis*; *Euryechinus drobachiensis* Müller; *Euryechinus* (*Strongylocentrotus*) *drobachiensis* Müller).

References

- AMI, H.M., 1897. Contributions to the palaeontology of the post-Pliocene deposits of the Ottawa valley. *Ottawa Nat.*, **11**: 20-26.
- AMI, H.M., 1902. List of fossils to accompany report by Dr. R.W. Ells on the city of Ottawa map. *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, n.s. **12**: (1889): 51G-56G.
- ARDLEY, Edward, 1912. Occurrence of *Ostrea* in the Pleistocene deposits of the vicinity of Montreal. *Ottawa Nat.*, **26**, 67.
- ARDLEY, Edward, 1916. Note on the discovery of a skeleton of *Beluga catodon* (White Whale) in the Pleistocene (*Leda* clay) at the town of Montreal East, Quebec. *Can. Rec. Sci.*, **9**, no. 8, 490-493.
- BAYFIELD, H.W., 1837. Notes on the geology of the north coast of the St. Lawrence. *Trans. geol. Soc., London*, ser. 2, **5**, 89-103.
- BELL, Robert, 1879. Report on an exploration of the east coast of Hudson's Bay, 1877. *Geol. Surv. Canada*, Rep. of Progress for 1877-78, pt. C, 1C-37C.
- BELL, Robert, 1885. Observations on the geology, mineralogy, zoology and botany of the Labrador coast, Hudson's Strait and Bay. *Geol. Surv. Canada*, Rep. of Progress for 1882-84, pt. DD, 5DD-62DD.
- BELL, Robert, 1886. Observations on the geology, zoology and botany of Hudson's Strait and Bay, made in 1885. *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, n.s., **1** (1885), pt. DD, 5DD-27DD.
- BELL, Robert, 1896. Proofs of the rising of the land around Hudson Bay. *Am. J. Sci.*, ser. 4, **1**: 219-228.
- BOLTON, T.E. and P.K. LEE, 1960. Post-glacial marine overlap of Anticosti Island, Quebec. *Proc. geol. Ass. Canada*, **12**: 67-68.
- BRADY, G.S. and H.W. CROSSKEY, 1871. Notes on fossil Ostracoda from the post-Tertiary deposits of Canada and New England. *Geol. Mag.*, **8**: 60-65, pl. II.
- DAWSON, G.M., 1897. Summary report on the operations of the Geological Survey for the year 1895. *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, n.s., **8**: (1895), pt. A.
- DAWSON, Sir J.W., 1857. On the Newer Pliocene and post-Pliocene deposits of the vicinity of Montreal. *Can. Nat.*, **2**: 401-426, pl. 7.
- DAWSON, Sir J.W., 1859. Additional notes on the post-Pliocene deposits of the St. Lawrence Valley. *Can. Nat.*, **4**: 23-29, 19 text-figs.
- DAWSON, Sir J.W., 1889. *Balanus hameri* and varieties of *Mya arenaria* and *M. truncata* in the Pleistocene. *Can. Rec. Sci.*, **3**: 287-292.
- DAWSON, Sir J.W., 1893. The Canadian ice age. William V. Dawson, Montreal.
- DAWSON, Sir J.W., 1895. Note on a specimen of *Beluga catodon*, from the *Leda* clay, Montreal. *Can. Rec. Sci.*, **6**: 351-354.
- DIONNE, J.C., 1968. Fossiles marins pleistocènes dans la partie nord du Lac St-Jean. *Naturaliste can.*, **95**: 1401-1408.
- DIONNE, J.C., 1968. Localités fossilifères, côte sud du Saint-Laurent. Québec, Lab. Rech. forestières, Rapp. prélim. no 1-F (non publié), 30 p. dactyl.
- ELLS, R.W., 1898. Sands and clays of the Ottawa Basin. *Bull. geol. Soc. Am.*, **9**: 211-222.
- ELLS, R.W., 1901. Report on the geology of the Three Rivers mapsheet, or northwestern sheet of the "Eastern Townships" map, Quebec. *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, n.s., **11**: (1898), pt. J.

- ELLS, R.W., 1908. Report on the landslide at Notre-Dame de la Salette, Lièvre River, Quebec. *Geol. Surv. Canada*, Publ. no 1030.
- ELSON, J.A., 1960. Littoral mollusks of the Champlain Sea; Notes for the American Malacological Union excursion to Mount St. Hilaire, Quebec, August 12, 1960.
- FORBES, Edward, 1846. Catalogue of species of marine animals, the remains of which are found fossil in beds of the glacial epoch. *Appendix, Mem. geol. Surv. Great Britain and Mus. Econ. Geol. London*, 1: 406-432.
- GADD, N.R., 1960. Surficial geology of the Bécancourt map-area, Quebec. *Geol. Surv. Canada*, Paper 59-8.
- GOLDRING, Winifred, 1922. The Champlain Sea. *Bull. N.Y. St. Mus.*, no. 239-140, 153-187, pls. 1-3.
- GOLDTHWAIT, J.W., 1911. Raised beaches of southern Quebec. *Geol. Surv. Canada*, Summary Rep. for 1910, 220-223.
- GOLDTHWAIT, J.W., 1913. The upper marine limit at Covey Hill and vicinity. *Geol. Surv. Canada*, Guide Book no 3: 122-126.
- HUNT, T.S., 1866. Report of Dr. T. Sterry Hunt, L.L.D., F.R.S., chemist and mineralogist, addressed to Sir W.E. Logan, F.R.S., F.G.S.. *Geol. Surv. Canada*, Rep. of Progress for 1863-1866, 79-90.
- JOHNSTON, W.A., 1917. Pleistocene and Recent deposits in the vicinity of Ottawa, with a description of the soils. *Mem. geol. Surv. Canada*, 101.
- KEELE, Joseph and W.A. JOHNSTON, 1913. The superficial deposits near Ottawa. *Geol. Surv. Canada*, Guide Book no 3: 126-134.
- LASALLE, Pierre, 1965. Radiocarbon date from the Lake St. John area, Quebec. *Science*, 149, no 3686, 860-862.
- LASALLE, Pierre, 1966. Geology of Hebertville area (unconsolidated sediments). *Prelim. Rep. Dept. Nat. Res. Québec*, no 546, 14 pp.
- LASALLE, P. and J. RONDOT, 1967. New ¹⁴C dates from the Lac St-Jean area. *Can. J. Earth Sci.*, 4: 568-571.
- LAVERDIÈRE, Camille and Auguste MAILLOUX, 1951. Additions à la faune Champlain et post-pleistocène du lac Saint-Jean. *Ann. ACFAS*, 17: 94-95.
- LAVERDIÈRE, C. and A. MAILLOUX, 1956. État de nos connaissances d'une transgression marine post-glaciaire dans les régions du Haut-Saguenay et du Lac Saint-Jean. *Rev. can. Géogr.*, 10: 201-220, 4 fig.
- LOGAN, Sir W.E., 1842. Marine shells on Montreal Mountain. *Proc. geol. Soc. London*, 3: 769-770.
- LOGAN, Sir W.E., 1847. On the topography and geology of the Ottawa River, and some of its tributaries. *Geol. Surv. Canada*, Rep. of Progress for 1845-1846.
- LOGAN, Sir W.E., 1863. Geology of Canada. *Geol. Surv. Canada*, Rep. of Progress for 1863, p. 915-930.
- LOW, A.P., 1889. Report on explorations in James' Bay and country east of Hudson Bay drained by the Big, Great Whale and Clearwater Rivers. *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, for 1887-1888, pt. J, pp. 5J-94J.
- LOW, A.P., 1893. Report on the geology and economic minerals of the southern portion of Portneuf, Quebec and Montmorency counties, province of Quebec. *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, for 1890-1891, n.s., 5, pt. I, Rep. L, pp. 5L-82L.
- LOW, A.P., 1903. Report on an exploration of the east coast of Hudson Bay; *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, for 1902, n.s., 13, pt. D, pp. 5D-84D.

- LYELL, Sir Charles, 1841. Remarks on some fossil and Recent shells, collected by Captain Bayfield, R.N., in Canada. *Trans. geol. Soc. London*, ser. 2, 6, pt. 1, 135-141.
- LYELL, Sir Charles, 1842. Remarks on some fossil and Recent shells, collected by Captain Bayfield, R.N., in Canada. *Proc. geol. Soc.*, 3: 119-120.
- LYELL, Sir Charles, 1845. Travels in North America in the years 1841-1842, with geological observations in the United States, Canada and Nova Scotia, vol. 2. Wiley and Putnam.
- NICHOLS, D.A., 1936. Post-Pleistocene fossils of the uplifted beaches of the eastern Arctic regions of Canada. *Can. Field-Nat.*, 50: 127-129.
- OSBORNE, F.F., 1951. Parc des Laurentides ice cap and the Quebec Sea. *Naturaliste can.*, 78: 222-251.
- RETTY, J.A., 1932-1933. Reconnaissance along the Coulonge and Black Rivers, Pontiac county. *Rep. Minister of Mines, Québec*, pt. D, pp. 83-107.
- RICHARDS, H.G., 1962. Studies on the marine Pleistocene. *Trans. Am. phil. Soc.*, n.s. 52, pt. 3, 141p.
- RICHARDSON, James, 1870. On the country bounded on the northwest by the St. Lawrence and on the southeast by the Quebec Province line, and extending from the Chaudière River to a point beyond Temiscouata Portage road. *Geol. Surv. Canada*, Rep. of Progress for 1866-1869, pp. 305-311.
- SELWYN, A.R.C., 1893. Summary report on the operations of the Geological Survey for the year 1890; *Ann. Rep. geol. Surv. Canada*, for 1890-1891, n.s., 5, pt. A.
- SMITH, Burnet, 1948. Two marine Quaternary localities. *Paleontogr. Am.*, 3, no. 22, 1-16.
- STANSFIELD, John, 1912. Certain mica, graphite and apatite deposits of the Ottawa Valley, and an occurrence of *Eozoon canadense*. *Geol. Surv. Canada*, Summary Rep. for 1911, pp. 280-285.
- STANFIELD, John, 1915. The Pleistocene and Recent deposits of the island of Montreal. *Mem. geol. Surv. Canada*, 73.
- STIMPSON, William, 1862. On the marine shells brought by Mr. Drexler from Hudson's Bay, and on the occurrence of a Pleistocene deposit on the southern shore of James' Bay. *Proc. Acad. nat. Sci. Philadelphia*, 13: (1861), 97.
- TOLMACHOFF, I.P., 1928. Note on the discovery of the Champlain Sea fauna on Lake St. John, Quebec, Canada. *Can. Field Nat.* 41: 123-125.
- WAGNER, F.J.E., 1958. Report on shells from northwestern Quebec, submitted by H.A. Lee, April, 1958. *Geol. Surv. Canada, Fossil Rep.* P1-1-58/59.
- WAGNER, F.J.E., 1959. Report on fossils from Fort George and vicinity, Quebec, submitted by H.A. Lee, 1959. *Geol. Surv. Canada, Fossil Rep.* P1-9-59/60.
- WAGNER, F.J.E., 1962. Report on shells from Rivière du Loup – Trois-Pistoles area, Quebec, collected by H.A. Lee, 1961. *Geol. Surv. Canada, Fossil Rep.* P1-1-63.
- WAGNER, F.J.E., 1967. Report on shells from Baie Comeau area, Quebec, submitted by E. Campagna, July, 1967. *Geol. Surv. Canada, Fossil Rep.* P1-6-67.
- WAGNER, F.J.E., 1967. Published references to Champlain Sea faunas 1837-1966 and list of fossils. *Geol. Surv. Canada, Paper* 67-11.
- WHITEAVDS, J.F., 1901. Catalogue of the marine invertebrata of eastern Canada. *Geol. Surv. Canada, Publ.* no. 772.
- WHITTAKER, E.J., 1922. Pleistocene and Recent fossils of the St. Lawrence Valley from Prescott to Beauharnois. In Report of structural materials along the St. Lawrence River. . . by J. Keele and L.H. Cole. *Canada Department of Mines, Mines Branch Publ.* 549, 103-108.

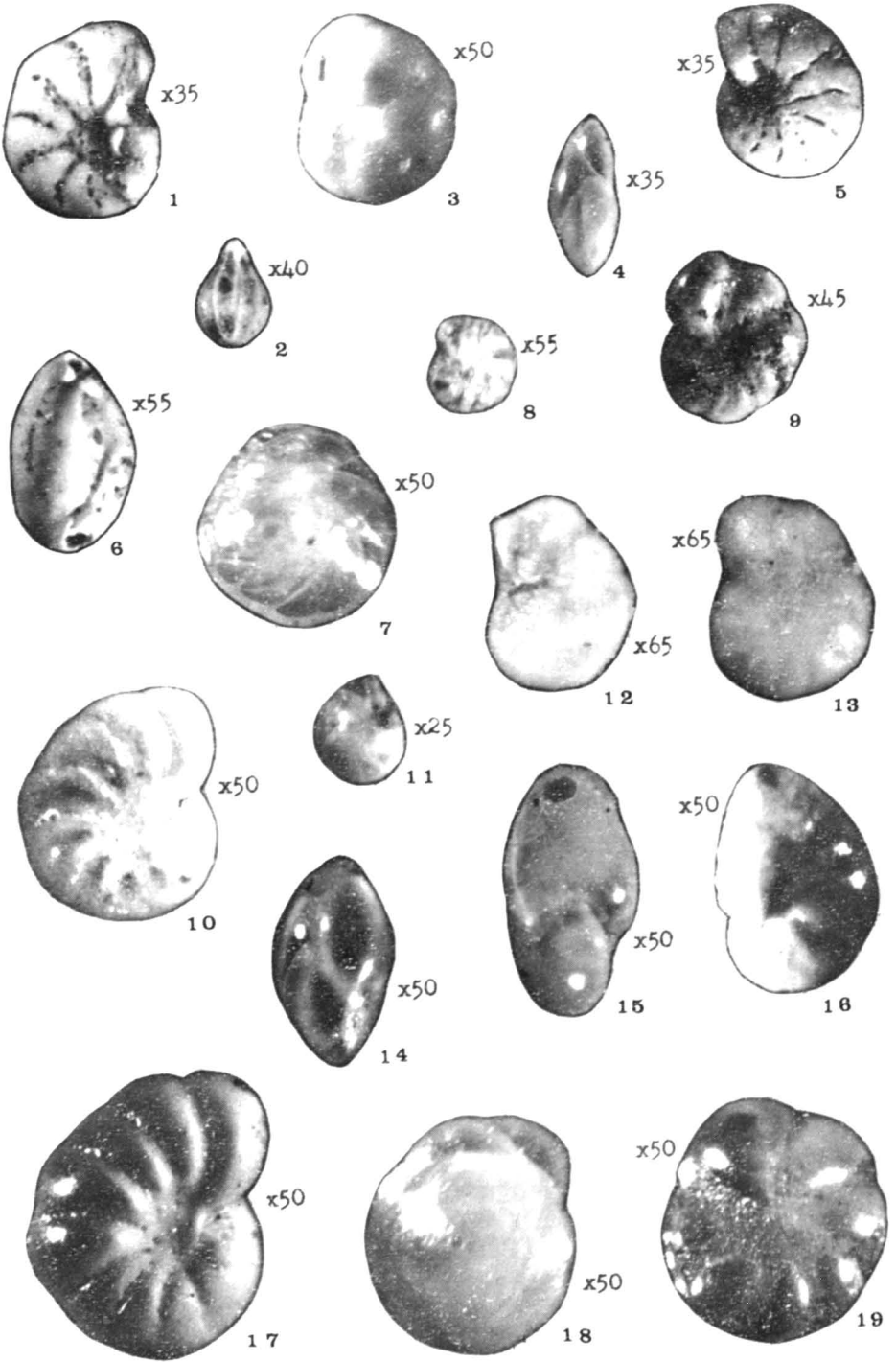


PLATE I

1. *Elphidiella arctica* (Parker & Jones). Side view showing double row of sutural pores, X34. Sherbrooke and Mansfield Streets, Montréal, Québec; G.S.C. hypotype 20124.
2. *Lagena apiopleura* Loeblich and Tappan. Side view, X40. Southwest corner of Isabella and Décarie Streets, Montréal, Québec; G.S.C. hypotype 20100.
3. *Islandiella islandica* (Nørvang). Side view, showing aperture, X50. Hudson Bay; G.S.C. hypotype 22024.
4. *Pseudopolymorphina novangliae* (Cushman). Side view, X35. Lot 2, concession II, Osnabruck township, Stormont county, Ontario; G.S.C. hypotype 20104.
5. *Elphidium incertum* (Williamson). Side view showing depressed umbilicus and grooves radiating from the umbilical area, X35. Lot 4, concession I, Lochiel township, Glengarry county, Ontario; G.S.C. hypotype 20122.
6. *Quinqueloculina seminulum* (Linné). Side view, X55. 1.4 miles southeast of St. Philomène, Québec; G.S.C. hypotype 20097.
7. *Islandiella teretis* (Tappan). Side view, X50. Hudson Bay; G.S.C. hypotype 22026.
8. *Elphidium incertum clavatum* Cushman. Side view, X55. Beaugrand Street, 100 feet south of Souigny, Montréal, Québec; G.S.C. hypotype 20120.
9. *Elphidium subarcticum* Cushman. Side view, showing opaque bands along the sutures, X45. St. Philomène Ridge, south of Montréal, Québec; G.S.C. hypotype 20123.
10. *Protelphidium orbiculare* (Brady). Side view, X50. Hudson Bay; G.S.C. hypotype 22023.
11. *Islandiella norcrossi* (Cushman). Side view, showing aperture, X25. Lot 2, concession II, Osnabruck township, Stormont county, Ontario; G.S.C. hypotype 20110.
- 12, 13. *Cibicides lobatulus* (Walker and Jacob). (12) ventral view, X65. (13) dorsal view, X65. 3.2 miles east of Deschaillons, Québec; G.S.C. hypotypes 20128, 20129.
14. *Globulina glacialis* Cushman and Ozawa. Side view, X50. Lot 6, concession I, Kenyon township, Glengarry county, Ontario; G.S.C. hypotype 20102.
- 15, 16. *Nonionellina labradorica* (Dawson). (15), apertural view, X50. (16), side view, X50. Rivière du Loup - Trois Pistoles area, Québec; G.S.C. hypotype 21087.
17. *Elphidium bartletti* Cushman. Side view, X50. Hudson Bay; G.S.C. hypotype 22027.
- 18, 19. *Buccella frigida* (Cushman). (18), dorsal view, X50. (19), ventral view, X50. Hudson Bay; G.S.C. hypotypes 22028, 22029.

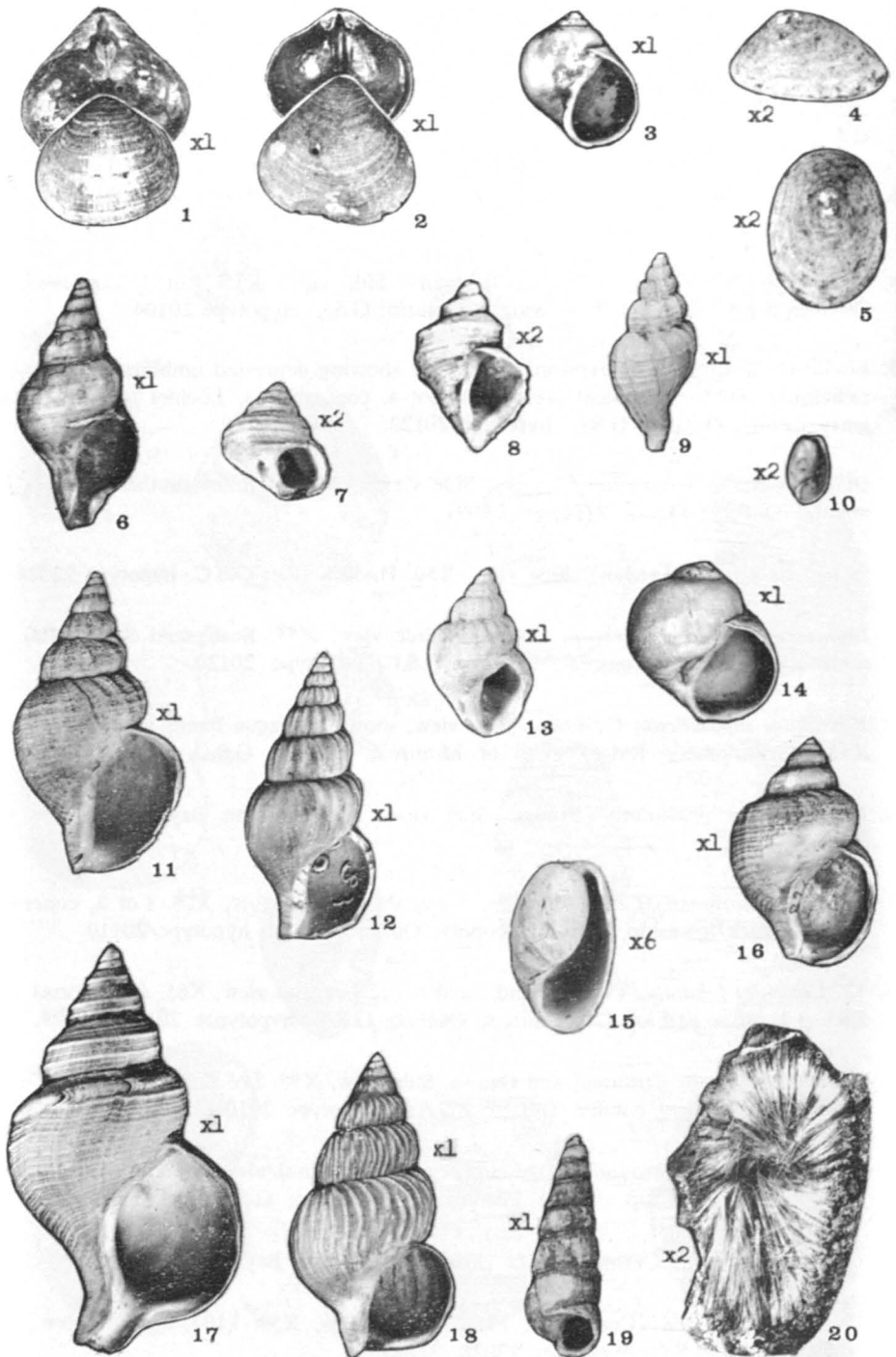


PLATE II

- 1, 2. *Hemithiris psittacea* (Gmelin). (1), interior of pedicle valve and exterior of brachial valve, X1. (2), interior of brachial valve and exterior of pedicle valve, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22051.
3. *Lunatia pallida* (Broderip and Sowerby). Oral view, X1. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River; G.S.C. hypotype 20136.
- 4, 5. *Lepta caeca* Müller. (4) side view, X2. (5) dorsal view, X2, Hudson Bay; G.S.C. hypotype 22030.
6. *Buccinum hancocki* Mörch. Oral view, X1. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River; G.S.C. hypotype 20139.
7. *Margarites costalis* (Gould) Oral view, X2. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 2096.
8. *Trichotropis borealis* Broderip and Sowerby. Oral view, X2. Corner of Wiseman and Jean Talon Streets, Montréal, Québec; G.S.C. hypotype 20134.
9. *Boreotrophon clathratus* (Linné). Aboral view, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22033.
10. *Cylichna alba* Brown. Oral view, X2. Sherbrooke and Mansfield Streets, Montréal, Québec ; G.S.C. hypotype 20143.
11. *Buccinum tottenii* Stompsen. Oral view, X1. Rivière du Loup - Trois Pistoles area, Québec ; G.S.C. hypotype 21094.
12. *Plicifusus kroyeri* (Möller). Oral view, X1. Rivière du Loup - Trois Pistoles area, Québec ; G.S.C. hypotype 21095.
13. *Buccinum ciliatum* Fabricius. Oral view, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22032.
14. *Natica clausa* Broderip and Sowerby. Oral view, X1. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River ; G.S.C. hypotype 20135.
15. *Haminoea solitaria* (Say). Oral view, X6. Lot 37, concession I, Kenyon township, Glengarry county, Ontario ; G.S.C. hypotype 20141.
16. *Buccinum terrae-novae* Mörch. Oral view, X1. Rivière du Cèdre, 0.3 miles southeast of St. Janvier-de-Joly, Québec ; G.S.C. hypotype 20137.
17. *Neptunea despecta tornata* (Gould). Oral view, XI. East bank of Grande Rivière du Chêne, just south of Highway 9, Québec ; G.S.C. hypotype 20140.
18. *Buccinum tenue* Gray. Oral view, X1. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River ; G.S.C. hypotype 20138.
19. *Tachyrhynchus erosum* (Couthouy). Oral view, X2. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22031.
20. *Tethya logani* Dawson. Flattened rosette of spicules, X2. First Avenue, between Allan and Lacoste Streets, Montréal, Québec ; G.S.C. hypotype 20130.

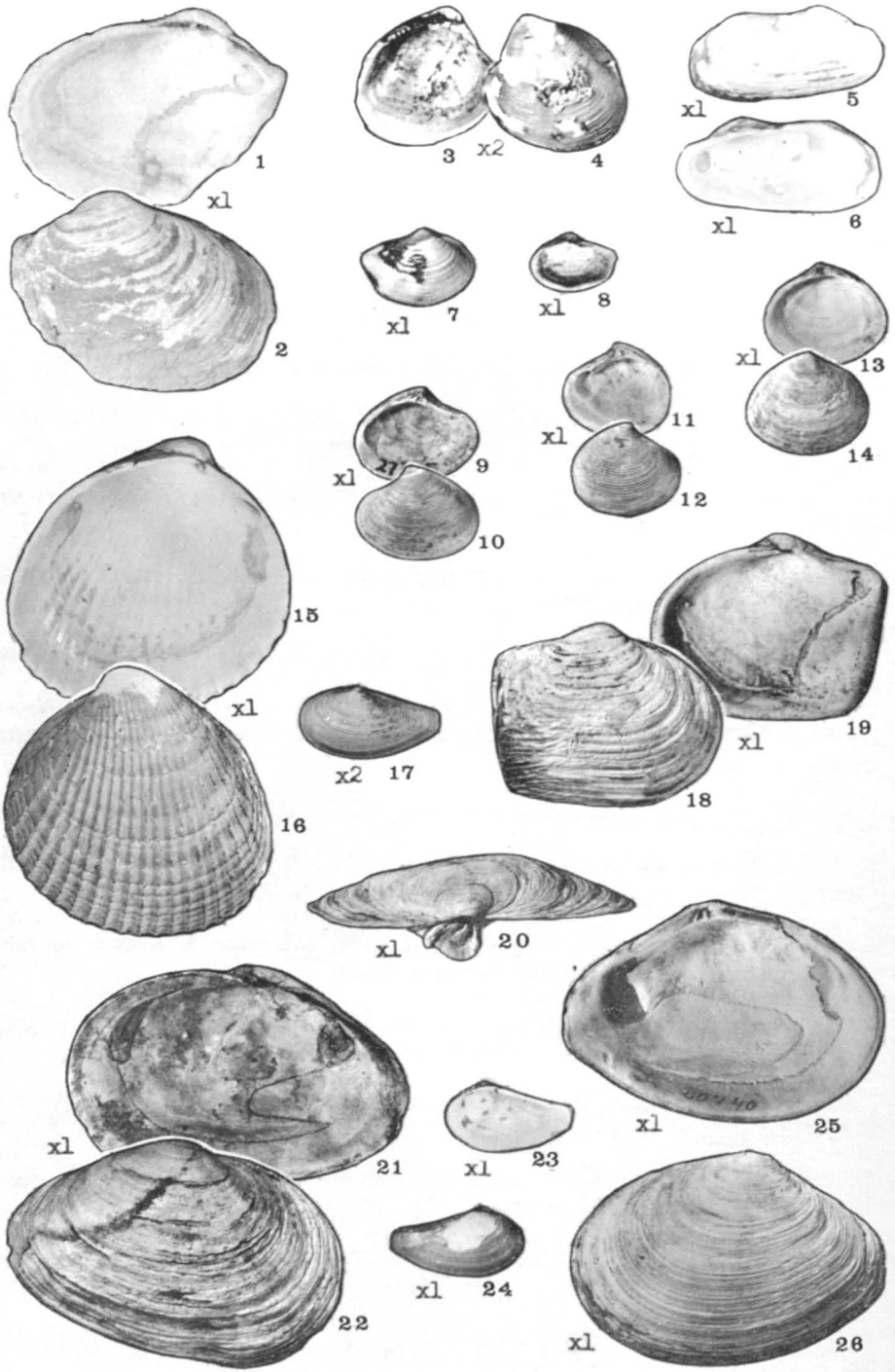


PLATE III

- 1, 2. *Mya truncata uddevalensis* Forbes. (1) interior of right valve, X1. (2) exterior of right valve, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 21097.
- 3, 4. *Nucula tenuis* (Montagu), (3) interior view showing hinge, the right side of which is broken, X2. (4) exterior of shell, X2. West bank of Lachevrotière River, Québec, 0.25 miles from St. Lawrence River ; G.S.C. hypotype 20144.
- 5, 6. *Hiatela arctica* (Linné). (5) exterior of right valve, X1. (6) interior of right valve, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22046.
- 7, 8. *Portlandia arctica* (Gray). (7) exterior of right valve, X1. (8) interior of right valve, X1. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River ; G.S.C. hypotypes 20146, 20147.
- 9, 10. *Astarte montagui warhami* Hancock. (9) interior of left valve, X1. (10) exterior of left valve, X1. Corner of Wiseman and Jean Talon Streets, Montréal, Québec ; G.S.C. hypotype 20152.
- 11, 12. *Astarte montagui striata* (Leach). (11) interior of right valve, X1. (12) exterior of right valve, X1. Rivière du Cèdre, 0.3 miles southeast of St. Janvier-de-Joly, Québec ; G.S.C. hypotype 20151.
- 13, 14. *Macoma balthica* (Linné). (13) interior of right valve, X1. (14) exterior of right valve, X1. 2 miles northwest of St. Joseph-du-Lac, Québec ; G.S.C. hypotype 20157.
- 15, 16. *Clinocardium ciliatum* (Fabricius). (15) interior of left valve, X1. (16) exterior of left valve, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22055.
17. *Nuculana minuta* (Fabricius) Exterior of left valve, X2. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22037.
- 18, 19. *Mya truncata* Linné. (18) exterior of right valve, X1. (19) interior of right valve, X1. East bank of Grande Rivière du Chêne, just south of Highway 9, Québec ; G.S.C. hypotype 20161.
- 20-22. *Mya arenaria* Linné. (20) chondrophore of left valve, viewed from the top, X1. (21) interior of right valve with pallial line inked, X1. (22) exterior of right valve, X1. North side of Highway 36, 0.4 miles east of railway crossing in St. Remi, Québec ; G.S.C. hypotype 20160.
- 23, 24. *Nuculana pernula* (Müller). (23) interior of right valve, X1. (24) exterior of right valve, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22036.
- 25, 26. *Macoma calcarea* (Gmelin). (25) interior of left valve, X1. (26) exterior of left valve, X1. 1 mile northeast of St. Maurice, Québec ; G.S.C. hypotype 20158.

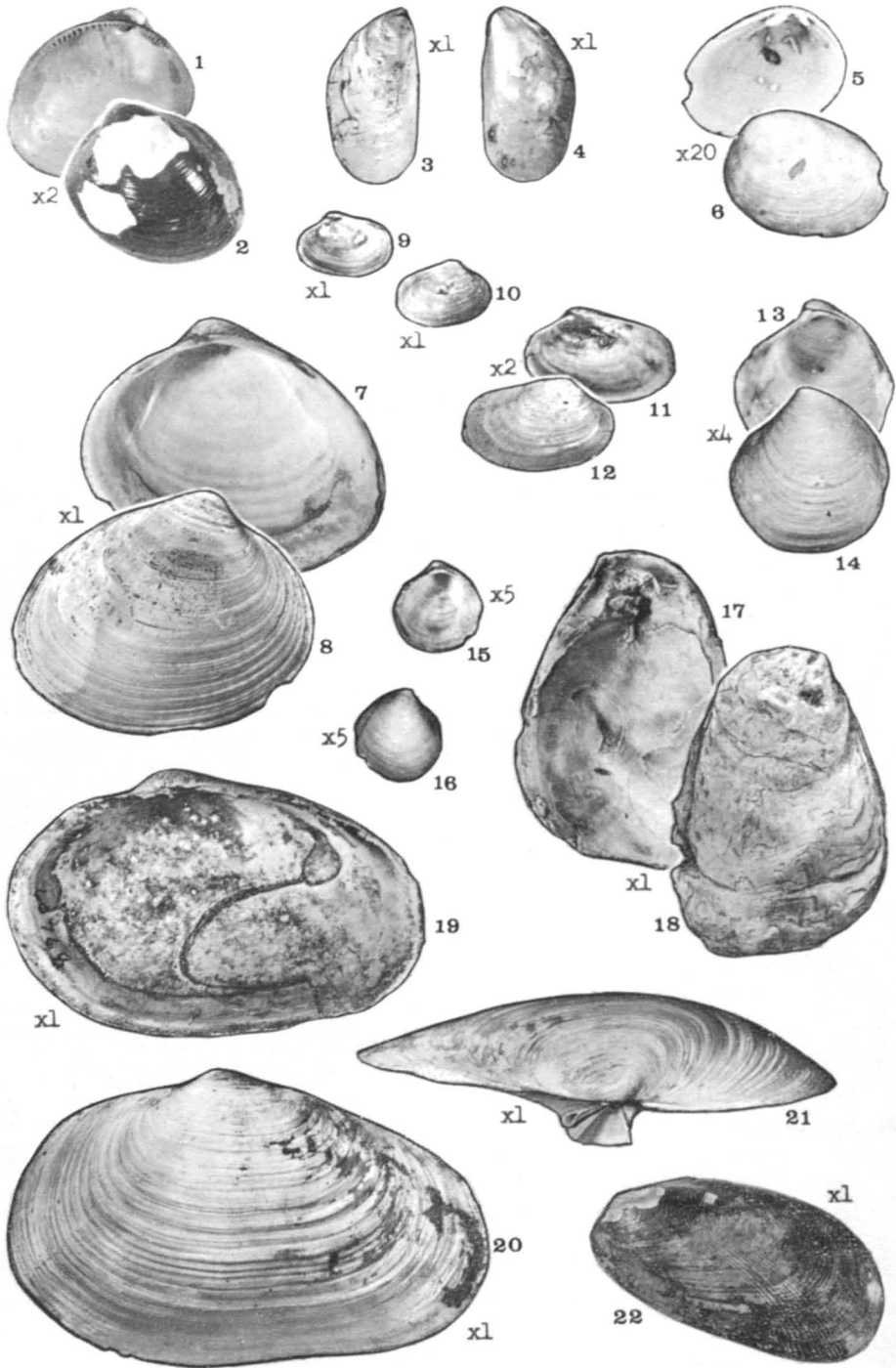


PLATE IV

- 1, 2. *Nucula bellotti* Adams. (1) interior of left valve, X2. (2) exterior of left valve, X2. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22035.
- 3, 4. *Mytilus edulis* Linné. (3) exterior of worn specimen, X1. (4) interior of worn specimen, X1. 2 miles northwest of St. Joseph-du-Lac, Québec ; G.S.C. hypotype 20149.
- 5, 6. *Mysella planulata* (Stimpson). (5) interior of left valve, X20. (6) exterior of left valve, X20. 1.5 miles due north of Ancienne Lorette, Québec ; G.S.C. hypotype 20155.
- 7, 8. *Serripes groenlandicus* (Bruguère). (7) interior of right valve, X1. (8) exterior of right valve, X1. East bank of Grande Rivière du Chêne, just south of Highway 9, Québec ; G.S.C. hypotype 20156.
- 9, 10. *Lyonsia arenosa* (Möller). (9) interior of right valve, X1. (10) exterior of right valve, X1. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River ; G.S.C. hypotype 20165.
- 11, 12. *Lyonsia hyalina* (Conrad). (11) interior of right valve, X2. (12) exterior of right valve, X2. East bank of Grande Rivière du Chêne, just south of Highway 9, Québec ; G.S.C. hypotype 20166.
- 13, 14. *Axinopsida orbiculata* (Sars). (13) interior of right valve, X4. (14) exterior of left valve, X4. Lot 31, concession V, Cornwall township, Stormont county, Ontario ; G.S.C. hypotype 20154.
- 15, 16. *Thyasira gouldi* (Philippi). (15) interior of right valve, X5. (16) exterior of right valve, X5. Grande Rivière du Chêne, opposite mouth of Rivière Bois-Clair, Québec ; G.S.C. hypotype 20153.
- 17, 18. *Crassostrea virginica* (Gmelin). (17) interior of shell, X1. (18) exterior of worn shell, X1. Westbury Street, near Mackenzie, Montréal, Québec ; G.S.C. hypotype 20150.
- 19-21. *Mya pseudoarenaria* Schlesch. (19) interior of right valve, X1. (20) exterior of left valve, X1. (21) chondrophore of left valve, viewed from the top, X1. Rivière du Cèdre, 0.3 miles southeast of St. Janvier-de-Joly, Québec ; G.S.C. hypotypes 20163a, 20163.
22. *Musculus niger* (Gray). Exterior of left valve, X1. Hudson Bay ; G.S.C. hypotype 22044.

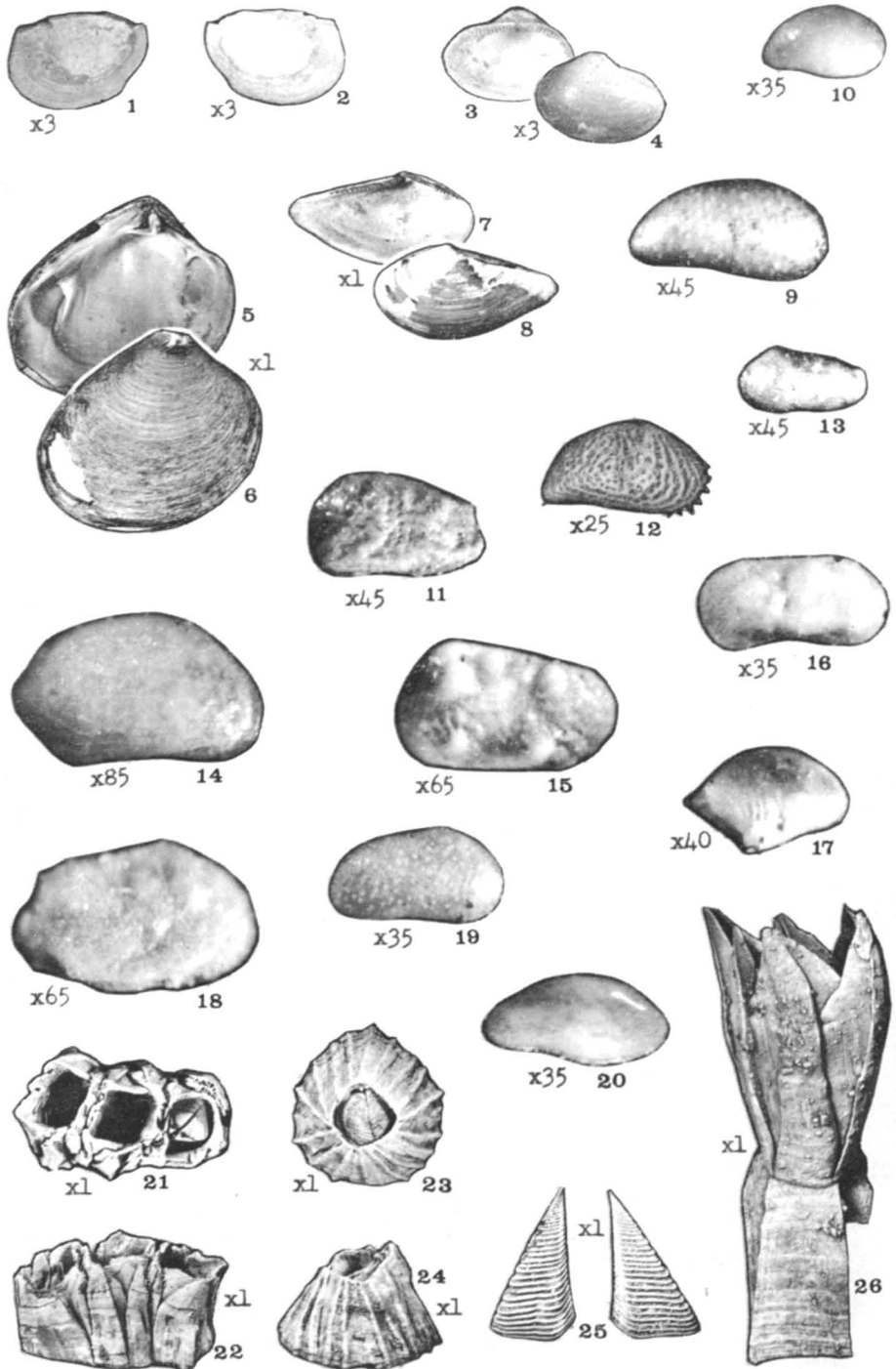


PLATE V

- 1, 2. *Pandora glacialis* Leach. (1) exterior of right valve, X3. (2) exterior of left valve, X3. Hudson Bay; G.S.C. hypotype 22049.
- 3, 4. *Portlandia lenticula* (Möller). (3) interior of left valve, X3. (4) exterior of left valve, X3. Hudson Bay; G.S.C. hypotype 22040.
- 5, 6. *Astarte borealis* Schumacher. (5) interior of left valve, X1. (6) exterior of right valve, X1. Bracebridge Inlet, Bathurst Island, Northwest Territories; G.S.C. hypotype 20997.
- 7, 8. *Nuculana tenuisulcata* (Couthouy). (7) interior of left valve, X1. (8) exterior of left valve, X1. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River; G.S.C. hypotype 20146.
9. *Cytheridea punctillata* Brady. Exterior of right valve, X45. East bank of Batiscan River, Québec, just below Chute à Jimmy; G.S.C. hypotype 20168.
10. *Xestoleberis* sp. Exterior of left valve, X35. Bank of the St. Lawrence River, at creek 7 miles east of Morrisburg, Ontario; G.S.C. hypotype 20181.
11. *Hemicythere* sp. Exterior of left valve, X45. 1.4 miles southeast of St. Philomène, Québec; G.S.C. hypotype 20176.
12. *Heterocyprideis sorbyana* (Jones). Exterior of right valve, X25. Sherbrooke and Mansfield Streets, Montréal, Québec; G.S.C. hypotype 20170.
13. *Leptocythere* sp. Exterior of left valve, X45. Corner of Masson and d'Iberville Streets, Montréal, Québec; G.S.C. hypotype 20178.
14. *Cytherura* sp. Exterior of right valve, X85. East bank of Grande Rivière du Chêne, just south of Highway 9, Québec; G.S.C. hypotype 20171.
15. *Pseudocythereis* sp. Exterior of left valve, X65. East bank of Grande Rivière du Chêne, just south of Highway 9, Québec; G.S.C. hypotype 20182.
16. *Limnocythere* sp. Exterior of left valve, X35. Morrisburg, Ontario; G.S.C. hypotype 20179.
17. *Cytheropteron* sp. Exterior of right valve, X40. Bank of St. Lawrence River, at creek 7 miles east of Morrisburg, Ontario; G.S.C. hypotype 20175.
18. *Cytheropteron* sp. Exterior of right valve, X65. 2 miles east-southeast of Ste. Geneviève, Québec, on west bank of Batiscan River; G.S.C. hypotype 20173.
19. *Cytheridea* sp. Exterior of right valve, X35. East bank of Batiscan River, Québec, just below Chute à Jimmy; G.S.C. hypotype 20169.
20. *Sclerochilus* sp. Exterior of left valve, X35. East bank of Grande Rivière du Chêne, just south of Highway 9, Québec; G.S.C. hypotype 20180.
- 21, 22. *Balanus crenatus* Bruguière. (21) top view of 3 individuals, X1. (22) side view of 3 individuals, X1. Recent, Atlantic Coast; G.S.C. hypotype 20191.
- 23, 24. *Balanus balanus* (Linné). (23) top view, X1. (24) side view, X1. Recent Atlantic Coast; G.S.C. hypotype 20190.
- 25, 26. *Balanus hameri* (Ascanius) (25) 2 opercular plates, X1. (26) side view, one specimen attached to a plate of another specimen, X1. 1.4 miles southeast of St. Philomène, Québec; G.S.C. hypotype 20192.

ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE ET PALÉOCLIMATIQUE
DE LA MICROFAUNE DU RÉGOURDOU
(MONTIGNAC, DORDOGNE, FRANCE) ¹

SIMONE SIMARD ²

Collège Notre-Dame de Bellevue, Québec

Résumé

La grotte du Régourdou est un gisement d'âge würmien où l'on a trouvé des ossements de Néanderthalien, contenus dans une sépulture. La microfaune abondante est constituée en très grande partie de Rongeurs, surtout des Microtidés, sur qui a porté principalement notre étude paléontologique.

Nous avons de plus analysé les variations qualitatives et quantitatives de la population de Rongeurs selon les couches, ce qui nous a permis de faire des interprétations paléoclimatiques.

Abstract

The Régourdou cave is a Würm deposit, where Neanderthaler bones have been found in a burial.

The abundant microfauna is represented in its largest part by Rodentia, especially Microtidae, which are the main subject of our paleontological study.

We also study qualitative and quantitative variations of the Rodent population at different levels, which permitted us to make paleoclimatic interpretations.

Introduction

La grotte du Régourdou se trouve sur le territoire de la commune de Montignac sur Vézère (Dordogne). Elle est située sur le rebord nord-ouest du petit plateau qui couronne la colline de Lascaux et distante de 500 mètres environ de cette dernière grotte.

1. D'après une thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris (1966), pour l'obtention d'un Doctorat de spécialité.

COUCHES (épaisseur)	STRATIGRAPHIE (cf. fig. n°1)	CHRONOLOGIE et INTERPRÉTATION	STRUCTURES INTENTIONNELLES (et dépôts rituels)	INDUSTRIES	FAUNE			
S	Sables rouges des plateaux	Würm III		Traces de Paléolithique supérieur: Aurignacien?	Faune froide à Renne			
1	Blocs rocheux provenant de l'effondrement du toit de la grotte	Fin du Würm II						
2 (1 à 3m)	Eboulis et blocs rocheux (au moins trois niveaux)	Würm II (action du gel)		Moustérien du type La Quina	Faune froide { Renne Cheval, boeuf Grands carnivores (loup, lion)			
3 (0,50 à 1m)	3a: Lit stalagmitique continu 3b: Sables d'altération rouges foncés, plus argileux 3c: Sables rouges	Sol d'altération: inter-stade Würm I-II Würm I (Sables rouges amenés par le vent et étalés par le ruissellement)	Fosse III A Pierrier III B	Foyers Traces de feux Moustérien	Faune tempérée { Ours brun Cervidés { Cerf Chevreuil Bovidés Sanglier Eléphant Castor			
4 (0,30 à 0,50m)	4a: Sables gris, cendreaux 4b: Sables noirâtres, cendreaux		Tumulus IV A (sépulture humaine) Pierrier IV B (ours) Fosse IV C (ours) Pierrier IV D (ossements divers)					
5 (0,1 à 0,50m)	Sables rouges							
6 (quelques cm)	Sables verdâtres (peu épais)							
7 (0,40 à 0,50m)	7a: Sables limoneux, panachés 7b: Sables grossiers, lités		Tumulus VII A (ours)					
8 (1m)	Sables rouges, lités							
R	Dalles rocheuses détachées du plafond		Fin du Rissien, début du Würmien					

TABLEAU I: TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ÉTUDES EFFECTUÉES AU RÉGOURDOU

Le gisement du Régourdou a été découvert en 1954 par M. R. Constant, le propriétaire du terrain, qui entreprit les fouilles; ces dernières furent interrompues après la découverte d'ossements de Néanderthalien, contenus dans une sépulture. Ces restes humains ont été étudiés par M. le Professeur J. Piveteau (1959). Les fouilles reprurent en 1960 sous la direction de M. E. Bonifay et se poursuivirent jusqu'en 1964. Des études sur la stratigraphie (fig. 1), la faune, l'industrie et les structures intentionnelles ont fait l'objet de publications de la part de Monsieur E. Bonifay (1961, 1962, 1964). Les résultats de ces études sont résumés dans le tableau I.

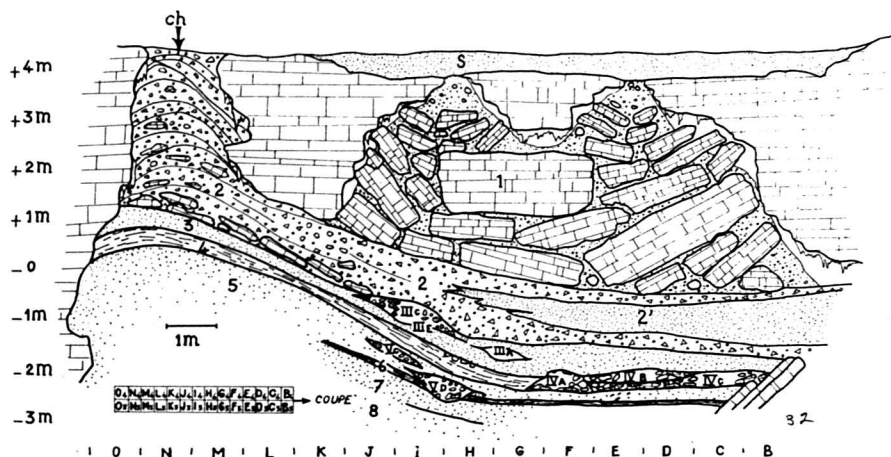


FIGURE 1. Stratigraphie de la grotte du Régourdou d'après E. Bonifay. Coupe longitudinale passant par l'entrée de la grotte (ch: cheminée permettant l'accès à la grotte pendant le Würm I et II).

MÉTHODES DE FOUILLE

La récolte de la microfaune a été effectuée couche par couche, principalement au cours de l'été 1964. La nature sableuse des sédiments a permis le tamisage à sec sur le terrain. Nous avons utilisé des tamis de 2 mm et de 1 mm. Les sédiments recueillis dans les pierriers et les fosses ont été tamisés séparément de la couche dont ils provenaient.

La microfaune a été recueillie dans les couches sableuses 8 à 2. La richesse relative des différentes couches en microfaune nous est donnée par le tableau II qui indique, pour chaque couche, le nombre de kilogrammes de sédiments tamisés et le nombre de mandibules recueillies par 100 kilogrammes de sédiments tamisés.

Ce tableau nous montre que les couches 7 et 5 sont les plus riches en microfaune et que la couche 2 est la plus pauvre. Nous n'avons pu effectuer de récolte pour la couche 6, mince et discontinue.

TABLEAU II

Couches	Nombre de kg de sédiments tamisés	Nombre de mandibules par 100 kg de sédiments tamisés	
		<i>Rongeurs</i>	<i>Insectivores plus Chiroptères</i>
2 sup.	1160	0,34	—
2 inf.	600	0,66	0,16
3	2200	8,10	2,1
4 a	240	19,0	8,7
4 b	260	13,0	9,2
4 (*)	360	20,0	6,4
5	300	74,0	7,3
7	360	30,5	23,3
Pierrier-VII-D	40	232,5	72,5
Pierrier VII-C	60	180,0	13
Pierrier VII-B	80	51,0	3
8 sup.	200	14,0	0,5
8 inf.	140	39,0	0,7
8 (*)	140	14,0	1,4

(*) : niveau indéterminé à l'intérieur de la couche.

Ce tableau nous montre de plus que les sédiments recueillis lors du dégagement des pierriers sont plus riches en microfaune que les sédiments de la couche dont ils font partie.

Étant donné que le tamisage n'a livré que très peu de mandibules pour la couche 2, nous avons lavé une quarantaine de kilogrammes de sédiments provenant de cette couche et nous les avons triés à la loupe binoculaire, afin de récolter les dents isolées.

ÉTUDE AU LABORATOIRE

Au laboratoire, le matériel a été observé à la loupe binoculaire. Pour notre étude, nous avons utilisé surtout les mandibules, les crânes et les dents isolées, étant donné que les os longs, dont la variabilité spécifique est actuellement mal connue, ne se prêtent pas à une détermination sûre. Notre attention s'est portée surtout sur les Rongeurs, en raison de leur intérêt paléontologique et paléoclimatique.

Les mesures des dents jugales ont été faites à l'aide d'un micromètre avec une précision de l'ordre du 1/20^e de millimètre. Nous avons fait les dessins à l'aide d'une chambre claire non incorporée à la loupe. L'échelle est indiquée pour chaque dessin.

ORIGINE DE LA MICROFAUNE RECUEILLIE DANS LA GROTTÉ

Les micromammifères qui, à l'époque actuelle, habitent dans les grottes sont surtout les Chiroptères et parfois les Lagomorphes. Les Rongeurs peuvent occasionnellement s'aventurer dans les grottes, mais il est exceptionnel qu'ils y creusent un terrier. Il faut toutefois noter que les grottes où l'homme laisse des déchets peuvent, par suite, attirer les rats et les souris.

Ces données écologiques nous permettent de supposer que la plupart des micromammifères recueillis au Régourdou ne vivaient pas dans cette grotte; en effet, l'abondance des restes recueillis et leur agencement fréquent en petits amas font penser à des pelotes de réjection de Rapaces; ces oiseaux auraient pu nicher dans des excavations de la roche au voisinage de l'ouverture de la grotte, leurs pelotes de réjection, très légères, ayant pu être étalées dans la grotte par le ruissellement.

Nous pouvons penser que la microfaune récoltée au Régourdou représente un tableau de chasse des Rapaces, plutôt qu'un échantillon représentatif de la microfaune ayant vécu aux environs immédiats de la grotte, ce qui peut expliquer la présence, dans une même couche, d'animaux d'écologie différente.

Il est cependant possible que les conditions climatiques du Würm aient pu inciter certaines espèces de Rongeurs à chercher refuge dans la grotte, comme le suggère l'existence possible de terriers observés lors des fouilles et l'abondance de fossiles recueillis dans les pierriers.

Les résultats de notre étude paléoclimatique devront donc être interprétés en tenant compte du mode de remplissage de la grotte.

ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE

LISTE DE LA MICROFAUNE DU RÉGOURDOU

Ordre des Rongeurs

FAMILLES	ESPÈCES	APPELLATION COMMUNE
MICROTIDAE	1. <i>Microtus arvalis</i> Pallas, 1778	(Campagnol des champs)
	2. <i>Microtus agrestis</i> Linné, 1761	(Campagnol agreste)
	3. <i>Microtus nivalis</i> Martins, 1842	(Campagnol des neiges)
	4. <i>Microtus ratticeps</i> Keyserling & Blasius, 1841	(Campagnol nordique)
	5. <i>Clethrionomys glareolus</i> Schreber, 1780	(Campagnol roussâtre)
	6. <i>Pitymys species</i> McMurtrie, 1831	(Campagnol souterrain) ¹
	7. <i>Lagurus largurus</i> Gloger, 1842	(Lemming des steppes)
	8. <i>Arvicola species</i> Lacépède, 1799	(Grand campagnol) ²
MURIDAE	9. <i>Apodemus sylvaticus</i> Linné, 1758	(Mulot)
GLIRIDAE	10. <i>Eliomys quercinus</i> Linné, 1766	(Lérot)
	11. <i>Muscardinus avellanarius</i> Linné, 1758	(Muscardin)
SCIURIDAE	12. <i>Sciurus vulgaris</i> Linné, 1758	(Écureuil)
	13. <i>Marmota marmota</i> Linné, 1758	(Marmotte)
CASTORIDAE	14. <i>Castor fiber</i> Linné, 1758	(Castor)

Ordre des Lagomorphes

LEPORIDAE	15. <i>Oryctolagus cuniculus</i> Linné, 1758	(Lapin)
	16. <i>Lepus europaeus</i> Linné, 1758	(Lièvre d'Europe)
OCHOTONIDAE	17. <i>Ochotona pusillus</i> Pallas, 1768	(Lièvre siffleur)

Ordre des Insectivores

ERINACEIDAE	18. <i>Erinaceus europaeus</i> Linné, 1758	(Hérisson)
TALPIDAE	19. <i>Talpa europaea</i> Linné, 1758	(Taupe)
SORICIDAE	20. <i>Sorex araneus</i> Linné, 1758	(Musaraigne)
	21. <i>Crocidura russula</i> Hermann, 1780	(Crociture)

Ordre des Chiroptères

RHINO- LOPHIDAE	22. <i>Rhinolophus ferrum equinum</i> Schreber, 1775	(Grand Rhinolophe fer à cheval)
VESPERTI- LIONIDAE	23. <i>Myotis bechsteini</i> Kuhl, 1818	(Le vespertilion de Bechstein).

1. Les espèces actuelles de *Pitymys* se différencient par leur répartition géographique; c'est pourquoi l'espèce présente au Régourdou a été appelée *Pitymys species*.

2. Les différentes espèces d'*Arvicola* ne peuvent être distinguées que par l'étude de la morphologie crânienne; ne possédant pas de crâne complet de l'espèce présente au Régourdou, nous la désignons sous le nom d'*Arvicola species*.

RÉPARTITION DES ESPÈCES PAR COUCHE

La répartition des espèces par couche (tableau III) a été appréciée d'après le nombre minimum d'individus de chaque espèce dans chaque couche. Pour les Insectivores et les Chiroptères, le nombre minimum d'individus d'une espèce, dans une couche donnée, est égal au nombre d'hémi-mandibules du côté (gauche ou droit) qui en compte le plus grand nombre. Pour les Rongeurs, le nombre minimum d'individus d'une espèce, dans une couche donnée, est égal au nombre de premières molaires inférieures (M_1), portées par une hémi-mandibule ou détachées, du côté (gauche ou droit) qui en compte le plus grand nombre.

L'intérêt de la microfaune du Régourdou résulte surtout de l'abondance du matériel recueilli: 3274 hémi-mandibules, qui représentent un minimum de 1884 individus. Cette microfaune est constituée en très grande partie de Rongeurs, avec 3090 hémi-mandibules qui représentent un minimum de 1717 individus. Le tableau III nous montre que les Microtidés constituent la majeure partie de la microfaune: en effet, le pourcentage des Microtidés dans chaque couche est toujours supérieur à 50% de la microfaune de la couche. C'est pourquoi notre étude paléontologique a porté principalement sur la famille des Microtidés.

ÉTUDE DE LA FAMILLE DES MICROTIDÉS

Définition des Microtidés

La plupart des critères zoologiques de détermination spécifique des Microtidés ne peuvent s'appliquer lors d'une étude paléontologique. Les seuls caractères utilisables en pratique sont ceux des molaires.

Les Microtidés sont caractérisés par une formule dentaire du type:

$$\frac{1}{1} I, \frac{0}{0} C, \frac{0}{0} Pm, \frac{3}{3} M.$$

Ce groupe, connu depuis le Pliocène, manifeste une évolution dentaire rapide. Selon L. Thaler (1962), on observe au niveau des dents jugales des « directions évolutives » qui se réalisent indépendamment les unes des autres, et avec une vitesse d'évolution différente pour chaque espèce. Ces directions évolutives sont les suivantes:

1) L'hypsodontie: l'hypsodontie est la tendance à la réduction des racines au profit du grand développement de la couronne, ce qui permet une croissance continue de la dent grâce à un large orifice pulpaire.

TABLEAU III

Nombre minimum d'individus, par couche, pour chaque espèce de micromammifères

Couches		2	3	4	5	7	8
<i>RONGEURS</i>							
Microtidés	: <i>Microtus arvalis-agrestis</i>	12	97	51	167	169	116
	<i>Microtus nivalis</i>	—	6	1	—	—	8
	<i>Microtus ratticeps</i>	—	1	1	—	—	—
	<i>Clethrionomys glareolus</i>	1	2	3	32	112	13
	<i>Lagurus lagurus</i>	—	7	2	—	—	—
	<i>Pitymys sp.</i>	—	13	4	12	30	15
	<i>Arvicola sp.</i>	7	14	37	165	84	21
Muridés	: <i>Apodemus sylvaticus</i>	7	31	26	118	272	34
Gliridés	: <i>Eliomys quercinus</i>	—	4	—	6	3	6
	<i>Muscardinus avellanarius</i>	1	1	—	—	—	—
Sciuridés	: <i>Sciurus vulgaris</i>	—	—	—	—	1	1
	<i>Marmota marmota</i>	1	—	—	—	—	1
Castoridés	: <i>Castor fiber</i>	—	—	—	—	1	—
<i>INSECTIVORES</i>							
Erinaceidés	: <i>Erinaceus europaeus</i>	—	—	1	—	—	—
Talpidés	: <i>Talpa europaea</i>	—	1	6	2	2	9
Soricidés	: <i>Sorex araneus</i>	—	3	13	5	46	11
	<i>Crocidura russula</i>	1	9	1	1	8	4
<i>CHIROPTÈRES</i>							
	<i>Rhinolophus ferrum</i>						
	<i>equinum</i>	—	6	2	1	2	1
	<i>Myotis bechsteini</i>	—	10	12	3	4	3

2) La formation de ciment: le ciment se développe entre les plis de l'émail et donne plus de robustesse à la dent.

3) La différenciation et l'interruption de l'émail: chez les Microtidés du Pliocène, l'émail est d'épaisseur uniforme. Mais chez les Microtidés récents, l'émail tend à se différencier en tractus épais à certains endroits, mince à d'autres; l'émail peut même s'interrompre complètement.

4) Symétrie de la morphologie des rangées dentaires supérieures et inférieures d'un même côté: du fait de la symétrie du rôle des rangées dentaires inférieures et supérieures d'un même côté lors de la mastication, celles-ci tendent à acquérir une symétrie morphologique. Cette symétrie fait correspondre, d'une part, le côté interne de la rangée inférieure au côté externe de la rangée supérieure et vice versa; cette symétrie fait correspondre, d'autre part, la partie antérieure de la rangée inférieure à la partie postérieure de la rangée supérieure et vice versa. Cette tendance évolutive est appelée « isométrie » par L. Thaler (1962). En même temps, on observe une tendance à l'accroissement des rangées dentaires par addition de prismes, à l'avant pour les molaires inférieures et à l'arrière pour les molaires supérieures. Cette tendance évolutive, appelée « polyisométrie » par L. Thaler (1962), se manifeste surtout sur la première molaire inférieure (M_1^-) et sur la troisième molaire supérieure (M_3^+).

Chez les Microtidés, la table d'usure des dents jugales est légèrement concave antéro-postérieurement pour l'ensemble des molaires inférieures, et légèrement convexe antéro-postérieurement pour l'ensemble des molaires supérieures.

L'émail ceinture l'ivoire d'une manière plus ou moins continue selon les espèces et dessine, du côté labial et du côté lingual, des dents de scie d'un bout à l'autre de la rangée dentaire; il détermine, sur la surface d'usure de la dent, une série de triangles qui, selon les espèces, sont opposés ou alternes à des degrés variables. L'épaisseur de l'émail varie selon l'espèce et aussi sur une même dent. Sa répartition est fonction des forces développées au cours des frottements de la mastication: plus épais au niveau des régions soumises à de grandes forces, il s'affine aux endroits moins vulnérables où parfois il s'interrompt.

Lorsqu'il est présent, le ciment colmate, à l'extérieur de la dent, les espaces libres entre les prismes triangulaires: il donne ainsi plus de solidité à la dent. Son abondance est variable selon les espèces et le degré d'usure de la dent: les formes juvéniles ne présentent que peu ou pas de ciment.

Les différents genres de Microtidés de la grotte du Régourdou peuvent être définis en fonction des différentes directions évolutives affectant les dents jugales.

Chez le genre *Microtus* Schank, les molaires sont parfaitement hypsodontes et possèdent du ciment. L'émail est différencié mais sans interruption. La première molaire inférieure est caractérisée par 5 triangles fermés et une boucle antérieure trilobée.

Chez le genre *Clethrionomys* Tilesius, les molaires possèdent des racines qui sont très développées chez les spécimens séniles, mais absentes chez les spécimens jeunes. Ces molaires présentent du ciment. L'émail est peu différencié. La première molaire inférieure (M_1) est caractérisée par 5 triangles légèrement communicants et une boucle antérieure unilobée.

Chez le genre *Pitymys* Mac Murtrie, les molaires sont hypsodontes et possèdent du ciment. L'émail est différencié mais sans interruption. La première molaire inférieure (M_1) porte 5 triangles; les triangles no 4 et no 5 communiquent entre eux et forment une plage unique, losangique. La boucle antérieure est trilobée.

Chez le genre *Lagurus* Gloger, les molaires sont hypsodontes et ne possèdent pas de ciment. L'émail est différencié et présente des interruptions. La première molaire inférieure (M_1) est formée de 5 triangles fermés et d'une boucle antérieure trilobée.

Chez le genre *Arvicola* Lacépède, les molaires sont hypsodontes et possèdent du ciment. L'émail est différencié mais sans interruption. La première molaire inférieure (M_1) est caractérisée par 3 triangles fermés et une boucle antérieure trilobée.

Problèmes rencontrés au cours de l'étude des Microtidés

Le grand nombre de Microtidés recueillis nous a permis de faire une étude statistique des mensurations des molaires et d'analyser la variabilité du dessin de la table d'usure chez les différentes espèces présentes.

L'étude métrique a porté sur la mensuration de la longueur des rangées dentaires supérieures et surtout inférieures, plus nombreuses; nous avons aussi mesuré la longueur des premières molaires supérieures et inférieures. Lorsque l'effectif était suffisant, en particulier pour les M_1 de *Microtus arvalis-agrestis*, nous avons calculé la longueur moyenne selon les couches.

Au cours de la séquence stratigraphique du Régourdou, nous n'avons pas décelé de modification notable de la taille des Microtidés; elle se situait dans la marge de variation de la taille chez les espèces actuelles.

Nous ne signalerons ici que les principaux problèmes rencontrés au cours de l'étude de la famille des Microtidés.

1. — Variabilité du dessin des molaires chez les formes adultes de *Microtus arvalis-agrestis*.

Les espèces *Microtus arvalis* et *Microtus agrestis* ont d'abord présenté un problème de détermination. Au point de vue dentaire (figure 2), ces deux espèces se différencient surtout par les caractères des deux premières molaires supérieures: en effet, chez *Microtus agrestis*, ces deux dents présentent un triangle postéro-interne supplémentaire. L'examen des dents jugales supérieures nous a démontré que les deux espèces étaient présentes au Régourdou. Par contre, il est difficile de différencier ces deux espèces par le dessin de la table d'usure des rangées dentaires inférieures.

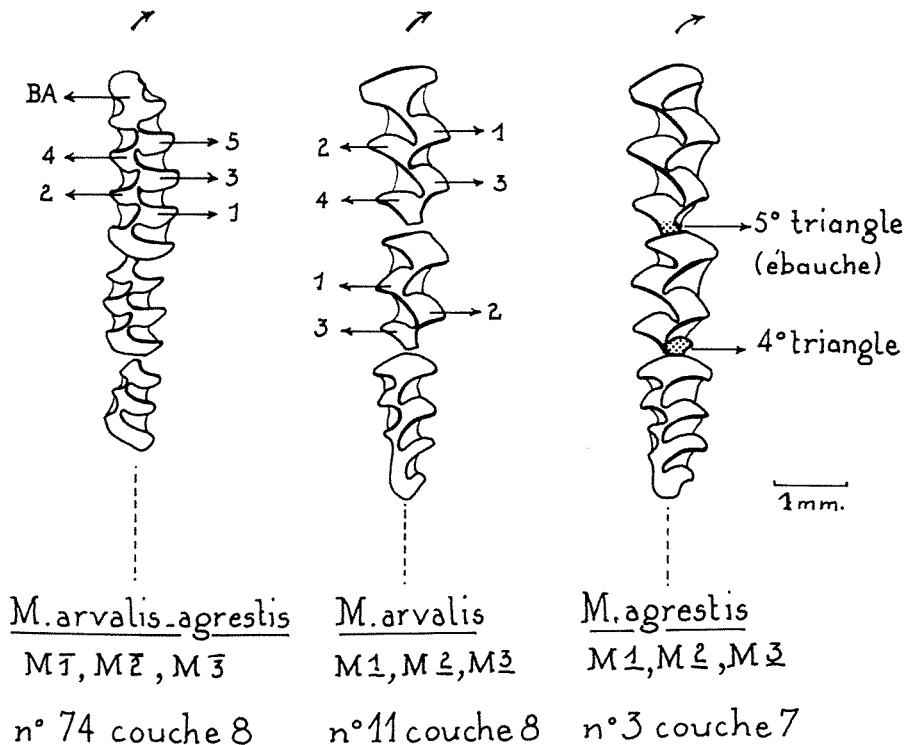


FIGURE 2. Différenciation des espèces *Microtus arvalis* et *Microtus agrestis* par le dessin des deux premières molaires supérieures M $\bar{1}$, M $\bar{2}$ (B.A.: boucle antérieure; 1, 2, ...: nomenclature des triangles).

Dans la nature actuelle, ces deux espèces ont une répartition géographique identique et partagent la même niche écologique, comme l'indique leur appellation commune: Campagnol des champs pour *Microtus arvalis*, Campagnol agreste pour *Microtus agrestis*.

Toutefois, il est possible de les différencier par des caractères secondaires, en particulier par la longueur du corps, qui est légèrement plus grande chez *Microtus agrestis* (de 110 à 130 mm, queue non comprise) que chez *Microtus arvalis* (de 95 à 115 mm).

Nous avons tenté de vérifier si cette légère différence de longueur du corps se reflétait sur la longueur des rangées dentaires inférieures. L'histogramme de répartition des longueurs des rangées dentaires inférieures a confirmé que l'échantillon n'était pas homogène mais n'a pas permis de différencier les deux espèces.

C'est pourquoi nous avons groupé les deux espèces sous le nom de *Microtus arvalis-agrestis* en ce qui concerne les molaires inférieures et les troisièmes molaires supérieures détachées du maxillaire supérieur.

L'abondance du matériel recueilli nous a permis d'analyser la variabilité du dessin de la table d'usure des molaires chez les formes adultes de *Microtus arvalis-agrestis*.

Les molaires inférieures. — La variabilité des molaires inférieures, chez *Microtus arvalis-agrestis*, porte principalement sur la forme de la boucle antérieure de M_1 et secondairement sur le développement relatif des triangles externes et des triangles internes.

La forme la plus classique de la boucle antérieure s'observe sur la M_1 no 5 où elle est trilobée (figure 3). Son lobe antérieur, de contour régulier et en forme de « U » renversé, est bordé d'une mince couche d'émail. Les lobes latéraux, l'un externe, l'autre interne, sont anguleux; leurs bords postérieurs se rejoignent et ferment ainsi la boucle antérieure. L'angle rentrant (i), séparant le lobe antérieur du lobe latéral interne, est légèrement plus profond que son homologue externe (h.). Le lobe antérieur apparaît comme projeté vers l'avant. Selon Miller (1912), ce dessin de la boucle antérieure serait celui de l'espèce *Microtus arvalis*.

L'angle rentrant (i) peut être nettement plus profond que son homologue externe (h), par exemple sur la M_1 no 29: le lobe latéral interne se trouve de ce fait déplacé vers l'avant. En conséquence, la boucle antérieure est limitée postérieurement, non seulement par les côtés postérieurs des lobes latéraux, interne et externe, mais de plus par l'angle rentrant interne (g). Le lobe antérieur semble déjeté du côté interne. Selon Miller (1912), ce dessin de la boucle antérieure serait celui de l'espèce *Microtus agrestis*.

À partir de ces dessins, qui sont les plus fréquents, nous pouvons définir deux tendances principales parmi les variations de la boucle antérieure. Ces tendances se réalisent à des degrés variables et peuvent exister simultanément.

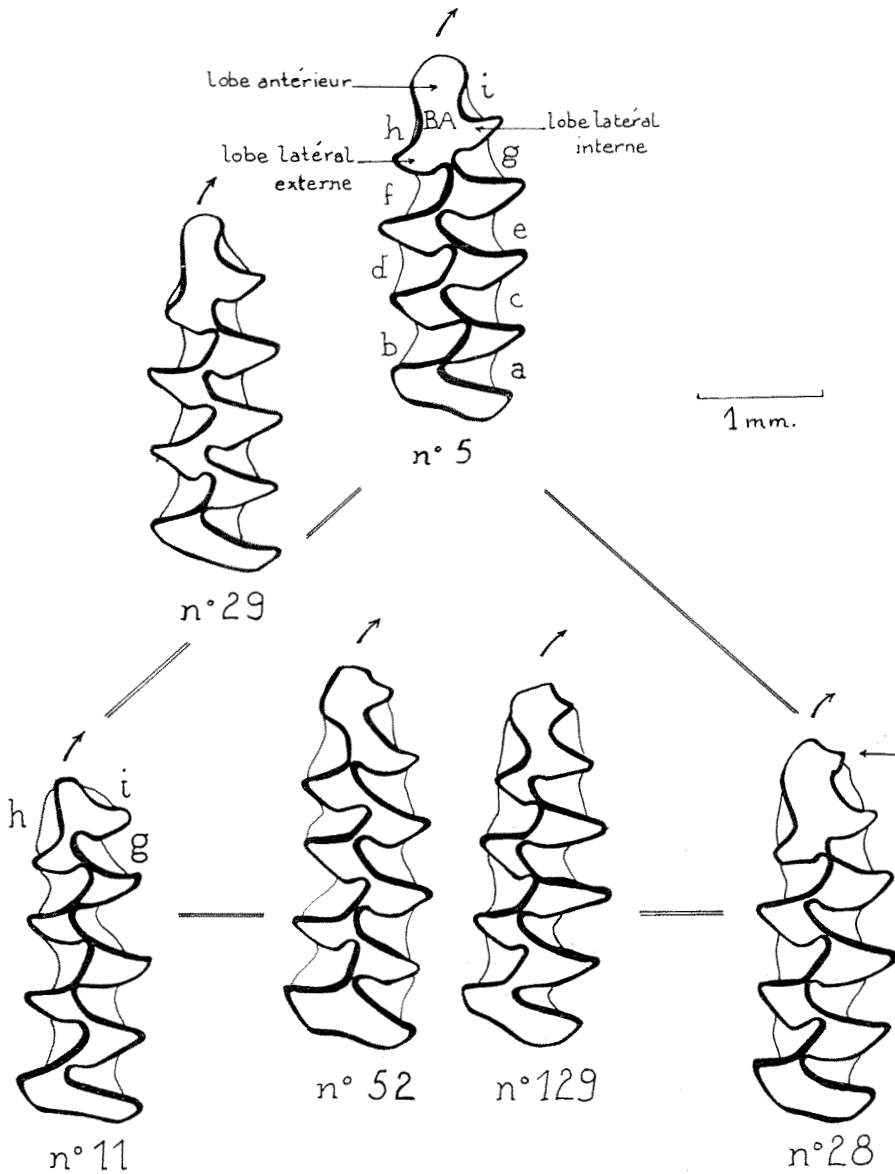


FIGURE 3. Variabilité du dessin de la première molaire inférieure chez les formes adultes de *Microtus arvalis-agrestis* (B.A.: boucle antérieure; h, i, ...: nomenclature des angles rentrants; spécimens de la couche 7).

La première tendance, observée chez la $M_{\bar{7}}$ no 11, conduit au cloisonnement de la boucle antérieure, par suite du rapprochement des sommets des angles rentrants, externe (h) et interne (g). La boucle antérieure est alors formée, d'une part, d'un triangle fermé correspondant au lobe latéral externe, et, d'autre part, d'une plage antérieure bilobée correspondant aux lobes antérieur et latéral interne.

La deuxième tendance, observée chez la M_1 no 28, conduit à la formation d'un petit triangle saillant sur le côté latéral interne du lobe antérieur. Cette formation est fréquente chez les représentants actuels de l'espèce *Microtus agrestis*.

Les deux tendances peuvent coexister chez un même spécimen; ainsi sur les M_1 no 52 et 129, nous pouvons observer, d'une part, une boucle antérieure cloisonnée, et, d'autre part, la présence d'un petit angle saillant latéral interne. Il est possible que ces deux tendances traduisent le mode d'accroissement antérieur de la M_1 . Ognev (1964) décrit des variations semblables chez les formes actuelles.

En général, les triangles externes sont un peu moins développés que les triangles internes. Cette différence peut être très accentuée, comme nous l'observons chez les M_1 no 11 et no 129 (figure 3).

Les molaires supérieures. — Nous avons déjà signalé que *Microtus agrestis* se différenciait de *Microtus arvalis* par le dessin de ses deux premières molaires supérieures qui portent un triangle postéro-interne supplémentaire (figure 2). Selon Miller (1912), ce triangle est toujours bien développé sur M^2 mais n'est qu'ébauché sur M^1 et parfois même absent. Chez les spécimens étudiés, ce triangle est présent ou au moins ébauché sur M^1 .

La troisième molaire supérieure (M^3) est très variable, comme la première molaire inférieure (M_1).

Dans sa forme la plus simple, le dessin de la table d'usure de M^3 est composé d'une boucle antérieure transverse, de 4 plages triangulaires et d'une boucle postérieure en forme de « U ». Selon Ognev (1964), ce dessin se rencontre parfois chez *Microtus arvalis*, mais il est exceptionnel chez *Microtus agrestis*.

La troisième molaire supérieure (M^3) manifeste une tendance à l'accroissement par sa partie postérieure chez *Microtus arvalis* et *Microtus agrestis*.

La M^3 semble s'accroître postérieurement par addition de plages triangulaires qui se développent alternativement de part et d'autre de la base de la boucle postérieure et repoussent progressivement cette dernière vers l'arrière. Ce mode d'accroissement est illustré par les trois spécimens de la figure 4.

Sur la M^3 no 12, une plage triangulaire supplémentaire s'ébauche du côté latéral externe: la plage no 5.

Sur la M^3 no 11 s'ébauche également une plage triangulaire supplémentaire, mais cette fois-ci du côté latéral interne: la plage no 6.

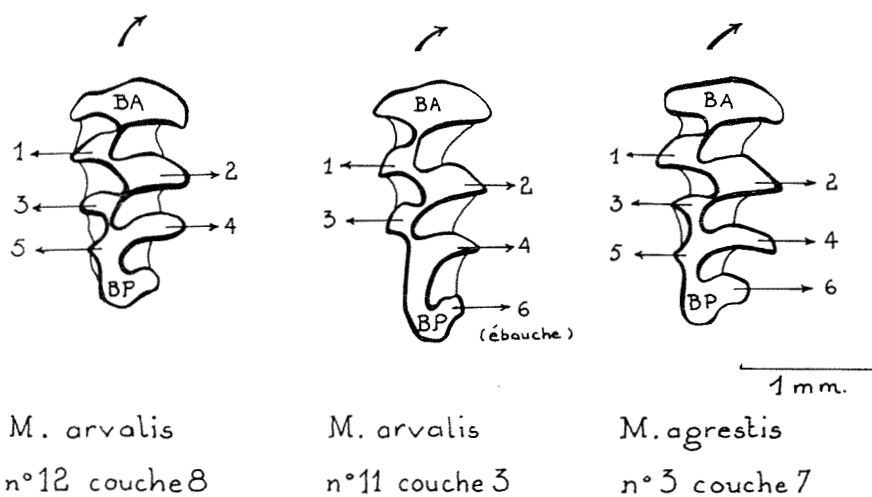


FIGURE 4. Variabilité du dessin de la troisième molaire supérieure chez les formes adultes de *Microtus arvalis* et de *Microtus agrestis* (B.A.: boucle antérieure; B.P.: boucle postérieure; 1, 2, ... : nomenclature des triangles).

La M^3 no 3 présente une plage triangulaire supplémentaire de chaque côté: la plage no 5 du côté latéral externe et la plage no 6 du côté latéral interne.

Ognev (1964) signale l'existence de rares M^3 présentant plus de deux plages supplémentaires.

Chez d'autres Microtidés (*Pitymys species*, *Lagurus lagurus*, *Arvicola species*), nous avons observé des variations semblables, en particulier la tendance au cloisonnement de la boucle antérieure de la première molaire inférieure.

2. — Modifications des molaires avec l'âge chez les Microtidés.

Les formes juvéniles de Microtidés présentent des caractères particuliers (figure 5): l'émail est mince et peu différencié, c'est-à-dire d'épaisseur uniforme; les triangles communiquent entre eux; le ciment est souvent absent; lorsqu'il est présent, le ciment est peu abondant et n'arrive pas au niveau de la table d'usure.

La forme juvénile de *Microtus nivalis* (figure 5) nous a posé un problème de détermination, car le dessin déterminé par l'émail sur la table d'usure est différent de celui de l'adulte. On note en effet, chez la forme juvénile, la présence d'un sixième triangle, absent chez l'adulte; de plus, la boucle antérieure est rectangulaire, alors qu'elle a la forme d'un croissant chez l'adulte. Ce pro-

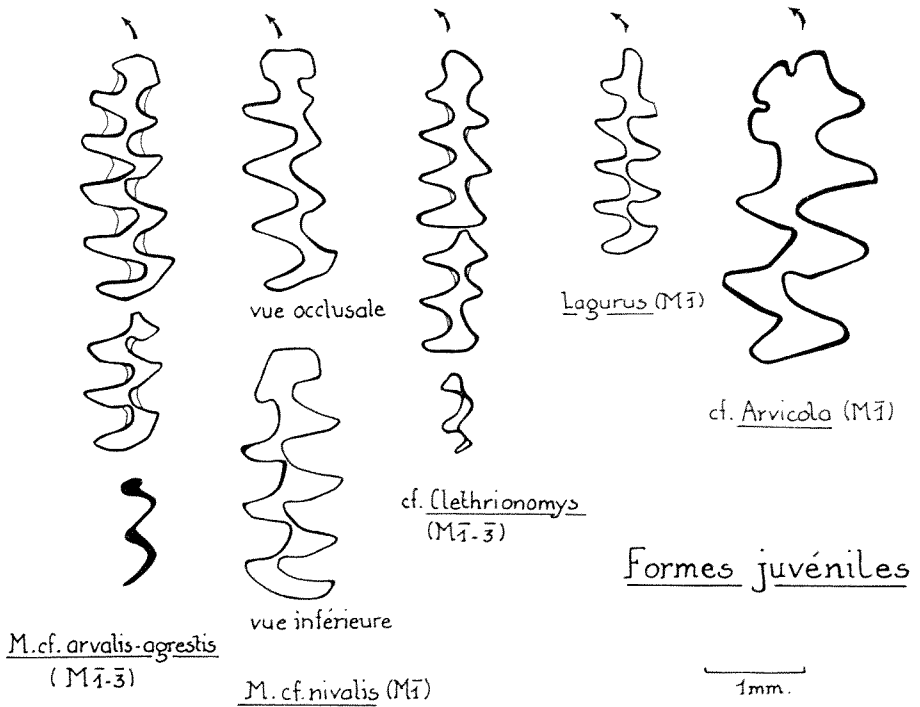


FIGURE 5. Caractères particuliers des molaires chez les formes juvéniles de Microtidés (molaires inférieures).

blème a pu être résolu par l'observation du dessin de l'émail sur la face inférieure de la dent: ce dessin, chez la forme juvénile, est semblable à celui de la face occlusale chez l'adulte.

La forme juvénile d'*Arvicola* (figure 5) présente une boucle antérieure plissée, ce qui rappelle l'origine mimonienne de ce genre.

Les modifications du dessin de la table d'usure, avec l'âge, ont été étudiées plus particulièrement chez *Clethrionomys glareolus* (figure 6), chez qui l'usure de la dent s'accompagne de la formation de racines.

Chez les formes juvéniles (no c), l'émail est mince, les triangles communiquent largement entre eux, le ciment est absent.

Chez des spécimens un peu plus âgés (no 44 et no 32), l'émail s'épaissit et commence à se différencier, les triangles s'individualisent, le ciment apparaît.

Chez les formes séniles (no 18), l'émail est très épais, mais reste peu différencié; par suite de l'usure, les triangles 4 et 5 forment maintenant une plage unique avec la boucle antérieure.

Les formes juvéniles de *Clethrionomys glareolus* sont parfaitement hypsodontes (no c). Les plis de l'émail s'étendent sur toute la hauteur de la dent et l'émail détermine, sur la face inférieure de la dent, un dessin comparable à celui de la face occlusale.

Sur les spécimens un peu plus âgés (no 44), les plis de l'émail ne s'étendent plus jusqu'à la base de la dent. Le dessin de l'émail, sur la face inférieure de la dent, est différent de celui de la face occlusale: en effet, l'émail ne dessine plus d'angles sur la face inférieure de la dent; mais un étranglement, dans sa partie médiane, annonce la formation de deux racines.

Les racines apparaissent à un stade ultérieur (no 32), mais la couronne est encore haute.

Chez les formes séniles, les racines sont très développées et la couronne est réduite (no 18).

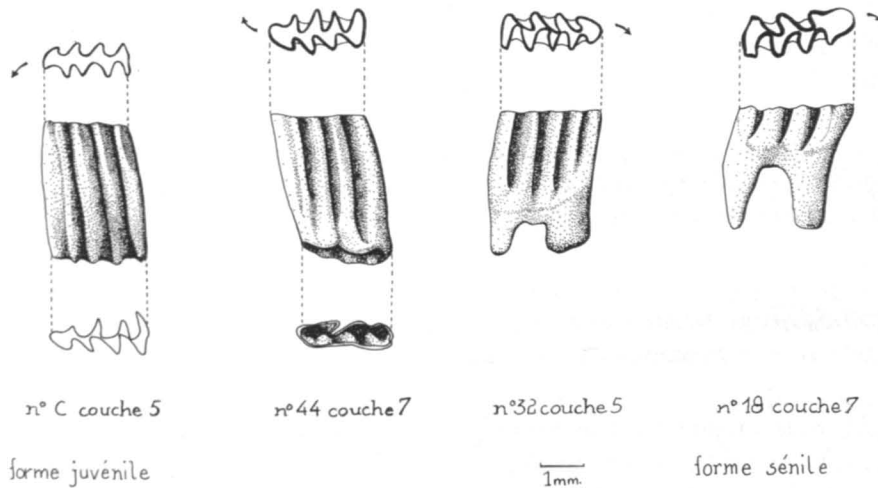


FIGURE 6. Modification du dessin de la face occlusale des molaires avec l'âge et formation des racines chez *Clethrionomys glareolus* (molaires inférieures).

ÉTUDE PALÉOCLIMATIQUE

LES DONNÉES ÉCOLOGIQUES ACTUELLES

Parmi les Rongeurs rencontrés au Régourdou, certains sont très communs actuellement dans les campagnes d'Europe.

Le Campagnol des champs (*Microtus arvalis-agrestis*) vit dans les prairies à herbes courtes; le Grand campagnol (*Arvicola sp.*) et le Campagnol sou-

terrain (*Pitymys sp.*) préfèrent les prairies humides. On rencontre le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) au voisinage des bois, alors que le Mulot (*Apodemus sylvaticus*), le Lérot (*Eliomys quercinus*), le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*) et l'Écureuil (*Sciurus vulgaris*) sont des habitants typiques de la forêt.

D'autres espèces se rencontrent actuellement dans la faune alpine, par exemple le Campagnol des neiges (*Microtus nivalis*) et la Marmotte (*Marmota marmota*); toutefois, le Campagnol des neiges se rencontre aussi dans des régions non montagneuses et semble indiquer un paysage dégagé avec des rochers ensoleillés.

Le Campagnol nordique (*Microtus ratticeps*) vit en Europe septentrionale dans des sols humides.

Le Lemming des steppes (*Lagurus lagurus*) est un habitant de la steppe, région semi-désertique ou très sèche, caractérisée par de grands écarts de température et une association végétale herbacée. L'aire de répartition actuelle du Lemming des steppes s'étend de la zone continentale de l'Ukraine à l'Asie moyenne.

La plupart de ces espèces creusent des terriers pour s'abriter et se protéger des prédateurs. Les habitants de la forêt, comme le Lérot, le Muscardin et l'Écureuil, nichent au creux des arbres.

INTERPRÉTATION PALÉOCLIMATIQUE EN FONCTION DES DONNÉES ÉCOLOGIQUES ACTUELLES

Dans la mesure où l'on peut appliquer aux formes fossiles les données écologiques actuelles, il est possible d'ébaucher une étude paléoclimatique du Régourdou à l'époque würmienne.

Le nombre minimum d'individus de chaque espèce, dans chaque couche (tableau III), nous a permis d'établir un diagramme de répartition, en pourcentage, des différentes espèces de Rongeurs dans chaque couche.

L'analyse de ce diagramme (figure 7) nous permet de connaître, d'une part, la composition spécifique et quantitative de la faune de Rongeurs pour chaque couche, et d'autre part, de suivre d'une couche à l'autre les variations quantitatives d'une même espèce.

Sur ce diagramme, nous n'avons représenté que les Rongeurs, car notre interprétation climatique est fondée principalement sur ce groupe.

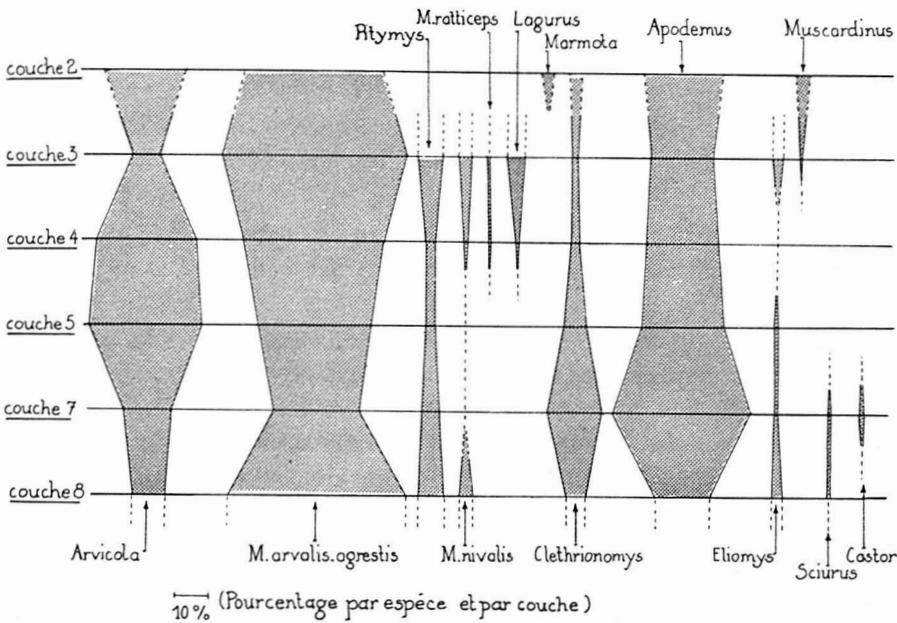


FIGURE 7. Diagramme de répartition des différentes espèces de Rongeurs du Régourdou, en pourcentage par couche.

Ce diagramme nous montre que certaines espèces sont présentes dans toutes les couches: *Arvicola species*, *Microtus arvalis-agrestis*, *Pitomys species*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus sylvaticus*.

D'autres espèces ne sont présentes que dans certaines couches: *Microtus nivalis*, *Microtus ratticeps*, *Lagurus lagurus*, *Marmota marmota*, *Eliomys quercinus*, *Muscardinus avellanarius*, *Sciurus vulgaris*, *Castor fiber*.

Nos conclusions paléoclimatiques seront basées principalement sur les espèces représentant un pourcentage appréciable de la faune de Rongeurs.

Couche 8 : – La couche 8 se caractérise par un pourcentage élevé de Campagnols des champs (*Microtus arvalis-agrestis*), la présence du Campagnol des neiges (*Microtus nivalis*) et le faible pourcentage de Campagnols roussâtres (*Clethrionomys glareolus*) et de Mulots (*Apodemus sylvaticus*); de plus, nous avons rencontré dans cette couche le Lièvre siffleur (*Ochotona pusillus*) qui habite surtout les régions non boisées.

La composition de cette faune nous permet de supposer que le paysage des environs de la grotte devait être découvert, mais non dépourvu d'arbres, car nous notons dans cette couche la présence, en très faible pourcentage, d'animaux de forêt, comme le Lérot (*Eliomys quercinus*) et l'Écureuil (*Sciurus vulgaris*).

Couche 7 : – La composition de la faune de Rongeurs dans cette couche diffère sensiblement de celle de la couche précédente. Le Campagnol des champs

(*Microtus arvalis-agrestis*) est moins abondant; le Campagnol des neiges (*Microtus nivalis*) n'y apparaît pas; par contre, des animaux des bois, comme le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) et le Mulot (*Apodemus sylvaticus*) sont plus nombreux; le Léroty (*Eliomys quercinus*) et l'Écureuil (*Sciurus vulgaris*) sont encore présents.

Il semble donc que le paysage contemporain de la couche 7 était plus boisé qu'au cours de la période précédente.

Couche 5 : – La couche 5 présente les mêmes espèces que la couche précédente, mais les pourcentages se sont modifiés de façon appréciable.

Le Campagnol des champs (*Microtus arvalis-agrestis*) et le Grand campagnol (*Arvicola species*) sont plus abondants, alors que le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) et le Mulot (*Apodemus sylvaticus*) sont moins nombreux.

Les régions boisées devaient être moins étendues qu'à la période précédente. De plus, le pourcentage important de Grands campagnols (*Arvicola species*) suggère un milieu plus humide.

Couche 4 et couche 3 : – Avec la couche 4 commence une tendance qui se précisera dans la couche 3. Le pourcentage de Campagnols des champs (*Microtus arvalis-agrestis*) augmente graduellement en même temps qu'apparaissent le Campagnol des neiges (*Microtus nivalis*), le Lemming des steppes (*Lagurus lagurus*) et le Campagnol nordique (*Microtus ratticeps*). Des animaux de forêt, comme le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) et le Mulot (*Apodemus sylvaticus*), ont tendance à diminuer en pourcentage, de même que le Grand campagnol (*Arvicola species*).

Cette faune suggère un paysage dénudé au climat plus continental et moins humide, présentant de grands écarts de température.

Couche 2 : – La faible quantité de matériel à partir duquel ont été calculés les pourcentages des espèces de Rongeurs dans la couche 2 ne nous permet pas de tirer de conclusions paléoclimatiques valables pour cette couche.

L'étude de cette faune de Rongeurs semble indiquer que le climat du Régourdou au Würm I a subi des fluctuations assez importantes. À un climat de tendance steppique (couche 8: *Ochotona*) succède un épisode d'extension de la forêt. À la fin du Würm I, la présence de *Lagurus lagurus* semble indiquer un retour à des conditions climatiques plus continentales de type steppique où les écarts de température ont pu être importants. Mais les épisodes steppiques ne semblent pas être contemporains des grandes phases froides, car on ne retrouve

pas les espèces typiques des périodes très froides du Würm récent, comme *Lemmus lemmus* et *Dicrostonyx torquatus*.

Les interprétations paléoclimatiques, basées sur l'étude de la microfaune, sont compatibles avec la composition de la macrofaune et les données stratigraphiques (tableau I).

La portée de cette étude paléoclimatique trouve ses limites dans les modalités de remplissage de la grotte; en effet, la microfaune récoltée au Régourdou représente vraisemblablement un tableau de chasse des oiseaux Rapaces plutôt qu'un échantillon représentatif de la microfaune ayant vécu aux environs immédiats de la grotte, ce qui peut expliquer la présence dans une même couche d'animaux d'écologie différente.

Conclusion

L'intérêt de la microfaune du Régourdou résulte surtout de l'abondance du matériel recueilli. Cette microfaune est constituée en très grande partie de Rongeurs, en majorité des Microtidés dont les espèces sont nombreuses et abondamment représentées.

Notre étude paléontologique a porté principalement sur la famille de Microtidés. Nous avons analysé la variabilité du dessin des molaires chez les formes adultes, en particulier chez *Microtus arvalis-agrestis*. Nous avons aussi analysé les modifications des molaires avec l'âge, en particulier chez *Clethrionomys glareolus*.

Dans l'ensemble, les dents des espèces étudiées présentent les mêmes caractères et les mêmes variations que chez les espèces actuelles.

L'abondance du matériel recueilli nous a de plus permis d'ébaucher une étude paléoclimatique du Régourdou à l'époque Würmienne.

Toutes les espèces présentes au Régourdou se retrouvent dans la nature actuelle, mais avec une distribution géographique différente, en relation avec le climat actuel.

Il aurait été intéressant de comparer la composition qualitative et quantitative de la microfaune du Régourdou avec celles d'autres microfaunes du Würm I. Mais ces microfaunes n'ont pas encore été étudiées quantitativement; on ne possède, à leur sujet, que des listes de microfaune souvent établies d'après un échantillon restreint.

La plupart des espèces présentes au Régourdou ont été citées dans les microfauces du Würm I en France. Nous avons cependant trouvé une espèce, *Lagurus lagurus*, qui était inconnue en France jusqu'à une date récente: la limite occidentale de l'aire de répartition fossile du Lemming des steppes était jusqu'alors située en Hongrie par Janossy. Mais en 1965, J. Chaline découvrait une mandibule de *Lagurus lagurus* à Fontéchevade, dans une couche Tayacienne d'âge antéwürmien. La découverte au Régourdou de 15 mandibules et de 2 fragments de maxillaire de *Lagurus lagurus*, dans des couches de la fin du Würm I, confirme sa présence à l'état fossile dans cette région de la France.

Remerciements

Nous remercions sincèrement Monsieur le Professeur Piveteau qui a bien voulu diriger notre travail.

Nous exprimons aussi notre gratitude à Monsieur Bonifay, maître de recherche au C.N.R.S., qui nous a confié l'étude de ce matériel, et à Monsieur Chaline, attaché de recherche au C.N.R.S., qui nous a prodigué ses conseils précieux.

Références

- BERNARD, J., 1959. Note à propos du genre *Arvicola* Lac. en Belgique. *Mammalia*, **23** (3): 369-373.
- BONIFAY, E. et B. VANDERMEERSCH, 1961. Dépôts rituels d'ossements d'ours dans le gisement moustérien du Régourdou (Montignac, Dordogne). *C.r. Acad. Sc.*, **252**: 1035-1036.
- BONIFAY, E., 1962. Les terrains quaternaires dans le sud-est de la France. *Inst. Préhist. Univ. Bordeaux, Imprimerie Delmas, Bordeaux*, 194 p.
- BONIFAY, E., 1962. Un ensemble rituel moustérien à la grotte du Régourdou (Montignac, Dordogne). *VIème Congrès intern. Sc. Préhist. et Protohist., Rome*, 136-140.
- BONIFAY, E., 1964. La grotte du Régourdou (Montignac, Dordogne). Stratigraphie et industrie lithique moustérienne. *Anthropologie*, **68** (1-2): 49-44.
- CHALINE, J., 1960. Les marmottes fossiles dans les éboulis cryoclastiques près de Dijon. *Bull. Scient. Bourgogne*, **20**: 105-117.
- CHALINE, J., 1965. Problèmes posés par la découverte du Lemming des steppes (*Lagurus lagurus* P.) dans la couche Tayacienne de la grotte de Fontevade. *Bull. Ass. fr. Étude Quaternaire*, **4-5**: 218.
- DUBOIS, A. et STEALIN, H.C., 1932. La grotte de Cotencher - Station moustérienne. *Mém. Soc. paléont. Suisse*, **52-53**.
- ELLERMAN, J.R., 1941. The families and genera of living Rodents. Vol. H., Family Muridae. British Museum, London, 690 p.

- GRASSE, P.P., 1955. *Traité de Zoologie*, t. 17, Masson et Cie, Paris.
- HEIM de BALZAC H., et R. GUISLAIN, 1955. Évolution et spéciation des campagnols du genre *Arvicola* en territoire Français. *Mammalia*, 19 (3): 367-390.
- HINTON, M.A.C., 1926. *Monographs of voles and Lemmings (Microtinae) living and extinct*. Vol. 1, British Museum, London.
- JANOSSY, D., 1960. Wirbeltierkleinfafauna aus den Moustérien-Schichten der Subalyuk – Höhle (Nordostungarn). *Anthropos suplement, Mammalia, Pleistocaenica*, 1: 71-76.
- JANOSSY, D., 1962. Vorläufige Mitteilung über die Mittel pleistozäne. Vertebratenfauna der Tarkö – Felsnische (No-Ungarn, Bückkgelvice). *Annus hist. nat. Mus. nat. hung. Pars Mineral et Paleont.*, 54: 156-176.
- JULIEN, R., 1964. Micromammifères du gisement de l'Hortus – (Valflaunès, Hérault). *Bull. Mus. Anthrop. préhist. Monaco*, 11: 121-126.
- KOBY, F., 1959. Contribution au diagnostic ostéologique différentiel de *Lepus timidus*, Linné et *Lepus europaeus*, Pallas. *Verh. Naturf. Ges. Basel*, 70 (1): 19-44.
- KOBY, F., 1960. Contribution à la connaissance des lièvres fossiles, principalement de ceux de la dernière glaciation. *Verh. Naturf. Ges. Basel*, 71 (1): 149-173.
- LAMOTTE, M., 1962. *Initiation aux méthodes statistiques en biologie*. 2ème Éd. Masson et Cie, Paris.
- LESBRE, F.X., 1892. Caractères ostéologiques différentiels des lapins et des lièvres – comparaison avec le léporide. *Bull. Soc. Anthrop. Lyon*, 3-24.
- MILLER, G.S., 1912. *Catalog of the mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia) in the Collection of the British Museum*. British Museum. London, 1019 p.
- OGNEV, S.I., 1964. *Mammals of Eastern Europe and Northern Asia*. Vol. VII. Rodents. Israel Programm for scientific translations. Jerusalem, 1-626.
- PETTER, F., 1959. Éléments d'une révision des lièvres africains du sous-genre *Lepus*. *Mammalia*, 23 (1): 41-67.
- PETTER, F., 1961. Éléments d'une révision des lièvres européens et asiatiques du sous-genre *Lepus*. *Zeitschrift für Säugetierkunde*. Bd 26, H. 1, S. 1-64.
- PIVETEAU, J., 1958. *Traité de paléontologie*, 6 (2), Masson et Cie, Paris.
- PIVETEAU, J., 1959. Les restes humains de la grotte du Régourdou (Dordogne). *C.r. Acad. Sci.* 248: 40-44.
- PIVETEAU, J., 1964. La grotte du Régourdou. *Ann. Paléont.*, 50 (2): 23-62.
- RODE, P. et DIDIER, R., 1946. *Atlas des Mammifères de France*. Boubé et Cie édit. Paris, 219 p.
- SCHREUDER, A., 1959. La grotte de Fontéchevade: (Les micromammifères). *Mem. Arch. Inst. Paléont. Humaine*. No 29. Paris.
- SIMARD, S., 1966. Étude paléontologique des micromammifères de la grotte du Régourdou (Montignac, Dordogne). Thèse de doctorat de 3e cycle, Fac. Sc. Paris.
- STEHLIN, H.G. et SCHAUB, S., 1951. Die trigonodontie der simplicidentaten nager. *Schweiz. Pal. Abh.*, 67 Bâle.
- THALER, L., 1962. Problèmes actuels de Paléontologie – (Évolution des Vertébrés). *Col. Nat. C.N.R.S.* 104: 387-397.

NOUVELLE FAUNE ICHTHYOLOGIQUE DU DÉVONIEN MOYEN
DANS LES GRÈS DE GASPÉ (QUÉBEC).

I. GÉOLOGIE ET ÉCOLOGIE ¹

YVON PAGEAU

Collège d'enseignement général et professionnel, Gaspé, Québec

Résumé

Vers la fin du 19^e siècle, certains auteurs décrivent une faune ichthyologique fossile provenant d'un petit affleurement des Grès de Gaspé, à Campbellton, Nouveau-Brunswick, Canada. On attribua cet affleurement soit au dévonien inférieur soit au dévonien moyen. On sait maintenant que les Grès de Gaspé se présentent sur des étendues considérables autour de la baie de Gaspé et au centre de la Péninsule de Gaspé. La puissance totale de cette formation est estimée à quelque 10,000 pieds. On n'a signalé qu'un très petit nombre de poissons fossiles dans la région de la baie de Gaspé (en fait, deux espèces seulement). L'auteur a examiné les Grès de Gaspé de cette localité en vue d'y trouver de nouveaux spécimens. Il y récolta effectivement dix-huit formes différentes dont douze représentent des genres nouveaux et des espèces nouvelles. La première partie de ce travail est consacrée à la géologie des Grès de Gaspé en général et à ceux de la région de la baie de Gaspé en particulier, ainsi qu'à la description de nouveaux gisements fossilifères de Vertébrés. L'auteur en arrive à la conclusion que la formation Battery Point, des Grès de Gaspé, appartient au dévonien moyen ancien.

Abstract

By the end of the 19th century, an important fossil fish fauna was described which was coming from a very limited outcrop of the Gaspé Sandstones at Campbellton, New Brunswick, Canada. Some people consider this outcrop as Lower Devonian while others consider it as Middle Devonian. The Gaspé Sandstones outcrop on important areas particularly around the Gaspé Bay and in the middle of the Gaspé Peninsula itself. The total thickness of the Gaspé Sandstones is estimated at about 10,000 feet. Only some specimens (as a matter of fact, two

1. Extrait d'une thèse de doctorat soutenue à l'université de Paris, le 7 juin 1968 et préparée sous la direction du professeur J.-P. Lehman, à l'Institut de Paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

species only) have been described from the Gaspé Bay area. The author has explored the Gaspé Sandstones of the Gaspé Bay area in order to collect other specimens. Eighteen species have been found of which 12 represent new genera and new species. This first part is concerned with the geology of the Gaspé Sandstones in general and particularly with the outcrops of the Gaspé Bay area, taking into account the new fossiliferous sites of Vertebrates. The author concludes that the Battery Point formation of the Gaspé Sandstones must be regarded as Lower Middle Devonian.

Introduction

On connaît depuis longtemps l'existence d'une faune ichthyologique dans les Grès de Gaspé (Logan 1863; Lankester 1870; Dawson 1871; Whiteaves 1883; Traquair 1890, 1893), et c'est de Campbellton (Nouveau-Brunswick), que proviennent la plupart des spécimens décrits, tels: des Ostracodermes comme *Cephalaspis campbelltonensis* Whiteaves et *Cephalaspis jexi* Traquair, un Arthrodire (Dolichothoraci) comme *Phlyctaenaspis acadica* (Whiteaves) et des Acanthodiens comme *Climatius latispinosus* (Whiteaves), *Cheiracanthus costellatus* Traquair et *Mesacanthus semistriatus* (Woodward), pour ne nommer que quelques spécimens bien connus.

Malheureusement, l'affleurement de Campbellton (figure 1) qui s'étendait sur 2 ou 3 kilomètres sur la rive sud de la rivière Restigouche, a aujourd'hui à peu près complètement disparu sous des remplissages, constructions portuaires où industrielles. Par contre, les Grès de Gaspé couvrent une immense superficie (figure 1) dans la Péninsule de Gaspé au Québec, et leur épaisseur est estimée à quelques 3,000 mètres. Ainsi, dans la région de la baie de Gaspé, ils affleurent sur tout le pourtour de la baie (figures 1 et 2) sur une distance d'environ 90 km et sont facilement accessibles. Il apparaissait donc intéressant d'explorer cette région d'autant plus qu'un Ostracoderme, *Cephalaspis dawsoni* Lankester (1870) avait été recueilli par un assistant de Dawson (1871) sur la rive nord de la baie de Gaspé en 1854 et que plus récemment, Russell (1947, 1952, 1954) décrivait une nouvelle espèce d'Ostracoderme, *Cephalaspis westolli* Russell associée avec des plaques de *Phlyctaenaspis* et une nouvelle espèce d'Euryptéride, *Pterygotus gaspesiensis* Russell. Enfin, les Grès de Gaspé affleurent dans la partie centrale de la Péninsule et là encore sur une immense superficie (figure 1).

C'est à la suggestion du docteur Robert Denison du Field Museum de Chicago que l'auteur a commencé une exploration des Grès de Gaspé. Deux expéditions de deux mois chacune ont eu lieu durant les étés 1965 et 1966 avec l'aide financière du Musée national du Canada. Le présent travail décrit la faune trouvée.

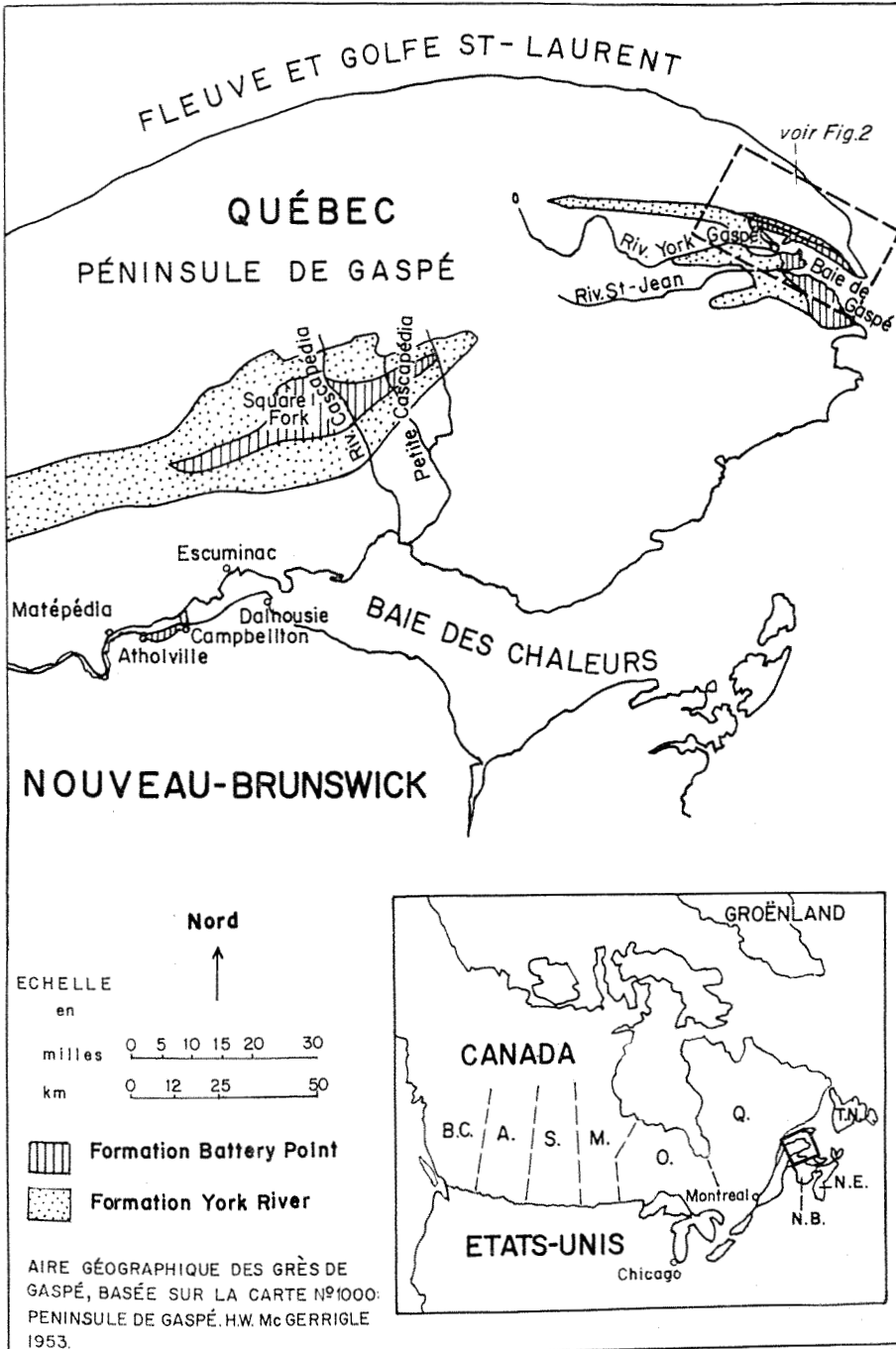


FIGURE 1—Distribution géographique des Grès de Gaspé dans la Péninsule de Gaspé, Québec, Canada.

Étude géologique des Grès de Gaspé

Logan (1863) a été le premier à définir les Grès de Gaspé. Dawson (1871) en a fait connaître la flore fossile, la rapprochant de celle des Vieux Grès Rouges de la Grande-Bretagne. Alcock (1935) et Kindle (1938) les ont aussi étudiés à la suite des travaux de Jones et Clarke (1913). McGerrigle (1950) a divisé les Grès de Gaspé en deux formations: la formation Battery Point plus récente, à caractère plus continental, et la formation York River, plus ancienne, et de caractère moins continental. De plus, il a décrit deux séries sous-jacentes à la formation York River, soit les séries de York Lake et de Fortin, qu'il considère comme contemporaines parce qu'elles se seraient formées dans des fosses séparées. Cumming (1959 et 1961) fait un remarquable résumé de tous les travaux antérieurs sur la géologie de la Péninsule de Gaspé en essayant de déterminer la limite du silurien et du dévonien. Il discute aussi de l'âge des Grès de Gaspé et suggère un âge dévonien inférieur (récent?) comme il l'affirmait quelques années plus tôt (1954).

AFFLEUREMENT DANS LA RÉGION DE CAMPBELLTON

Deux semaines ont été consacrées à fouiller l'affleurement des Grès de Gaspé à Campbellton, Nouveau-Brunswick. On y a trouvé quelques spécimens de *Cephalaspis campbelltonensis* Whiteaves, des plaques de *Phlyctaenaspis acadica* (Whiteaves) et enfin des fragments d'Euryptérides.

Il faut toutefois noter que l'affleurement fouillé semble être différent de celui ou de ceux d'où ont été retirés les nombreux spécimens de *Phlyctaenaspis acadica* (Whiteaves), de *Cephalaspis campbelltonensis* Whiteaves et *Cephalaspis jexi* Traquair¹ qui sont conservés au British Museum (Natural History), au Royal Scottish Museum d'Edimbourg, au Field Museum de Chicago et au Musée national du Canada. Ainsi, aux trois derniers museums, les spécimens sont pour la plupart renfermés dans un schiste très dur, une brèche à cailloux anguleux, tandis qu'au Royal Scottish Museum ils sont renfermés dans un schiste argileux, sans brèche, relativement dur, dans lequel les Ostracodes abondent, associés avec quelques rares Pélécytopodes et fragments de plantes.

Les spécimens de la présente collection se trouvent au contraire dans un schiste très dur, noir, à cassure conchoïdale, d'un grain très fin et uniforme, sans aucun reste de plantes ou d'Invertébrés. D'ailleurs, l'affleurement fouillé n'apparaît que sur une vingtaine de mètres et son épaisseur varie entre un et deux mètres au maximum. C'est le dernier affleurement à l'ouest de Campbellton. En fait, il est situé dans les limites d'Atholville (figure 1) qui se trouve à cinq

1. D'après Denison (1952a) *Cephalaspis acadica* Robertson et *Cephalaspis canadensis* Robertson sont des synonymes de *Cephalaspis campbelltonensis* Whiteaves.

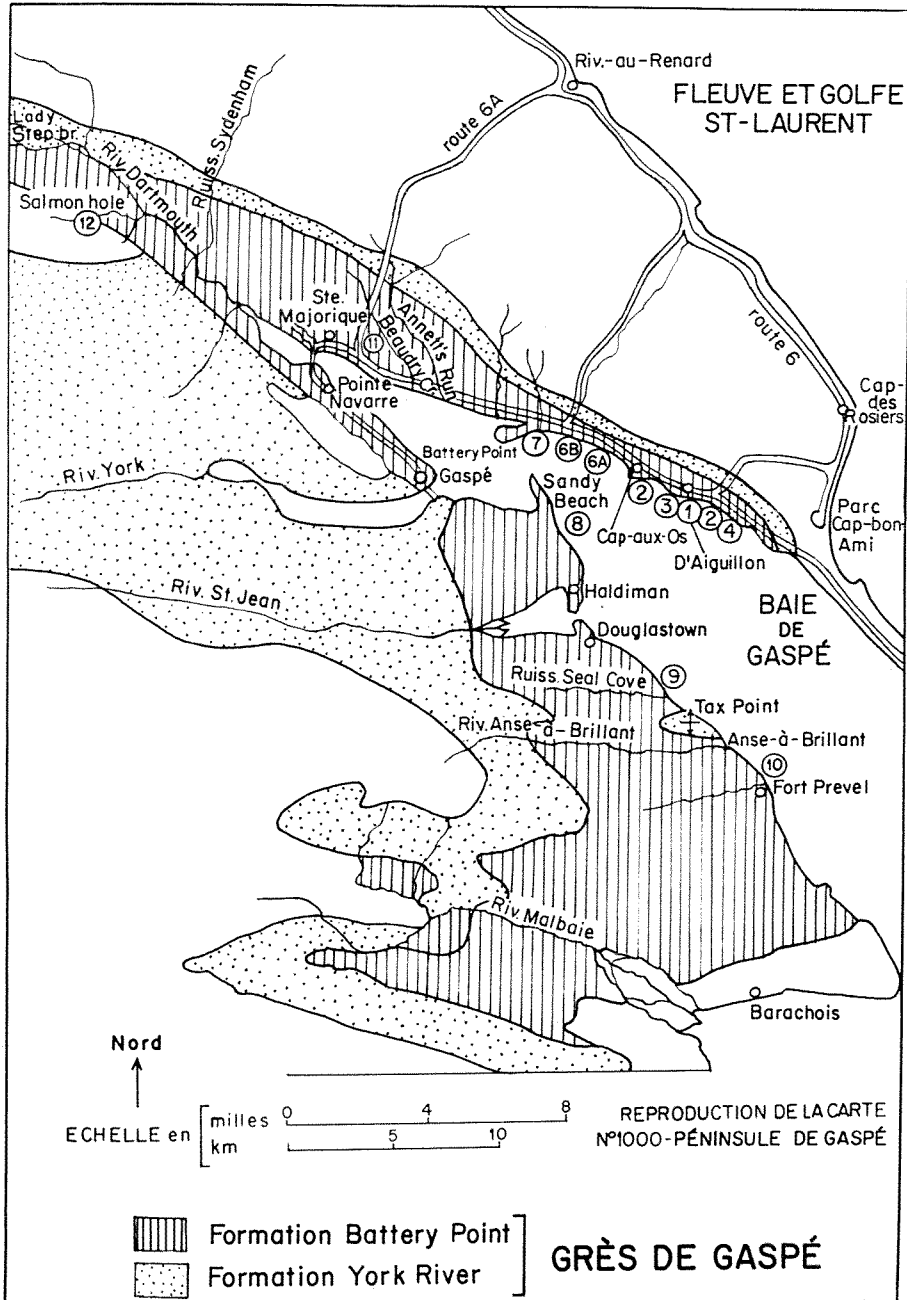


Fig.2

FIGURE 2—Distribution géographique des Grès de Gaspé dans la région de la baie de Gaspé, Québec, Canada (Les numéros encadrés correspondent à des gisements fossilifères décrits dans le texte).

ou six km à l'ouest de Campbellton. L'affleurement disparaît sous le talus, puis sous les constructions de l'usine à papier d'Atholville.

AFFLEUREMENT DANS LA RÉGION CENTRALE DE LA PÉNINSULE DE GASPÉ

Une reconnaissance de quelques jours seulement a été effectuée dans cette région. Aucun fossile n'y a été trouvé. Cependant, il y a là des séries de schistes bien exposées – en particulier sur la rivière Square Fork (figure 1) – qui mériteraient d'être fouillées.

AFFLEUREMENT DANS LA RÉGION DE LA BAIE DE GASPÉ

C'est dans la région de la baie de Gaspé que l'exploration a été la plus intensive, et cela, pour plusieurs raisons. D'abord, les Grès de Gaspé affleurent sur tout le pourtour de la baie de Gaspé, tant sur la rive nord que sur la rive sud. De plus, c'est dans cette région que Logan a choisi la section type des Grès de Gaspé. Enfin, ceux-ci se trouvent également bien exposés le long des cours d'eau qui se jettent dans la Baie, les coupant à peu près transversalement, ce qui permet de passer de la formation plus récente de Battery Point à la formation plus ancienne de York River et, à l'intérieur de la même formation, de passer des strates plus récentes aux strates plus anciennes.

Dans cette région, notre exploration s'est limitée à la formation Battery Point parce qu'elle est facilement accessible; elle affleure, en effet, sur les

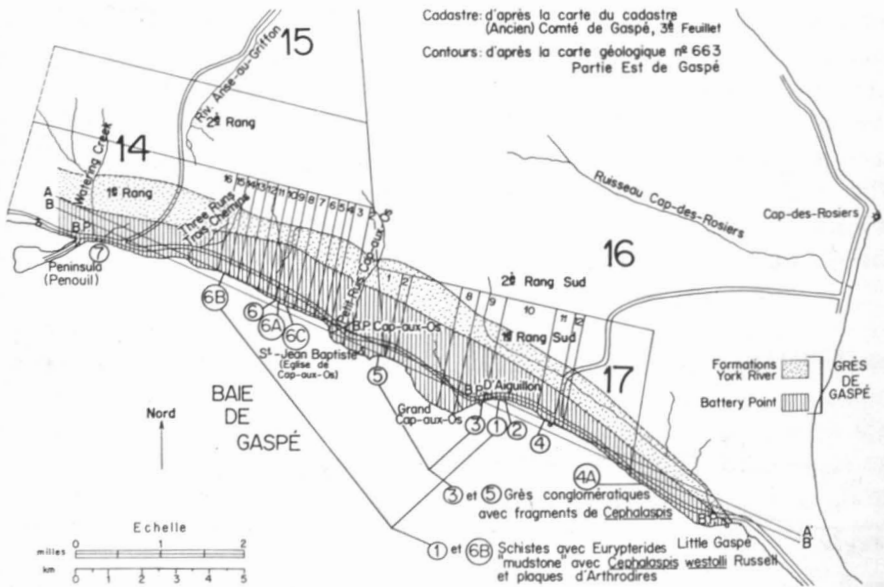


FIGURE 3—Gisements fossilifères (numéros encadrés) sur la rive nord de la baie de Gaspé localisés par rapport aux lots du cadastre.

deux rives de la baie de Gaspé. De plus la formation Battery Point est d'un caractère continental plus caractéristique que celle de York River. Or, on sait qu'il y a plus de chances de trouver des Ostracodermes et Arthrodières, en particulier des Dolichothoraci dans des faciès continentaux que dans les faciès marins. Enfin, l'unique spécimen de *Cephalaspis dawsoni* Lankester, recueilli par un assistant de Dawson (Lankester, 1870) a été trouvé sur la rive nord de la baie de Gaspé et le *Cephalaspis westolli* Russell ainsi que les plaques de *Phyctaenaspis* ont été trouvés par Russell à D'Aiguillon, village situé également sur la rive nord (figures 2 et 3). Dans les deux cas, on se trouve dans la formation Battery Point. En effet, l'extension horizontale et géographique des Grès de Gaspé, s'étend sur tout le pourtour de la baie de Gaspé. Mais comme ceux-ci forment un synclinal dont l'axe est à peu près parallèle aux rives de la Baie, c'est la formation Battery Point qui affleure sur les bords des deux rives, tandis que la formation York River s'enfonce dans les terres de chaque côté de la Baie en s'éloignant des deux rives respectivement comme l'indique la coupe transversale (figures 4 et 5) à l'axe du synclinal. Le pendage varie entre 25 et 75°, tandis que la direction est plus ou moins parallèle aux rives de la Baie, c'est-à-dire se maintient dans une direction générale est-ouest.

Une première exploration a consisté à faire le tour de la baie de Gaspé ainsi qu'à remonter quelques-uns des cours d'eau qui s'y jettent. Ce qui frappe d'abord, c'est que les Grès de Gaspé sont loin de présenter des séries successives de grès massif. Bien au contraire, on a surtout l'impression que ce sont les séries de schistes et de "siltstone" qui dominent. Il faut enfin noter que si c'est la formation Battery Point qui affleure sur les deux rives de la baie de Gaspé, ce ne sont pas exactement les mêmes niveaux qui sont exposés sur chacune des deux rives. Cela peut-être dû, par exemple, à une érosion différentielle de chaque côté de la baie de Gaspé, sans que l'on puisse savoir si cette érosion a eu lieu avant, pendant ou après la formation du synclinal. En tout cas, une chose est certaine, c'est que lorsqu'on fait le tour de la baie de Gaspé en marchant le long des rives, on est frappé par le fait que sur la rive sud ce sont les grès qui dominent tandis que sur la rive nord ce sont les schistes.

Les cours d'eau:—La plupart des cours d'eau qui se jettent dans la baie de Gaspé ont été explorés dans l'espoir d'y trouver de bons affleurements. Malheureusement, la plupart de ces cours d'eau sont étroits, embroussaillés par une végétation riveraine dense ou obstrués par des amoncellements de troncs d'arbres et de branches entrelacées. En conséquence, l'accès de ces cours d'eau est pénible. De plus, ces cours d'eau s'enfoncent dans la forêt, éloignant toujours davantage le chercheur de la route plus ou moins carrossable la plus proche. Enfin, on ne peut utiliser les sentiers qui les longent, car on ne verrait pas les affleurements. On est donc forcé de marcher dans l'eau, le plus souvent peu profonde heureusement, mais au fond caillouteux et glissant.

Sur la rive sud, les ruisseaux Lady Step et Salmon Hole, sont également difficiles d'accès. Cependant, il s'y trouve des affleurements importants de belles séries de schistes et de grès. Si l'on excepte une trace de ver (tube) relevée le long du ruisseau Salmon Hole, on n'a trouvé aucun fossile dans les affleurements de ces cours d'eau.

Sur la rive nord, deux cours d'eau méritent d'être mentionnés. D'abord, le ruisseau Sydenham. A vrai dire, c'est plutôt une rivière, car il a une largeur de 30 à 35 mètres sur un parcours d'au moins un kilomètre depuis son embouchure. Il est dégagé, propre, et traverse la formation Battery Point presque transversalement. Les affleurements sont très importants et les strates se succèdent dans des falaises de 25 à 30 mètres de haut parfois. La visite fut rapide et on n'y a trouvé aucun fossile. Mais l'impression générale qui se dégage est que l'on devrait l'explorer méthodiquement tant pour y trouver des fossiles que pour établir la stratigraphie précise des formations Battery Point et York River.

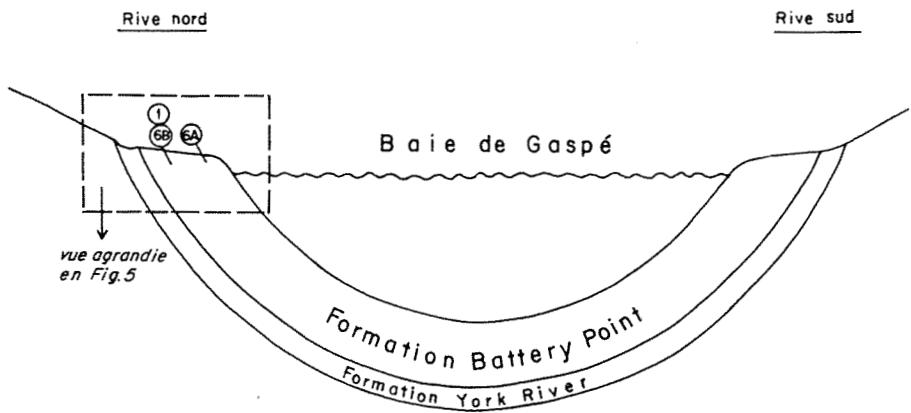


FIGURE 4—Coupe transversale schématique du synclinal formé par les Grès de Gaspé (formations York River et Battery Point) dans la baie de Gaspé.

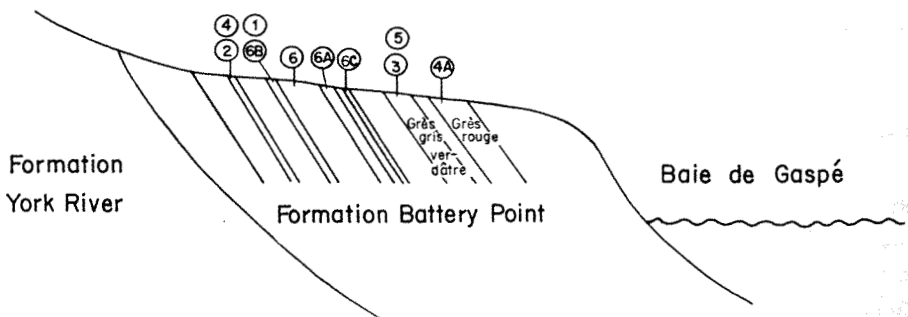


FIGURE 5—Vue agrandie d'une coupe transversale dans la formation Battery Point, sur la rive nord, montrant la position stratigraphique relative des zones (numéros encadrés) contenant un ou plusieurs horizons fossilifères.

Enfin, un autre cours d'eau qui présente de beaux affleurements est le Beaudry Creek. A peu près à quarante-cinq minutes de marche en aval de l'endroit où la route 6A le croise (figure 2), on a trouvé quelques plaques d'Athrodires (*Cartieraspis nigra* n. gen., n. sp.) associés avec des Pélécy-podes et des restes de plantes (cf. zone 11, figure 2).

Désormais on se référera à des zones numérotées de 1 à 11 pour désigner un lieu géographique où se trouvent un ou plusieurs horizons fossilifères de Vertébrés ou d'Invertébrés. Les zones sont indiquées sur les cartes géographiques et géologiques des figures 2 et 3.

Aux zones 2, 4 et 7, on trouve des horizons fossilifères d'Invertébrés. Les zones 8, 9 et 10 désignent des secteurs côtiers de la rive sud de la baie de Gaspé où l'on a trouvé quelques rares Vertébrés fossiles.

Ce sont aux zones 1, 6A et 6B, 3 et 5 de la rive nord de la baie de Gaspé que se trouvent les horizons fossilifères contenant le plus de restes de Vertébrés.

La rive sud:—Sur la rive sud, le grès massif domine. Toutefois, depuis Pointe-Navarre (figure 2) jusqu'à Gaspé, des séries importantes de schistes sont exposées. C'est d'ailleurs dans cette région que Logan (1863) (et Clarke 1908) a choisi la section type pour les Grès de Gaspé, section maintenant incluse dans la formation Battery Point de McGerrigle (1950). Au contraire, de Gaspé à Douglstown, c'est un grès gris-verdâtre qui domine; un grès à gros grains avec, ici et là, des passages conglomératiques. Un seul fragment d'os de poisson fossile a été trouvé dans cette zone 8 (figure 2) et c'est une plaque pariétale d'Arthrodire (cf. NMC-10865; (NMC = National Museum of Canada)).

Près de Tar Point (zones 9 et 10, figure 2), entre Douglstown et l'Anse-à-Brillant, la formation Battery Point, avec la York River d'ailleurs, a été renversée et forme là un anticlinal local dont l'axe est perpendiculaire à celui du synclinal régional de la baie de Gaspé. Les séries de schistes se succèdent nombreuses, mais les passages gréseux sont également importants. Comme les strates forment un anticlinal dont l'axe est à peu près perpendiculaire à la rive, la force d'érosion de la mer comme les autres causes d'intempérie en général n'ont pas produit les larges échancrures et l'émiettement qu'on observe sur la rive nord.

Dans ce secteur, en effet, les falaises sont hautes de 25 à 30 mètres, abruptes, verticales et massives. On y constate bien aussi des irrégularités, mais elles se manifestent par des baies si longues et si douces que le coup d'oeil d'ensemble

fait que la rive sud ne présente pas le caractère déchiqueté et en quelque sorte chaotique de la rive nord.

En conséquence de la verticalité des falaises et de la quasi horizontalité des strates, l'observation et l'exploration d'un lit donné sont rendues très difficiles. Heureusement, les blocs d'éboulis sont multiples et forment de nombreux et importants talus au pied des falaises. Cependant, bien que des centaines de roches aient été examinées on n'a trouvé que deux fragments d'os de poissons fossiles dans cette zone 9 (figure 2) (nos NMC-10863 et 10864 – plaques tuberculées d'Arthroires).

L'extrémité est de cet anticlinal affleure à environ 300 mètres à l'ouest de l'embouchure de la rivière Anse-à-Brillant. A cette extrémité, des séries de schistes sont accessibles. En particulier, on a trouvé un lit fossilifère à environ 35 mètres à l'ouest de l'extrémité est de l'anticlinal. Malheureusement, l'exploitation de ce lit est non seulement difficile en raison de la direction des strates, à peu près parallèles à la rive, et à leur position quasi horizontale, mais également dangereuse en raison de sa position au pied de la falaise sous un surplomb menaçant. La figure 6 donne la position de ce lit fossilifère ainsi que les principaux fossiles trouvés. Ce lit fossilifère peut être facilement repéré dans la colonne géologique de 22 m ci-dessous qui correspond à la coupe verticale A-B de la figure 6.

Anse - à - Brillant

(rive sud - Baie de Gaspé)

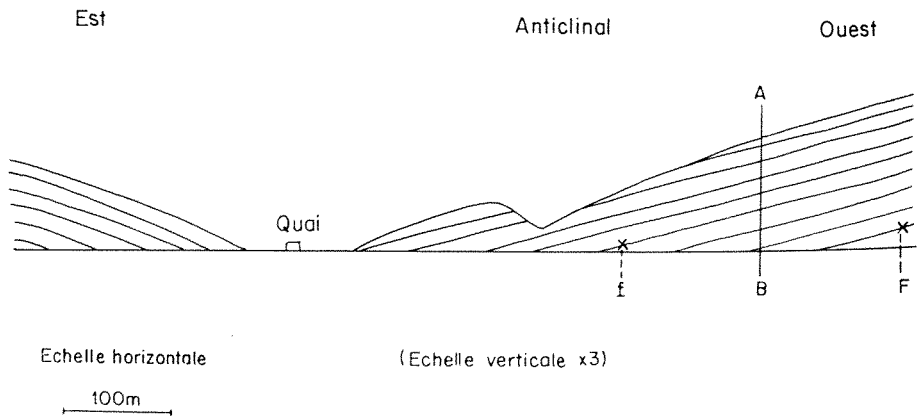


FIGURE 6—L'anticlinal de la formation Battery Point à l'Anse-à-Brillant, rive sud de la baie de Gaspé, à environ 25 km à l'ouest de Gaspé.

Coupe A-B (colonne géologique; voir figure 6).

.60 m	: grès gris
.45 m	: schiste gris-bleu
2.00 m	: schiste et "silt" gris-bleu ("siltstone")
2.00 m	: id., mais plus dur, formant surplomb
.60 m	: schiste bleu
.60 m	: grès gris, massif
.60 m	: schiste gris-bleu
1.00 m	: grès massif, formant surplomb
2.20 m	: schiste et "silt"
1.20 m	: schiste très friable
3.00 m	: schiste et "silt"
0.90 m	: grès formant surplomb
.70 m	: schiste et "silt" gris, durs
.90 m	: grès feuilleté, verdâtre
1.00 m	: f — niveau fossilifère
	.60 m : schiste gris bleu sombre contenant des Brachiopodes (genre de la Super-Famille des <i>Discinacea</i>), Pélécy-podes et Euryptérides et des plaques très petites d'Arthrodi-res: <i>Laurentaspis splendida</i> n.gen., n. sp.
	.40 m : grès à grains fins, de couleur chamois-gris, contenant des Brachiopodes, des Euryptérides et des plaques plus grandes d'Arthrodi-res: <i>Batteraspis fulgens</i> n. gen., n. sp.
2.00 m	: grès gris
3.00 m	: f — niveau fossilifère schistes et "silt" <i>Rennsaelaria ovoïdes</i> (var. <i>gaspensis</i> ?)

(Voir plus bas, à la fin de cette section sur la géologie, la distribution stratigraphique de la faune, figure 8A).

Il n'y a pas de doute qu'à cet endroit on se trouve dans la formation Battery Point. De plus, le docteur H. W. McGerrigle, dans une communication orale, soutient qu'à l'Anse-à-Brillant c'est plutôt la partie inférieure de la formation Battery Point qui affleure sans qu'on puisse dire avec précision à quel niveau on se trouve par rapport à la base qui est en contact avec les calcaires sous-jacents de Grande-Grève, à Little Gaspé (figures 2 et 3).

Enfin, à l'est de l'Anse-à-Brillant, les grès dominent à nouveau, mais ils prennent ici une couleur rouge qui ajoute à la beauté du paysage. Vers Fort-Prével (figure 2), une plaque d'Arthrodire (NMC-10965) a été trouvée dans le grès.

La rive nord:—Sur la rive nord, ce sont les séries de schistes gris-verdâtre ou rouge qui dominent, en sorte qu'étant plus friables, l'érosion a attaqué la

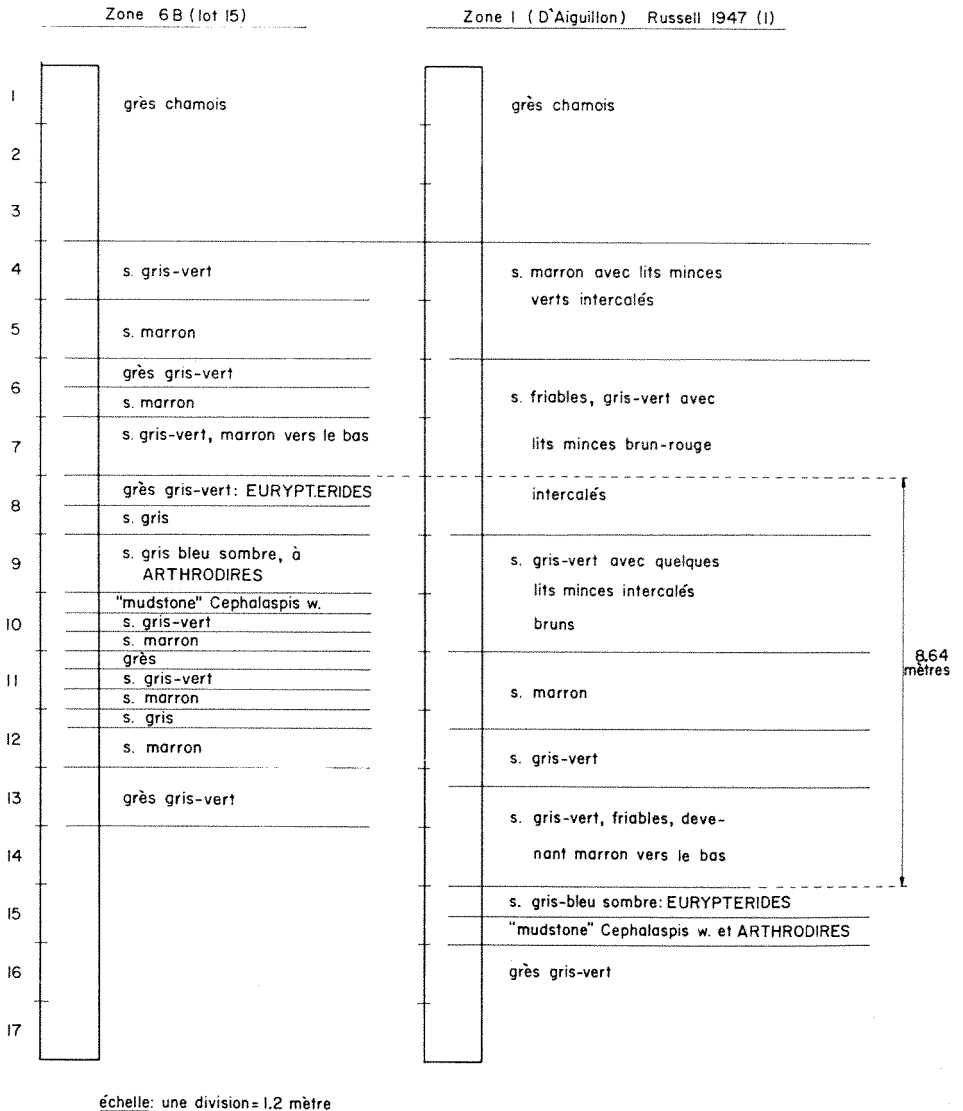


FIGURE 7—Colonnes géologiques des zones 6B et 1 (D'Aiguillon).

(1) La colonne géologique de Russell est une traduction française de l'anglais. Elle a été adaptée au système métrique, légèrement modifiée, mais essentiellement respectée quant à son contenu.

formation Battery Point d'une façon inégale, y faisant souvent de larges et profondes échancrures perpendiculairement à l'axe de la direction, si bien que dans ces échancrures, des strates de niveaux inférieurs sont exposées, malgré qu'ici et là, les mêmes strates affleurent parfois sur la rive, comme c'est le cas par exemple, dans l'hypothèse stratigraphique qui relie les strates des zones 6B et 1 d'une part et les strates des zones 2 et 4 d'autre part (figure 2).

Par contre, lorsque les grès dominant, les échancrures sont peu importantes, de sorte que c'est à peu près le même niveau qui affleure sur de longues distances. C'est le cas par exemple, dans le secteur compris entre Little Gaspé et la jonction de la route qui conduit au Cap-des-Rosiers de la zone 4 à la zone 4A (figures 2 et 3), où ce sont les grès rouges qui affleurent. Mais de ce dernier point jusqu'à Penouil (Peninsula sur la carte de la figure 3) ce sont des horizons de schistes et de "silt" qui affleurent, encore qu'il y ait d'assez longs affleurements de grès gris-verdâtre aux environs des zones 3 et 5.

1—Zones 4 et 2 (figure 3)

Zone 4. On trouve dans cette zone un lit de schistes gris, friables, d'environ 20 cm d'épaisseur qui contient des Brachiopodes du genre *Lingula* et des petits Pélécy-podes, de 5 à 10 mm de long.

Zone 2. Cette zone est tout près du lit à *Cephalaspis* de Russell à D'Aiguillon. Cette zone se rapporte à un lit de schistes gris-bleu, friables, qui a donné des Brachiopodes du genre *Lingula*, *Orthis*, *Dalmanella* et des Pélécy-podes (*Lunilicardium?*). Ce lit est à 17 m sous le lit de "mudstone" à *Cephalaspis* de Russell (1947). Voici donc la colonne géologique sous-jacente au lit de "mudstone" à *Cephalaspis*:

18.0 m	: schiste et grès
1.0 m	: lit de schiste à Euryptérides
.20 m	: lit de "mudstone" à <i>Cephalaspis</i>
1.00 m	: grès gris-vert
.60 m	: schiste bleu-vert, dur, à cassure conchoïdale
.60 m	: schiste marron
1.10 m	: grès gris-vert
1.80 m	: schiste gris-bleu, à cassure conchoïdale.
.30 m	: grès gris-vert
.30 m	: schiste gris-bleu, à cassure conchoïdale.
.30 m	: grès gris vert
.30 m	: schiste et grès à grains fins, gris-vert
.30 m	: grès gris vert
1.50 m	: schiste gris-bleu
.60 m	: grès gris-vert
1.20 m	: schiste gris bleu, à cassure conchoïdale
1.60 m	: schiste, grès à grains fins, marron
1.60 m	: grès chamois
1.60 m	: grès à grains fins, gris vert, devenant marron vers le bas.
3.00 m	: grès gris vert
.60 m	: schiste gris-bleu, friable. Fossiles: Pélécy-podes, et Brachiopodes comme <i>Lingula</i> et <i>Dalmanella?</i>

Note: Extrait de la colonne géologique de Russell (1947).

2—Zones 3 et 5

Zone 3. Dans cette zone, sur le lot 9 du premier rang sud du canton 17 (figure 3), toujours à D'Aiguillon, on a trouvé dans les grès à gros grains et à passages conglomératiques qui forment les petites falaises au fond de la baie de d'Aiguillon, un fragment de bord antérieur de *Cephalaspis* (NMC-11005).

Zone 5. A 3.5 kilomètres à l'ouest de D'Aiguillon, mais un peu à l'est de l'église de Cap-aux-Os, sur le lot 2 du premier rang du canton 14 (figure 3), on a trouvé dans le grès conglomératique des falaises qui surplombent la rive quelques fragments de grosses épines d'Acanthodiens du genre *Machaeracanthus*. Il est intéressant de noter que c'est aussi dans un grès grossier et le long de la rive nord que Lankester (1870) et Dawson (1871) notent la présence de grosses épines de ce genre de poisson.

3—Zone 7. Watering creek (ruisseau Watering) (voir figure 3).

Dawson (1871, p. 7) donne une courte colonne géologique (environ 89 cm d'épaisseur en tout) d'une série de lits de grès et de schistes qui alternent successivement et qui contiennent en abondance des fragments de *Psilophyton*. Or, il ajoute que cette série de lits est tout près de "Watering Brook". Des fouilles ont été faites dans les lits qui affleurent dans les falaises à l'est et à l'ouest de l'embouchure de ce ruisseau dans l'espoir de trouver le schiste feuilleté, relativement friable et riche en fragments de *Psilophyton* qui compose la gangue du spécimen de *Cephalaspis dawsoni* Lankester. De fait, des lits de schistes similaires ont été trouvés à l'embouchure du ruisseau Watering, mais sans aucune trace de *Cephalaspis*. Par contre, à environ deux kilomètres à l'est de l'embouchure de ce même ruisseau, des Pélécytopodes ont été trouvés dans un lit de schiste dur, à cassure conchoïdale, très ressemblant au lit de schiste à Euryptérides de D'Aiguillon décrit plus bas.

Nous allons donc étudier maintenant la zone 1 de D'Aiguillon où affleure ce lit de schistes à Euryptérides.

4—Zone 1. D'Aiguillon (figure 3).

Cette zone se rapporte aux lits de schiste à Euryptérides et de "mudstone" à *Cephalaspis* décrits par Russell (1947, 1952). Ce dernier a même donné une colonne géologique de près de 20 mètres des strates qui sont au-dessus. Il a également estimé que ces lits fossilifères sont à environ 800 m (2300 pieds) au-dessus de la base de la formation Battery Point. A D'Aiguillon, le pendage des strates est d'environ 40 degrés sud-ouest, tandis que la direction est nord 314° est.

Une fouille importante a donc été faite à cet endroit (planche I, figures 1, 2, 3). Le lit de schiste à Euryptérides de un mètre d'épaisseur a été déblayé sur une surface de 8 mètres de haut sur deux de large. Dans ce lit on a trouvé des restes importants d'Euryptérides du genre décrit par Russell (1952) sous le nom de *Pterygotus gaspesiensis* Russell, des traces d'organismes sous forme de tubes, d'entonnoirs ou de cônes, parfois reliés entre eux, quelques restes de plantes, ainsi qu'un unique spécimen d'Ostracoderme d'une nouvelle espèce et décrit plus bas sous le nom de *Cephalaspis lunata*.

Ce travail de déblaiement exécuté, le lit de "mudstone" à *Cephalaspis* devenait accessible. Il a donné un très grand nombre des spécimens : une vingtaine de boucliers céphaliques presque complets et des dizaines de fragments de cornes, de régions orbitales, en plus d'une magnifique nageoire pectorale de *Cephalaspis*. Tout ce matériel se rapporte à l'espèce déjà écrite par Russell (1954) sous le nom de *Cephalaspis westolli* Russell. On sait que la description de cette espèce est basée sur de pauvres spécimens qui ne faisaient connaître que la forme générale du bouclier céphalique et des cornes. Il est maintenant possible de donner une description beaucoup plus complète de cette espèce.

Enfin, ce lit de "mudstone" à *Cephalaspis* a fourni des plaques d'Arthrodières de deux types différents: quelques plaques médio-dorsales (MD) et post-temporales (ADL) d'un genre nouveau: *Cartieraspis nigra* n. gen., n. sp., un thorax articulé et des plaques postéro-ventro-latérales (PVL) d'un genre nouveau: *Gaspeaspis cassivii* n. gen., n. sp. Puis, quelques rares fragments d'épines d'Acanthodiens comme *Cheiracanthus costellatus* Traquair, de Séla-ciens comme *Ctenacanthus* et quelques fragments seulement de segments d'Euryptérides et un seul et unique Pélécy-pode (voir tableau I, distribution stratigraphique de la faune).

5—Zone 6B. (figure 3)

Un horizon fossilifère intéressant a été trouvé sur le lot 15 du premier rang du canton 14, à environ 7 kilomètres à l'ouest de l'église de Cap-aux-Os. L'horizon fossilifère est composé d'un lit de schistes gris-bleu, d'environ 45 cm d'épaisseur, à cassure conchoïdale, similaire au lit de schistes à Euryptérides de D'Aiguillon. Ce lit a fourni quelques plaques d'Arthrodières (nouveau genre *Cartieraspis nigra*) et quelques fragments de *Cephalaspis*. Sous-jacent à ce lit de schistes, repose un mince lit de grès, gris-verdâtre, à grains moyens, de 5 cm d'épaisseur, qui a donné un magnifique segment d'un gros Euryptéride (planche I, figure 7). Sur ce même spécimen, du côté du schiste qui est en contact avec le grès, apparaissent plusieurs Pélécy-podes. Sous ce mince lit de grès, il y a un lit de "mudstone" qui rappelle lui aussi le lit de "mudstone" à *Cephalaspis* de D'Aiguillon (zone 1) et qui a donné plusieurs spécimens de *Cephalaspis westolli* Russell.

La ressemblance lithologique et faunique de cet horizon fossilifère avec celui de D'Aiguillon est frappante. De plus, si on trace une ligne A-A' sur la carte géologique de la région (figure 3) on constate que les zones 6B et 1 sont sur le même plan. Il est vrai que cette carte n'est pas à une très grande échelle, mais si on se rappelle que la direction des strates est presque parallèle à la ligne générale de la côte sur la rive nord, la ligne A-A' a bien des chances de réunir des lits de même niveau stratigraphique.

Cette hypothèse est d'autant plus séduisante qu'à la zone 6A (figure 3), étudiée plus bas et qui se situe à environ 72 mètres au-dessus de l'horizon fossilifère de la zone 6B (voir planche II, figure 1 et 2), pas un seul fragment de *Cephalaspis westolli* Russell n'a été trouvé bien que cet horizon fossilifère de 6A ait donné une grande quantité de *Cephalaspis* de plusieurs types différents. Pourtant, si séduisante que soit cette hypothèse, il subsiste quand même quelques doutes.

Les doutes viennent de la comparaison de la colonne géologique des strates qui se trouvent au-dessus des horizons fossilifères des deux zones concernées, à savoir les zones 6B et 1 (de D'Aiguillon) (figure 7). Un seul coup d'oeil sur les deux colonnes géologiques que nous donnons ci-dessous en regard, met bien en lumière la cause de nos doutes. Dans les deux cas, les colonnes sont surmontées d'un banc de grès massif de couleur chamois d'environ 12 mètres d'épaisseur (planche I, figure 1 et planche II, figure 1). Sous-jacents à ce banc de grès, apparaissent 4 mètres de schistes de couleur à peu près semblable dans les deux colonnes. Mais dans la colonne de la zone 6B, il y a deux petits lits de grès qu'on ne retrouve pas dans celle de la zone 1. Enfin, les deux colonnes mises en regard permettent d'établir la différence de niveau entre leurs horizons fossilifères respectifs. Il manque en effet 7.2 mètres de schistes dans la colonne de la zone 6B.

Il est vrai que les deux zones étant distantes l'une de l'autre de plus de 6 kilomètres, il n'est pas impossible qu'il y ait eu érosion qu'à un seul de ces endroits, ou même que le dépôt des sédiments n'ait pas été égal ni constant d'un endroit à l'autre. Cette inégalité dans le dépôt des sédiments est d'autant plus plausible que tous les faits montrent, — comme nous le verrons plus en détail au chapitre sur l'écologie, — que l'on est en présence, en ce qui concerne la formation Battery Point tout au moins, de dépôts continentaux, deltaïques ou fluviaux, dont on sait assez les conditions capricieuses de dépôts de sédiments.

De toute façon, nous retenons l'hypothèse que les horizons fossilifères des zones 6B et 1 sont à un même niveau stratigraphique parce qu'elle fournit un premier élément de discussion dans l'établissement éventuel d'une stratigraphie détaillée de la formation Battery Point. Cet élément de base est d'autant

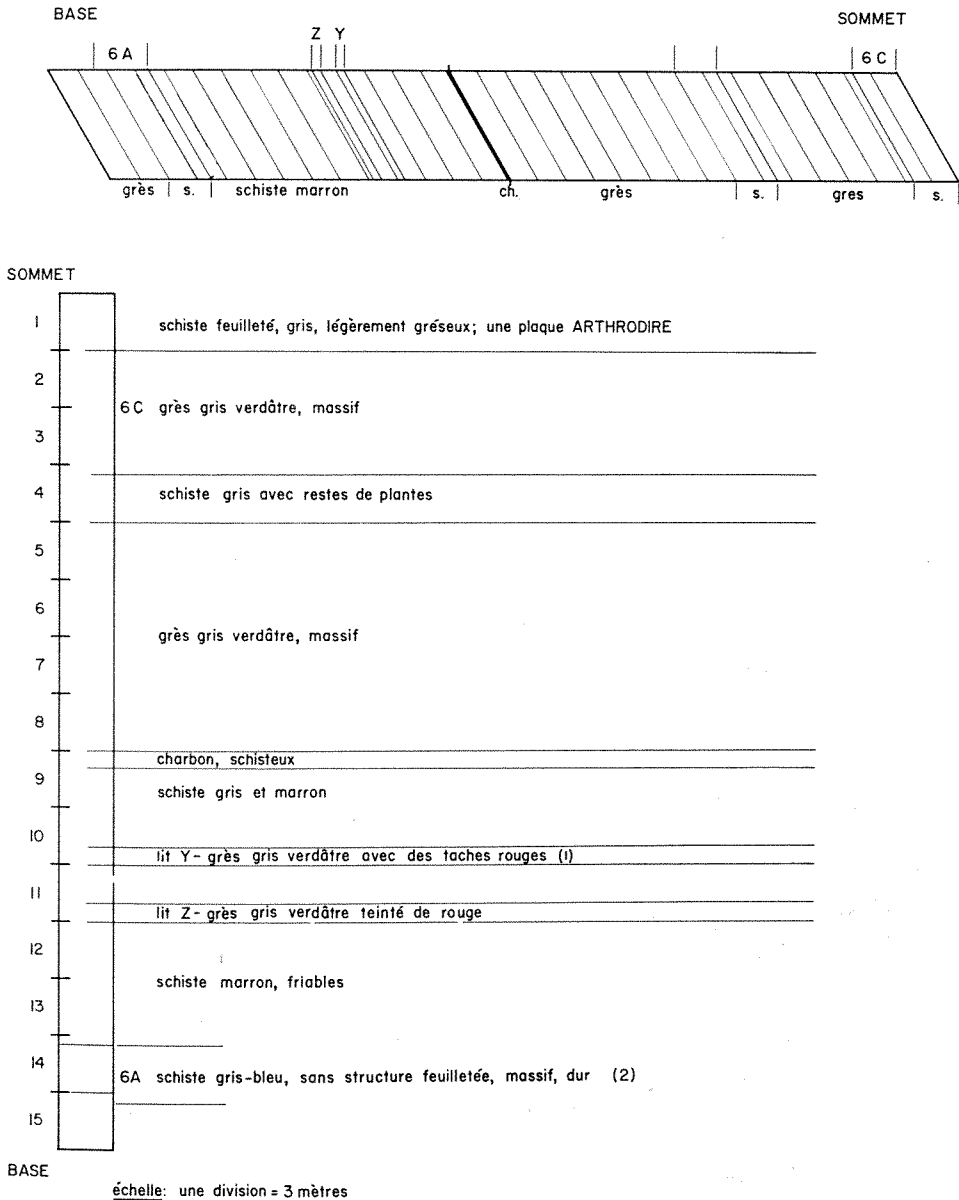


FIGURE 8—Schéma de la colonne géologique des zones 6A et 6C et des lits Y et Z.

- (1) Les lits Y et Z contiennent des fragments d'ARTHRODIRES, de *Cephalaspis* et d'épines d'ACANTHODIENS.
- (2) Le clivage fait marches d'escalier par rapport au pendage; au sommet, le schiste est de couleur chamois, mais il devient gris-bleu et bleu sombre vers le bas à mesure que le schiste devient gréseux; à la base, il devient grès gris vert à grains fins devant gros au contact du grès massif sous-jacent gris-verdâtre. Cette zone 6A a fourni une faune considérable comme on peut s'en rendre compte au tableau de la distribution stratigraphique de la faune au tableau II.



2

3

plus précieux que l'on peut établir d'une façon assez précise le niveau fossilifère de la zone 6A, comme nous allons maintenant le voir (figures 4 et 5).

6—Zone 6 A (comprenant les zones 6 et 6C et les lits y et z).

L'horizon fossilifère de cette zone est sans contredit le plus important qui ait été découvert dans la formation de Battery Point tant pour la quantité que pour la variété des poissons fossiles qu'il a fournis. Il convient donc de le décrire soigneusement.

La zone 6A forme en fait un assemblage de lits fossilifères. Elle est située sur les lots 9 et 8 du premier rang du canton 14 (figure 3) à environ 2.2 kilomètres (1.3 mille) par la route, à l'ouest de l'église de Cap-aux-Os. La zone 6 désigne le point précis sur le rivage, de l'embouchure d'un petit cours d'eau, — sans nom connu, que la route nationale no 6 traverse à environ 500 mètres en amont de son embouchure. On accède à la rive par un sentier qui laisse la route nationale à l'ouest du petit pont qui franchit le dit cours d'eau. Bien que ce sentier soit très bien empierré, il est abandonné et la broussaille l'envahit. Il faut donc laisser la voiture dans une clairière et poursuivre à pied le chemin qui aboutit à la grève sur les restes d'un petit quai. A l'arrivée sur la grève on se dirige sur la gauche, c'est-à-dire vers l'est et dans la direction de l'église de Cap-aux-Os que l'on aperçoit au loin. La falaise qui borde la rive à cet endroit est composée d'un grès massif gris-vert dont le pendage varie autour de 50° sud-ouest. En continuant à marcher sur le rivage vers l'ouest, à environ 150 mètres de l'embouchure du petit ruisseau, la lithologie de la falaise change du tout au tout. En effet, au grès massif, fait suite une série de schistes gris, vert et marron d'une épaisseur totale d'environ 20 mètres (65 pieds). L'horizon fossilifère de la zone 6A est à la base de cette série de schistes, en contact avec le grès massif sous-jacent (figure 8).

Comme il a été dit plus haut, la position stratigraphique de l'horizon fossilifère de la zone 6A est à environ 72 mètres au-dessus de la zone 6B. Ce calcul est basé sur la photo de la planche II, figure 1. En effet, la colonne géologique de la zone 6B est de 7.2 mètres (24 pieds). À l'échelle de la photo II, figure 1, 7.2 mètres valent 6 mm, et la distance entre les horizons des zones 6B et 6A est de 60 mm, ce qui donne 72 mètres de différence entre les deux horizons.

PLANCHE I

FIGURES 1, 2 et 3—Photographies de la zone 1 à D'Aiguillon, Baie de Gaspé, rive nord, Québec, Canada.

FIGURE 1—Vue d'ensemble de la série de strates dont Russell (1947) a donné la colonne géologique.

FIGURES 2 et 3—Le lit de schiste à Euryptérides et le lit de "mudstone" sous-jacent à *Cephalaspis*.

La position stratigraphique des horizons fossilifères des zones 6A et 6C et des lits Y et Z est indiquée dans la colonne géologique qui suit, ainsi que dans le schéma de la figure 8 qui donne le détail des strates qui apparaissent sur la photo de la planche II, (figure 2).

L'horizon fossilifère de la zone 6A, d'une épaisseur d'environ 2 mètres, est juste au-dessus du grès massif. Ce niveau est fait d'un schiste non feuilleté, massif, dur, mais dont le clivage se fait en escalier par rapport au plan du pendage, ce qui facilite de beaucoup son exploitation. Le schiste devient gréseux vers le bas pour se confondre progressivement avec le grès sous-jacent massif à gros grains. Comparativement au volume et à la masse de roches qui ont été exploités, on ne pourrait pas décrire cet horizon comme étant *très fossilifère*, certainement pas aussi fossilifère en tout cas que le lit de "musdtonne" à *Cephalaspis* de la zone 1 de D'Aiguillon. Si donc ce niveau ne peut pas être considéré en soi comme un lit très fossilifère, il reste qu'objectivement ce niveau a donné des centaines de spécimens de poissons fossiles appartenant à trois grands groupes différents et à plusieurs genres et espèces variés. Cette découverte prend donc une importance d'autant plus grande que la formation Battery Point des Grès de Gaspé était connue pour sa pauvreté en Vertébrés fossiles.

La faune du niveau fossilifère de la zone 6A comprend d'abord une centaine de spécimens d'Ostracodermes, Céphalaspidomorphes de types *Cephalaspis* variés et différents des espèces déjà décrites, tant de la région de la baie de Gaspé comme *Cephalaspis dawsoni* Lankester, *Cephalaspis westolli* Russell et la nouvelle espèce décrite ici et provenant de la zone 1 de D'aiguillon, *Cephalaspis lunata* n. sp., que de la région de Campbellton comme *Cephalaspis campbelltonensis* Whiteaves et *Cephalaspis jexi* Traquair. Sauf quatre boucliers céphaliques, d'ailleurs incomplets, les spécimens sont toujours des fragments soit de cornes, soit de bords latéraux ou antérieurs, soit de région orbitales plus ou moins complètes. Toutefois, il faut noter ici, que très souvent, la surface supérieure de l'exosquelette est conservée ce qui n'est pas le cas des spécimens de *Cephalaspis westolli* Russell trouvés dans le lit de "mudstone" à la zone 1 de D'Aiguillon.

En second lieu, la faune de ce niveau comprend une centaine de spécimens du groupe des Placodermes, plus spécialement des Arthrodières de l'ordre des Dolichothoraci. La plupart des spécimens sont des plaques de boucliers thoraciques et trois toits craniens plus ou moins complets de types différents: *Quebecaspis russelli* n. gen. n. sp., *Gaspeaspis cassivii* n. gen., n. sp., *Cartieraspis nigra* n. gen., n. sp., et *Kolpaspis beaudryi* n. gen., n. sp.

Un autre grand groupe de poissons est représenté dans la faune de cet horizon fossilifère de la zone 6A et c'est celui des Acanthodiens. Les dizaines de spécimens d'Acanthodiens trouvés représentent des épines isolées. Pas un seul fragment de tête ou de corps; mentionnons cependant des écailles d'Acan-

thodiens dans la gangue des spécimens d'épines qui proviennent du schiste gréseux à la base du niveau fossilifère ou du grès sous-jacent. Toutes ces épines appartiennent à des genres déjà décrits dans la littérature concernant la faune des Grès de Gaspé de Campbellton et ce sont *Climatius latispinosus* (Whiteaves), *Cheiracanthus costellatus* Traquair et *Mesacanthus semistriatus* (Woodward). Nous reviendrons plus tard sur la signification de l'identité de cette faune d'Acanthodiens à des endroits distants l'un de l'autre de plus de 250 kilomètres. On peut ajouter de plus la présence de nombreuses épines du genre *Ctenacanthus ?ornatus* Agassiz que Dawson (1871) a signalé dans les grès de la région de la baie de Gaspé. Mais ce genre appartient semble-t-il au groupe des Sélaciens. En tout cas, les épines de ce genre ne se rencontrent que dans la partie supérieure du niveau fossilifère de la zone 6A (voir tableau I, sur la distribution stratigraphique de la faune).

Enfin, la faune se complète par des fragments d'Euryptérides. Aucun autre Invertébré n'a été signalé dans ce gisement.

Quelques dix mètres plus haut dans la colonne géologique, on a noté deux lits minces de grès verdâtre, teinté de taches rouges: les lits Z et Y contenant des fragments de *Cephalaspis*, de plaques d'Arthrodires et d'épines d'Acanthodiens.

Plus haut encore, à environ six mètres au-dessus du lit Y, se trouve un lit de charbon de 1 cm d'épaisseur, friable et de structure feuilletée, enserré de part et d'autre par un à deux cm de schistes feuilletés également très friables, de couleur gris sombre et contenant des fragments de plantes en abondance. Ce lit pourrait bien être le même que celui qui affleure sur la rive sud à Tar Point (figure 3) et qui a déjà été décrit par Logan (1863), Dawson (1871) et tous les géologues qui ont travaillé par la suite dans les Grès de Gaspé. En tout cas, il est bon de noter la présence de ce lit de charbon et cela pour deux raisons: la première, c'est qu'il peut servir de point de repère dans l'établissement éventuel d'une stratigraphie détaillée de la formation Battery Point et, la seconde, en raison de sa signification écologique que nous considérerons plus loin.

Enfin, plus haut encore dans la série, à environ 21 mètres au-dessus du lit de charbon, une plaque d'Arthrodire a été trouvée dans un lit de grès mince, feuilleté. C'est la zone 6C.

De nouveaux horizons fossilifères contenant une faune ichthyologique ont été découverts dans la formation Battery Point des Grès de Gaspé. L'horizon fossilifère de D'Aiguillon a été exploité à fond. En tout et pour tout, des centaines de spécimens appartenant à trois grands groupes ont été recueillis: des Ostracodermes (Céphalaspides), des Arthrodires (Dolichothoraci) et des Acanthodiens le plus souvent associés avec des Euryptérides. La faune est relativement abondante et bien diversifiée comme on peut s'en rendre compte en consultant le tableau I.

TABLEAU I

Distribution géographique et stratigraphique de la faune dans les Grès de Gaspé, particulièrement dans la formation Battery Point, sur la Baie de Gaspé et dans l'affleurement de Campbellton, Nouveau-Brunswick, Canada.

Faune	Zones et horizons fossilifères						
	zone 1		zone 6A		6B	A.-à-B.	autres zones
	sch.	mdst.	gr.	sch.			
EURYPTERIDES							
<i>Pterygotus gaspensiensis</i> Russell		xx					
Euryptérides indéterminés	x		x	x	x		Campbellton x
OSTRACODERMES (Céphalaspides)							
							rive nord
<i>Cephalaspis dawsoni</i> Lankester							Baie de Gaspé
<i>C. campbelltonensis</i> Whiteaves							Campbellton xx
<i>C. westolli</i> Russell	xx	x	x				
<i>C. jexi</i> Traquair							Campbellton xx
<i>C. lunata</i> n. sp.	x						
<i>C. peninsulae</i> n. sp.				xx			
<i>C. sydenhami</i> n. sp.				xx			
<i>C. sp. A.</i>				x			
ACANTHODIENS et SELACIENS							
<i>Climatius latispinosus</i> (Whiteaves)			x	xx			Campbellton xx
<i>Mesacanthus semistriatus</i> (Woodward)			x	xx			" xx
<i>Cheiracanthus costellatus</i> Traquair	x			xx			" xx
? <i>Ctenacanthus ?ornatus</i> Agassiz	x			xx			" xx
<i>Machaeracanthus</i>							
<i>M. ?major</i> Newberry			x				
<i>M. sp. A.</i>							zone 5
<i>M. sp. B.</i>							zone 5
ARTHRODIRES (Dolichothoraci)							
<i>Phlyctaenaspis acadica</i> (Whiteaves)							Campbellton xx
<i>P. atholi</i> n. sp.							" xx
<i>Quebecaspis russelli</i> n. gen., n. sp.			x				
<i>Gaspeaspis cassivii</i> n. gen., n. sp.				x			
<i>Cartieraspis nigra</i> n. gen., n. sp.	x			xx	x		Beaudry Cr. x
<i>Kolpaspis beaudryi</i> n. gen., n. sp.				x			
<i>Laurentaspis splendida</i> n. gen., n. sp.						x	
<i>Batteraspis fulgens</i> n. gen., n. sp.						x	

Légende.

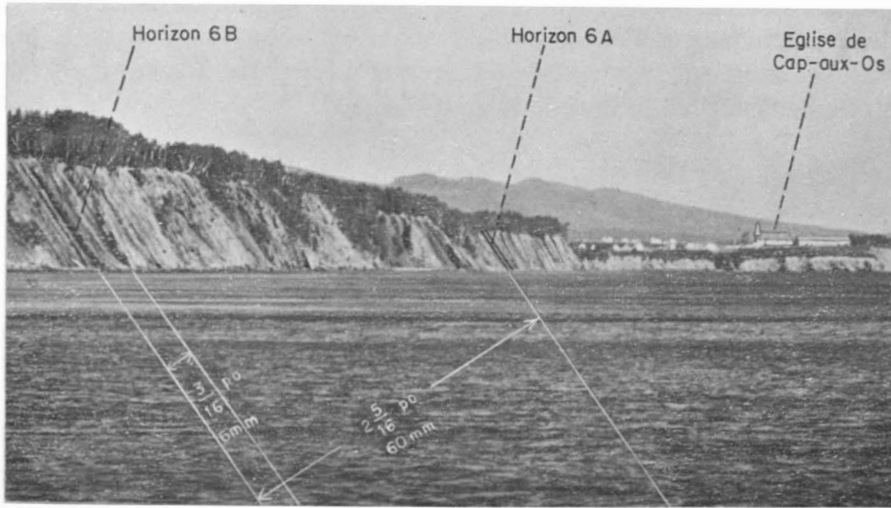
"zones", voir les figures 1, 2 et 3 pour leur situation géographique.

A.-à-B. = Anse-à-Brillant.

x : présence d'une espèce dans une zone et un horizon déterminés.

xx : présence en abondance d'une espèce donnée.

sch.: schiste; mdst.: "mudstone"; gr.: grès.



2

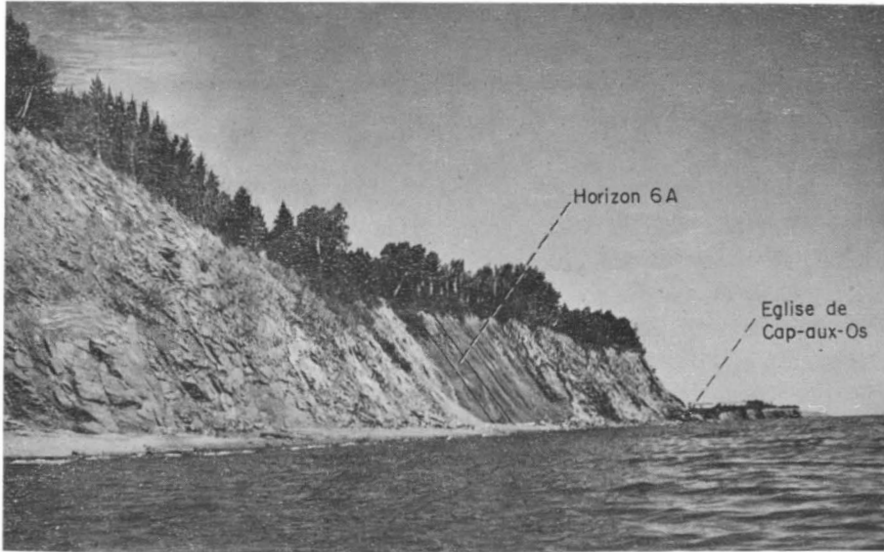


PLANCHE II

FIG. 1.—Position stratigraphique et géographique (par rapport à l'église de Cap-aux-Os) des horizons fossilifères des zones 6A et 6B. À partir de cette photo, on a établi que l'horizon fossilifère de la zone 6B est approximativement à quelques 72 mètres sous l'horizon fossilifère de la zone 6A et on a posé l'hypothèse très plausible (d'après la direction des strates et le contour du rivage) que l'horizon de la zone 6B est le même que celui de la zone 1 à D'Aiguillon. Cette hypothèse est confirmée par l'identité de faune aux deux gisements.

FIG. 2.—Détail de l'horizon fossilifère de la zone 6A.

Il y a des similitudes, mais aussi des différences, entre la faune des Grès de Gaspé de la baie de Gaspé et celle de Campbellton. L'ensemble de la faune est typique du dévonien inférieur ou moyen et comparable à celles de l'Angleterre, du Spitzberg, de la Podolie et de l'Allemagne.

L'âge des Grès de Gaspé

L'âge des Grès de Gaspé a été le sujet de longues controverses. Les plus récents travaux géologiques sur les Grès de Gaspé sont encore loin de donner satisfaction. Dans la littérature, on considère en général que l'affleurement des Grès de Gaspé à Campbellton est du dévonien inférieur. Waterston (1954) et Gardiner (1966) dans leurs listes des Vertébrés fossiles de Campbellton, désignent toujours les Grès de Gaspé de Campbellton comme étant du dévonien inférieur. Il faut dire qu'en cela ils ne font que suivre les indications attachées aux fossiles et reproduites en particulier par Traquair, Whiteaves et Woodward (1891). Pourtant, Alcock (1935) maintient que sur les rives de la rivière Restigouche à Campbellton, les Grès de Gaspé reposent sur les roches volcaniques du dévonien moyen. Par contre sur la carte géologique 612A de Campbellton (Alcock, 1930-31), l'affleurement des Grès de Gaspé semble bien reposer sur des couches volcaniques décrites et représentées comme étant d'âge dévonien inférieur.

En admettant que la roche sous-jacente volcanique soit d'âge dévonien inférieur, l'affleurement des Grès de Gaspé à Campbellton est si limité en extension latérale et en puissance qu'il est difficile de déterminer à quel horizon il se situe dans la série des Grès de Gaspé qui s'étend sur des centaines de kilomètres carrés et dont la puissance est estimée à plus de 3,000 mètres dans la Péninsule de Gaspé, tant dans la partie centrale que dans la région même de la baie de Gaspé.

Pour ce qui est de la série des Grès de Gaspé dans la Péninsule, l'opinion de Alcock (1935, p. 89) est que "la base des Grès de Gaspé marque le début du Dévonien moyen". Ce fut aussi l'opinion de Kindle (1938) et, en gros, McGerrigle (1950) se conforme à cette opinion. Kindle résume ainsi son opinion (cf. Alcock, 1935, p. 88): "La faune des Grès de Gaspé renferme certains éléments de la faune dévonienne primitive représentée par *Leptocoelia flabellites*, (Brachiopode), qui apparaît ailleurs dans le grès d'Oriskany, mais associés avec les formes plus anciennes du dévonien, on trouve des espèces du dévonien moyen comme *Microdon (Cypricardella) gregarius*, *Nuculites triquetrus* (Pélécytopodes) et d'autres individus de l'époque Hamilton. La faune est, par conséquent, considérée comme représentative de l'époque dévonienne moyenne, bien qu'elle renferme des restes de la faune dévonienne primitive".

Cooper (1942) a mis en doute l'identification des fossiles invertébrés faite par Clarke (1908 et 1909) et par Kindle (1938), surtout des Pélécy-podes d'âge Hamilton (dévonien moyen), pour conclure que les Grès de Gaspé étaient d'âge Schoharie, c'est-à-dire à peu près équivalents à l'Onondaga du dévonien inférieur tardif. Sur quoi, McGerrigle (1950, p. 95) conclut: « *Ainsi donc, n'ayant pas de raison valide pour ne pas accepter les identifications rapportées, nous devons référer les formations d'York River et de Battery Point au niveau stratigraphique de la formation de Hamilton, du Dévonien moyen. Ceci est fait d'après la loi établie de corrélation par voie de fossiles, à savoir que la valeur d'un certain nombre d'éléments nouveaux dans une faune est de beaucoup plus grande que la valeur d'une grande quantité de types persistants. D'où l'âge des formations en question, ou des « Grès de Gaspé » est l'âge de ses Mollusques et en particulier de ses Pélécy-podes et non pas des Brachiopodes persistants et caractéristiques de la formation Grande-Grève sous-jacente* ».

Boucot et Cumming (1954) soutiennent que les Brachiopodes, en particulier *Rennsaelaria*, de la partie inférieure des Grès de Gaspé, indiquent un âge dévonien inférieur (early Devonian age). De plus, la présence de *Monograptus nomerimus* et *M. gotlandicus* dans le membre 3 des calcaires de Gaspé (calcaires de Grande-Grève) sous-jacents, suggère que la base du système dévonien dans la région orientale de Gaspé devrait être placée plus haut qu'on ne l'a fait jusqu'ici dans la succession des formations de la Péninsule de Gaspé, de sorte que ce qui était dévonien moyen devient dévonien inférieur (tableau II).

L'opinion de Cumming et de Boucot est intéressante pour autant qu'elle s'appuie sur les Graptolites et qu'elle vieillit tout le système du dévonien de Gaspé. Elle n'emporte pas cependant l'assentiment total, car le principe que des espèces persistantes – reliques – d'un âge antérieur dans des horizons plus élevés n'ont pas grande valeur corrélatrice, demeure toujours impressionnant, même si Cumming (1959, 1961) retourne l'argument à son profit en s'appuyant et en citant Williams (1910, p. 691): « Williams, dit-il, s'opposait en principe à l'attribution par Clarke de la faune des Grès de Gaspé, à l'âge Hamilton et concluait: « *les espèces dominantes à affinités oriskaniennes offrent un témoignage beaucoup plus probant de l'âge de la faune que les espèces Hamilton qui, bien que plus nombreuses (sur la liste de la faune), sont pauvrement représentées au sein de la faune* ».

Il reste donc à espérer qu'on entreprenne un jour, dans la perspective de Shaw (1964) une analyse statistique de la "dérive" des Invertébrés depuis les calcaires de Grande-Grève sous-jacents jusque dans les Grès de Gaspé.

De toute façon, l'idée de vieillir tout le système dévonien de Gaspé est intéressante. Cumming (1959, 1961) a illustré cette idée dans un tableau (dont

l'essentiel est reproduit au tableau II) qui indique le dévonien inférieur récent pour la formation York River et de dévonien, sans plus de précision, pour la formation Battery Point. Il est évident que le tableau suggère pour la formation Battery Point un âge dévonien moyen ancien. Tout au moins, c'est l'expression que nous retenons, et que nous introduisons dans le tableau II, entre parenthèses.

Voyons maintenant si nous pouvons arriver à quelques précisions quant à l'âge des Grès de Gaspé en considérant la flore, des Invertébrés comme les Mérostomes (Euryptérides) et la faune ichthyologique.

TABLEAU II

Ce tableau résume les opinions de McGerrigle (1950) et de Cumming (1961) sur l'âge des Grès et des Calcaires de Gaspé avec les corrélations pour les autres formations de l'est de l'Amérique du Nord.

		MCGERRIGLE				CUMMING	
		étages	formations	puissance (en pieds)	corrélations (Est Am.Nord)		
DÉVONIEN	GASPÉ	sup. ou				?Portage	
	Grès	moyen	Malbaie	2,000	?Hamilton	Dév. moyen	
	de		Battery Pt.	5-7,000	Hamilton	Dév. moyen (ancien)	
	GASPÉ	moyen	York River	1-6,000	Hamilton		
		moyen	série		?Onondaga	Dév. inf. récent	
		ou inf.	York Lake	0-4,000	?Oriskaniens		
		Série	série de		?Onondaga		
			Fortin	0-5,000	?Oriskaniens		
		Calcaire	infé-	Grande-	2-4,500	Oriskaniens	Dév. inférieur
		de	rieur	Cap Bon-	1-6,000	Oriskaniens	
	GASPÉ		Ami				
			St-Alban	?160-		Silurien	
			Mont-Joli	3,000	Helderberg		

Note.—Dans le tableau de Cumming, on a précisé son expression "Dévonien moyen" pour la formation Battery Point (âge Hamilton) par "Dévonien moyen ancien". En vieillissant tout le système comme Cumming (et Boucot) l'ont fait, on s'aperçoit que la base du dévonien est placée plus haut par rapport à ce qui était admis pour les séries de Gaspé. Ainsi, les formations Cap Bon-Ami, St-Alban, et Mont-Joli ne sont plus du dévonien inférieur, mais du silurien supérieur qui se trouve placé plus haut.

LA FLORE

Dawson (1871) a bien souligné l'ancienneté de *Psilophyton*, une des plus primitives plantes vasculaires connues. Mais il est difficile de conclure à un âge inférieur plutôt que moyen à partir de ce seul témoignage. Le même raisonnement s'applique aux autres plantes fossiles des Grès de Gaspé, par exemple, *Protolepidodendron* Pot et Bern. (spécimens 642 et 643, provenant de l'Anse-à-Brillant) du dévonien inférieur et moyen (Emberger, 1960), et de *Drepanophycus* (Croft et Lang 1946) du dévonien inférieur et moyen également (spécimen NMC-11296, provenant de la zone 6A et associé avec une épine de *Climatius latispinosus* Whiteaves).

Les Mérostomes (Euryptérides)

Les Euryptérides sont connus depuis l'ordovicien, mais on les retrouve jusque dans le permio-carbonifère (Anthracolithique, au sens de Haug), ce qui ne peut guère aider à la détermination précise de l'âge des Grès de Gaspé. Il est vrai que *Pterygotus gaspensis* Russell (1952-53) est une grande forme à telson large et bien développé, type qui, en général, se situe entre l'Ordovicien moyen et le dévonien supérieur, encore que rare à l'ordovicien et plus fréquent au dévonien, alors que le genre *Eurypterus*, de petite taille et à telson lancéolé est plus fréquent à l'ordovicien moyen et dévonien inférieur. Cependant, il est présent, encore que plus rarement, jusqu'au carbonifère supérieur (Moore et Stormer, 1955). On peut en conclure que la probabilité est plus grande d'avoir affaire à l'âge du dévonien inférieur ou moyen qu'au dévonien supérieur.

LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

Si l'on considère maintenant la faune ichthyologique, on ne peut s'empêcher de constater une similarité frappante entre la faune de l'affleurement des Grès de Gaspé, à Campbellton, N.B., et celle de la présente collection qui provient des Grès de Gaspé de la région de la baie de Gaspé, en particulier de la formation Battery Point. La similarité est particulièrement frappante au niveau des taxa supérieurs. En effet, dans les deux cas, on y trouve des Acanthodiens, des Arthrodiens de l'ordre des Dolichothoraci et des Ostracodermes du type *Cephalaspis*.

Les Acanthodiens

Les Acanthodiens représentent le plus vieux groupe connu de Vertébrés à mâchoires. D'après Stensiö (1963, p. 12): « The Arthrodiens first appeared in the Upper Silurian and Downtonian (Acanthodians first appeared a bit earlier in the Silurian) ». Ces premiers Arthrodiens appartiennent aux ordres des Acanthothoraci et Radotinida (Gross, 1959). Dès le silurien, on trouve des épines de nageoires en abondance. Au dévonien inférieur, le groupe a déjà atteint

son sommet en nombre et en variété. *Climatius*, *Euthacanthus* et *Parexus* sont les représentants typiques de cet âge (Romer, 1966). Or, *Parexus* a des épines avec des côtes longitudinales ornementées comme celles de *Climatius latispinosus* Whiteaves. Au-delà du dévonien inférieur, ils sont relativement rares, encore qu'on en retrouve jusqu'au carbonifère. Trois espèces sont connues de la formation d'Escuminac du dévonien supérieur ancien: *Triazeugacanthus affinis* (Whiteaves) (Miles, 1966, pour *Homolacanthus a.*), *Homolacanthus concinnus* (Whiteaves) (Russell, 1951, pour *Acanthodes c.*) et *Diplacanthus horridus* (Woodward). Or, pour le moment, aucune de ces formes n'est connue dans les Grès de Gaspé.

Quant aux Acanthodiens, de Campbellton et de la baie de Gaspé, il ne s'agit pas seulement de similarité, mais même d'identité au niveau des genres et des espèces. C'est le cas en particulier pour *Climatius latispinosus* (Whiteaves), *Cheiracanthus costellatus* Traquair et *Mesacanthus semistriatus* (Woodward). On relève cependant *Machaeracanthus ? sulcatus* Newberry propre à la baie de Gaspé (Lankester, 1870; Dawson, 1871) tandis que *Gyracanthus incurvus* Traquair, *Protodus jexi* Woodward et *Doliodus problematicus* Woodward sont propres à l'affleurement de Campbellton (Gardiner, 1966). Cependant, de futures fouilles dans la région de Gaspé pourraient bien éliminer ces différences.

Les Ostracodermes: Osteotraci

Les deux espèces de *Cephalaspis* de Campbellton: *C. campbelltonensis* Whiteaves et *C. jexi* Traquair (*C. canadensis* Robertson et *C. acadica* Robertson sont des synonymes de *C. campbelltonensis* Whiteaves — cf. Denison 1952a) ou d'évolution avancée qui puisse suggérer des espèces d'un âge plus récent que la plupart des espèces de ce groupe qui sont du dévonien inférieur de Grande-Bretagne et du Spitzberg. Il est vrai que *C. jexi* est une forme tuberculée ce qui peut nous faire supposer avec raison que la couche superficielle de l'exosquelette est discontinue. Mais pour interpréter une telle discontinuité, on ne peut pas invoquer une régression marquée de la croissance de l'exosquelette pour conclure qu'une telle espèce est d'un âge plus récent que l'ensemble du groupe auquel elle appartient. D'ailleurs, plusieurs espèces tuberculées sont contemporaines d'espèces à couche superficielle continue et bien développée au dévonien inférieur de Grande-Bretagne et du Spitzberg. Par contre, une espèce comme *Cephalaspis laticeps* Traquair présente une telle régression de l'exosquelette que Orvig (1957) lui a donné un nouveau nom générique: *Escuminaspis laticeps* (Traquair). Or, justement, cette espèce est du dévonien supérieur ancien de la formation d'Escuminac (Québec, Canada). Quant aux autres espèces d'Escuminac, Denison (1952a) estime que *Cephalaspis patteni* Robertson — Robertson (1936) attribue alternativement cette espèce à Campbellton, puis

à Miguasha (Escuminac) (p. 295); Russel (1954) attribue aussi cette espèce à Campbellton, mais il est évident que cette espèce est d'Escuminac — est douteusement distincte de *Cephalaspis laticeps* Traquair. Quant à Orvig (1957) il suggère que *Cephalaspis rosamundae* Robertson peut être synonyme avec *Cephalaspis patteni* Robertson, de *Escuminaspis laticeps* (Traquair).

Les types de *Cephalaspis* des Grès de Gaspé, spécialement de la formation Battery Point, de la région de la baie de Gaspé, ne présentent également aucun caractère qui puisse suggérer un état d'évolution plus avancé que la moyenne des espèces du même groupe qui a vécu au Dévonien inférieur. C'est le cas de *Cephalaspis westolli* Russell dont l'exosquelette est épais, continu et bien développé et de *Cephalaspis dawsoni* Lankester pour autant qu'on en puisse juger extérieurement. *Cephalaspis lunata* n. sp. est, il est vrai, une forme tuberculée dont l'exosquelette a perdu un peu de sa couche superficielle, particulièrement entre les tubercules, mais l'état de régression est à peine plus marqué que celui de *Cephalaspis jexi* Traquair de Campbellton. De plus, sa forme générale ne présente aucun caractère qui puisse suggérer un état d'évolution plus avancé ou progressif. *Cephalaspis peninsulae* n. sp., pour autant qu'on en puisse juger par l'exosquelette des cornes et des bords latéraux, dont on a fait des coupes minces, ne montre pas de trace importante de régression osseuse dans l'exosquelette. Et il en est de même des autres espèces décrites dans cette collection.

Or les « *Cephalaspis* » ne sont connus que du dévonien inférieur (Dittonien) (cf. Stensiö, 1927, 1932, et Wängsjö, 1952 ; Denison, 1952, 1955, 1956). Wängsjö (1952) souligne que la série Red Bay du Spitzberg est caractérisée par un grand nombre d'espèces de *Cephalaspis* de types différents de celles qu'on rencontre dans la série Wood Bay plus récente, d'âge siegénien ou emsien du dévonien inférieur récent (la série Red Bay avec sa division Frankel Ridge serait d'âge dittonien, au plus d'âge d'owntonien supérieur et cela « as far down as the plant horizon »). Les *Cephalaspis* de la série Red Bay (division Frankel Ridge) plus ancienne que la série Wood Bay, ont en général, un bouclier céphalique plutôt étroit, un sinus pectoral également étroit et des cornes courtes ou longues, mais jamais larges. Or, si l'on considère les espèces des Grès de Gaspé, on n'arrive à rien de concluant à ce sujet. Par exemple, à Campbellton, *C. campbelletonensis* est conforme au type de la série Red Bay, mais *C. jexi* ne l'est pas. Dans la région de la baie de Gaspé, *C. westolli* et *C. peninsulae* sont conformes au type de la série Red Bay, tandis que *C. lunata*, *C. dawsoni* et *C. sydenhami* ne le sont pas.

Quant au problème de l'exosquelette, il est vrai que la régression de l'exosquelette, en particulier de la couche superficielle et jusqu'à un certain point de la couche moyenne, indiquée souvent par les formes à ornementation tuberculée, semble être davantage le cas des formes de la série Wood Bay, plus récente que de la série Red Bay (division Frankel Ridge) plus ancienne. Pour-

tant, il y a déjà de telles formes dans la division Frankel Ridge de la série Red Bay, v.g. *C. verruculosa* et *C. deltoïdes*. Par contre, dans la série Wood Bay plus récente, d'autres genres d'Osteotrachi ont une couche superficielle continue. Or, à Campbellton, *C. campbelltonensis* a une couche superficielle continue, tandis que *C. jexi*, du même gisement très limité, est une forme tuberculée, dont la couche superficielle est au moins discontinue si elle n'est pas complètement disparue. Dans la région de la baie de Gaspé, *C. westolli* et *C. peninsulae* ont une couche superficielle continue, tandis que *C. lunata*, une forme à gros tubercules, a perdu sa couche superficielle et même une bonne partie de sa couche moyenne. On ne peut donc tirer aucune conclusion quant à l'âge de la formation Battery Point à partir de la considération du développement de l'exosquelette. Nous souscrivons donc aux conclusions de Denison (1951) et de Wängsjö (1952) à savoir que l'exosquelette de formes géologiquement plus anciennes n'est pas plus développé que dans les formes plus récentes.

Arthrodires – Dolichothoraci

Phlyctaenaspis acadica (Whiteaves) et *P. atholi* n. sp. de Campbellton sont incontestablement des Dolichothoraci comme le sont aussi *Gaspeaspis cassivii* n. sp., *Quebecaspis russelli* n. sp., *Cartieraspis nigra* n. sp., et *Laurentaspis splendida* n. sp., de la formation Battery Point des Grès de Gaspé de la région de la baie de Gaspé.

Or les Dolichothoraci sont en général du dévonien inférieur. *Actinolepis* fait exception, car s'il est du dévonien inférieur au Spitzberg, on le retrouve dans le dévonien inférieur et moyen en Europe. Il faut signaler une autre exception : *Phlyctaenaspis sherwoodi* Denison du dévonien supérieur de New York. Mais justement, la présence d'une espèce aussi primitive à un tel niveau pousse Denison (1950) à expliquer que cette espèce aurait été séparée du « pool » commun, isolée dans une lagune, et n'aurait pas suivi l'évolution générale du groupe. Si Stensiö (1968) pense que cette espèce n'appartient pas au genre *Phlyctaenaspis*, on ne peut toutefois douter que ce soit un Dolichothoraci. De toutes façons, si l'explication de Denison est valable pour une espèce isolée, elle ne saurait l'être pour expliquer le grand nombre d'espèces appartenant au groupe des Dolichothoraci dans les Grès de Gaspé de la formation Battery Point.

Par ailleurs, aucune forme de Brachythoraci, comme des Coccostéomorphes similaires, par exemple, à *Plourdosteus canadensis* (Woodward) (Orvig, 1951, 1957, autrefois *Coccosteus canadensis* Woodward) de la formation d'Escuminac du dévonien supérieur ancien, n'a été trouvé dans les Grès de Gaspé. Dawson (1871) rapporte des plaques de *Coccosteus*, mais il est clair que cette détermination est inexacte quand on sait l'état embryonnaire où était la connaissance des Arthrodires à cette époque. Or, tous les Brachythoraci sont du dévo-

nien moyen et supérieur, à l'exception de *Gemuendenaspis* qui est du dévonien inférieur (Miles, 1962).

Un seul élément manque à ce tableau. On n'a relevé aucune trace d'Hétérostracés généralement associés aux Arthrodières, Céphalaspides et Acanthodiens, au dittonien (Ball et Dineley, 1961), et même déjà au downtownien. De toutes façons, la probabilité est grande pour que les Grès de Gaspé en général soient du dévonien inférieur récent ou du dévonien moyen ancien et, en particulier, que la formation York River plus ancienne soit du dévonien inférieur récent et que la formation Battery Point, plus récente, soit du dévonien moyen ancien. Une conclusion s'impose toutefois. Bien que la formation York River soit plus difficilement accessible que la formation Battery Point, il serait souhaitable de la fouiller systématiquement en vue d'y trouver des fossiles vertébrés inférieurs.

Étude écologique des Grès de Gaspé

L'étude écologique d'une faune n'est jamais facile. Elle l'est encore moins quand il s'agit d'étudier une faune fossile. De plus, une telle étude devient très difficile quand elle porte sur une faune d'âge paléozoïque, car alors on n'est jamais sûr d'avoir tous les éléments fauniques qui constituaient l'équilibre biologique; elle est pourtant davantage difficile quand cette faune fossile paléozoïque est une faune aquatique, car alors on est confronté avec l'épineux problème d'apprécier si l'eau était salée, saumâtre ou douce.

Si l'on considère les deux formations qui composent la plus grande partie des Grès de Gaspé, les formations York River et de Battery Point, en négligeant les séries locales et limitées de Fortin et de York Lake, que McGerrigle (1950) inclut dans la formation York River, on peut arriver à donner quelques détails sur les conditions qui ont prévalu lors du dépôt des sédiments de ces deux formations.

Pour la formation York River, McGerrigle (1950) a compilé dans une seule liste les listes d'Invertébrés fossiles de plusieurs auteurs, en particulier celles de Alcock (1935), Clarke (1908) et Kindle (1938). Cette liste comporte une trentaine de Brachiopodes, une trentaine de Pélécypodes, une douzaine de Gastéropodes et quelques représentants de Coelentérés, d'Echinodermes, d'Annélides et de Trilobites. Pour la formation Battery Point, la liste est réduite à trois Brachiopodes : *Lingula*, *Rennselaeria ovoïdes* et *Spirifer gaspensis* Billings et une dizaine de Pélécypodes. La comparaison de ces deux listes est déjà très significative. L'abondance d'Invertébrés trouvés dans la formation York River et connus pour vivre en eau salée, souligne le caractère marin de cette formation, tandis que leur réduction dramatique dans la formation Battery

Point montre, qu'à l'exception de quelques rares passages, le dépôt des sédiments de cette dernière formation ne s'est pas faite, tout au moins en milieu salé normal. Il n'est donc pas étonnant qu'on ait considéré la formation York River (cf. Williams, 1910 et Kindle, 1939, p. 29) « comme la zone de base, calcaireuse, marine et fossilifère des Grès de Gaspé. »

Considérons maintenant la faune de Vertébrés et d'Invertébrés comme les Euryptérides des Grès de Gaspé. Aucun Vertébré fossile n'a été signalé, ni aucun reste d'Euryptérides, dans la formation de York River. Au contraire, dans la formation Battery Point, on connaissait déjà par Logan (1853), Lankester (1870) et Dawson (1871) *Cephalaspis dawsoni* Lankester, des épines d'Acanthodiens comme *Ctenacanthus* (Sélacien) et *Maecharacanthus ?sulcatus* Newberry. Il faut ajouter maintenant *Cephalaspis westolli* Russell (1954) et *Phlyctaenaspis* (Dawson, 1871 parlait de plaques de *Cocosteus*, mais il faut dire qu'à cette époque notre connaissance des Arthrodières était très limitée). Enfin, l'Euryptéride *Pterygotus* (Dawson, 1871) a été décrit par Russell (1952) comme *P. gaspesiensis* Russell. La présente collection comporte de nombreuses épines d'Acanthodiens de genres et espèces décrits dans l'affleurement des Grès de Gaspé de Campbellton, Nouveau-Brunswick, des centaines de plaques d'Arthrodières du groupe des Dolichothoraci et d'autres espèces de « *Cephalaspis* » (au sens restreint).

Or pour les Osteotraci, on sait (Denison, 1956), que pour les plus primitifs du silurien, comme ceux des lits K₁ d'Oesell, ils vivaient dans une lagune marginale dans laquelle les eaux étaient probablement saumâtres. Les autres Osteotraci vivaient dans les eaux douces ou saumâtres des rivières ou des lacs. Mais au dévonien inférieur, le groupe, en particulier les *Cephalaspis* proprement dits (Denison, 1956), est présent dans des dépôts fluviaux comme ceux du Old Red de Podolia et d'Ecosse, le dittonien moyen d'Angleterre et du Pays de Galles et la série Wood Bay du Spitzberg (voir Stensiö, 1927, 1932, Wängsjö 1952). Les rares spécimens du dévonien moyen et supérieur semblent avoir persisté dans cet habitat.

Pour ce qui est des Arthrodières, en particulier les Dolichothoraci comme *Kujdanowiaspis* et *Phlyctaenaspis*, on peut dire qu'ils sont définitivement reliés à des sédiments qui se sont déposés en eau douce, particulièrement dès leur apparition, au gédinnien (Dittonien) et au siegénien inférieur (Denison, 1956), encore que dès le siegénien et l'emsien, ils soient aussi présents dans des sédiments de caractère marin. Au dévonien moyen et supérieur, on les trouve dans les deux habitats.

Quant à la présente collection, les spécimens qui proviennent de la formation Battery Point n'ont jamais été trouvés associés à un seul Invertébré, à l'exception de fragments d'Euryptérides. Toutefois, quelques plaques isolées de

petits Arthrodires ont été trouvés à l'Anse-à-Brillant associées avec de petits Brachiopodes (du genre de la super-famille des *Discinacea*), des *Lingula* et quelques rares Ostracodes et des fragments d'Euryptérides. De même, à Campbellton, *Cephalaspis campbelltonensis* Whiteaves et *C. jexi* Traquair et *Phlyctaenaspis acadica* Whiteaves sont associés avec d'abondants Ostracodes et quelques rares Gastéropodes (c'est le cas des spécimens RSM, nos, 1897-51-113, 123, 129, tandis que les quelques spécimens de la présente collection, qui proviennent de Campbellton (Atholville), ne sont associés avec aucun Invertébré sauf avec des fragments d'Euryptérides.

Donc, en général, l'habitat de la présente collection d'Arthrodires semble bien s'ajuster à l'habitat en eaux douces qu'on a signalé ailleurs dans le monde au niveau du dévonien inférieur récent. Par contre, certains spécimens de Campbellton et ceux de l'Anse-à-Brillant seraient plus caractéristiques d'un milieu marin marginal à eaux saumâtres tels qu'on les connaît déjà ailleurs au dévonien inférieur primitif.

La critique de l'habitat des Acanthodiens est encore plus délicate. Au silurien, les Acanthodiens sont limités à des « marine sediments, though marginal formations », (Denison, 1956), bien que déjà plusieurs d'entre eux vivaient aussi dans des eaux douces. Au dévonien moyen, les Acanthodiens ont atteint leur sommet en nombre et variété et forment un des groupes de Vertébrés les plus abondants des dépôts d'eau douce de cet âge. (Romer, 1966).

Dans la présente collection, les épines et les écailles d'Acanthodiens sont associées avec les Arthrodires et les Ostracodermes (Céphalaspides), particulièrement aux horizons de la zone 6A et dans le niveau « mudstone » à *Cephalaspis* de la zone 1 de D'Aiguillon. A Campbellton, les spécimens du Royal Scottish Museum et du British Museum (Nat. Hist.) comportent des épines d'Acanthodiens associées avec les *Cephalaspis* et *Phlyctaenaspis*, mais les spécimens de la présente collection, qui proviennent de schistes noirs à cassure conchoïdale, ne portent aucune trace d'Acanthodiens. En conséquence, on ne peut réellement pas tirer de conclusion solide quant à l'habitat ou à l'âge, en ce qui concerne les Acanthodiens.

Pour les Euryptérides, on peut dire avec Moore (1955), qu'ils vivaient dans des eaux douces ou saumâtres près des rivages et qu'occasionnellement ils visitaient la mer. Moore ajoute même: « *qu'avec leurs branchies bien protégées il est possible qu'ils aient été capables de passer de courts moments sur la terre ferme* ».

Ceci nous amène tout naturellement à considérer l'argument floristique, car s'il est évident que les Grès de Gaspé contiennent des plantes aquatiques comme l'algue *Prototaxites*, d'autres plantes sont incontestablement terrestres

comme *Psilophyton princeps* et *Lepidodendron*. Dans la formation York River, on a relevé la présence de ces deux dernières plantes seulement, tandis que dans la formation Battery Point on a relevé une douzaine (McGerrigle, 1950) de genres et espèces différents. Cette abondance et cette variété de plantes dans la formation Battery Point et leur rareté dans celle de York River ne laisse donc aucun doute sur les conditions notablement différentes qui ont régné lors du dépôt des sédiments de ces deux formations. A l'argument floristique, il faut ajouter la présence d'un lit mince de charbon, schisteux, qui a été signalé par Dawson (1871) et Clarke (1908, 1914) près de Tar Point (Pointe à Goudron) sur la rive sud de la baie de Gaspé, et que la gangue dans laquelle se trouve *Cephalaspis dawsoni* Lankester est constituée de schistes gris noir, bitumineux, feuilletés et tendres. De plus, nous avons nous-même trouvé un lit de charbon, schisteux, feuilleté à quelques 25 mètres au-dessus de l'horizon fossilifère de la zone 6A (figure 8). Or, le charbon, se forme à partir de débris organiques comme les plantes, dans des marais, ce qui suggère une déposition de sédiments en eau douce, un milieu de plaine d'alluvions. Dawson (1871), (aussi Clarke, 1908), a trouvé près de D'Aiguillon, des troncs de *Prototaxites* en place. Par contre, nous avons trouvé *Psilophyton*, en abondance dans des grès gris verdâtre à grains fins, une centaine de mètres sous le niveau de « mudstone » à *Cephalaspis* de Russell, à D'Aiguillon (zone 1). Or *Psilophyton* est une plante vasculaire (Emberger, 1960) primitive terrestre. Dawson (1871) signale aussi des troncs de *Prototaxites* en place. En conséquence, l'argument floristique suggère que le dépôt des sédiments de la formation Battery Point s'est faite en eau douce, dans une plaine d'alluvions qui a connu, près de la mer, quelques transgressions marines courtes et intermittentes.

Les arguments pétrographique et lithologique ne font que confirmer l'idée que la formation York River s'est surtout déposée en eau salée ou saumâtre dans des conditions probablement deltaïques, tandis que la formation Battery Point s'est déposée surtout en eau douce dans une plaine d'alluvions. En effet, (McGerrigle, 1950) la formation York River est, en général, plus argileuse que la formation Battery Point et les grès sont à grains plus fins, moins caillouteux et avec une stratification entrecoisée moins bien définie. Un plagioclase gris prédomine dans la formation York River, alors que dans la formation Battery Point le feldspath est une orthose variant de rouge brunâtre à couleur chair.

Pourtant, le désir d'opposer les deux formations pour en souligner les différences ne doit pas nous faire oublier que la réalité est plus complexe. Considérons par exemple, la formation Battery Point dans laquelle nous avons surtout travaillé.

A mon avis, la formation Battery Point présente deux séries d'indices qui suggèrent deux états différents des conditions qui ont prévalu lors de la déposition des sédiments. Ces deux états se rapportent aux régressions et transgressions

alternatives de la mer, mais où les temps de régressions ont été beaucoup plus longs et se sont accompagnés d'une érosion importante qui a permis la déposition des grès et des argiles dans les canaux, lacs et marais de la plaine d'alluvions.

La première série d'indices qui représente la plus grande partie de la formation et se rapporte aux temps de régression de la mer, comporte entre autres choses: des grès à grains fins et gros allant jusqu'à des passages caillouteux ou conglomératiques à cailloux arrondis; des restes abondants de nombreux genres et espèces de plantes; des « ripple-marks » (Clarke, 1908); quelques lits schisteux minces bitumineux, voire même de charbon; des bancs de grès à lits entrecroisés; des restes de Vertébrés fossiles, (*Cephalaspis*, Acanthodiens et Arthrodiens – Dolichothoraci) dont l'état fragmentaire (fragment de *Cephalaspis*, épines et écailles isolées d'Acanthodiens, plaques isolées de thorax et de toits craniens de Dolichothoraci) suggère qu'il y a eu des déplacements importants entre la mort de ces organismes et leur ensevelissement définitif; restes à peu près insignifiants d'Invertébrés marins; restes assez importants, encore que fragmentaires, d'Euryptérides; tout indique une plaine d'alluvions entrecoupée de rivières, lacs et marais à eau douce qui se remplissaient petit à petit de sédiments clastiques que l'érosion des plateaux de l'intérieur des terres fournissait en quantité plus ou moins considérable selon les caprices de la température, du soulèvement des plateaux de l'intérieur ou de l'affaissement du plateau continental de la mer.

La deuxième série d'indices comprend quelques rares lits minces de schistes argileux non feuilletés avec restes d'Invertébrés seulement, de Brachiopodes comme *Dalmanella* et *Lingula* ou des Pélécy-podes (aux zones 2 et 4), des Brachiopodes comme *Rennsaelaria ovoïdes* (à l'Anse-à-Brillant), ou avec restes d'Invertébrés marins associés avec des fragments d'Euryptérides et de Vertébrés comme à l'Anse-à-Brillant et à Campbellton (tout au moins pour une partie de l'affleurement). Ces lits minces suggèrent de courtes et intermittentes transgressions de la mer, territorialement très limitées à l'intérieur de la plaine d'alluvions.

L'étude écologique des Grès de Gaspé apporte donc des renseignements qui rejoignent des situations qu'on a observées dans de nombreuses formations paléozoïques d'âge à peu près équivalent, sur des territoires souvent très éloignés les uns des autres. Cependant, même si la probabilité est grande que des associations de faunes similaires se retrouvent dans des milieux écologiques également similaires, ce serait un cercle vicieux que d'invoquer uniquement tantôt la similarité de milieu pour conclure à une faune similaire, tantôt la similarité de la faune pour conclure à une similarité de milieu. C'est pourquoi, il fallait aussi présenter les arguments d'ordre floristique, pétrographique et lithologique pour établir le type de milieu écologique qui a existé lors de la formation des Grès de Gaspé.

Après cela, il est frappant de constater des situations similaires, ou tout au moins analogues. Ainsi, Waterlot (1966), dans son étude sur les Gigantotraccés du siluro-dévonien du Liévin, conclut que les schistes de psammites forment un ensemble comparable aux « passages-beds » du gédinnien inférieur, du dowtonien de Grande-Bretagne où la faune marine franche cède la place à des formes plus littorales avec *Lingula minima*, *Modiolopsis complanata*, *Pterygotus* et poissons ostracodermes.

Mais une étude écologique vraiment concluante suppose une analyse détaillée des strates géologiques et de l'établissement d'une colonne géologique précise. Une telle étude est encore à faire pour les Grès de Gaspé en général, et pour la formation de Battery Point, en particulier. De plus, il semble bien y avoir un problème de vocabulaire. Il faudrait bien savoir ce que l'on veut dire par plaine d'alluvions avec cours d'eau, lacs et marais et par delta avec lagunes et baies ouvertes sur la mer (Emery et Stevenson, 1957). C'est ainsi qu'on peut croire que c'est une difficulté de vocabulaire qui amènent Ball et Dineley (1951) dans leur étude sur Brown Clee Hill, à différer d'opinion avec Denison; « *Despite the evidence adduced by Denison for the marine origin of the Dowtonian Castile sandstone, the lithology, fauna and flora of the sandstone are strongly indicative of fresh-water or brackish deltaic conditions; whilst the siltstones and shales are brackish, with rare marine incursions* ».

Enfin, le problème de l'évaluation de la salinité de l'eau est très délicat, surtout si les indices pétrographiques sûrs, comme la présence de gypse, font défaut et qu'on n'a plus que la faune sur laquelle s'appuyer pour faire une telle évaluation.

Au Canada par exemple, dans l'est du Québec, du côté de l'Atlantique par conséquent, on trouve un saumon, appelé familièrement « Ouananiche » qui ne vit que dans les eaux douces des cours d'eau de la Côte Nord du fleuve Saint-Laurent. Or, Legendre (1966-67) a montré que ce saumon est identique au saumon de l'Atlantique, *Salmo salar* qui, lui, vit dans la mer, bien qu'il remonte sa rivière d'origine pour y frayer. Ces deux saumons sont interféconds. Les différences de couleur sont seulement saisonnières.

D'après Legendre toujours, c'est la « Ouananiche » qui est la forme la plus primitive tandis que le saumon qui migre à la mer pour y passer la plus grande partie de sa vie a acquis cette adaptation tardivement au cours de l'évolution. En conséquence, nous sommes ici, en présence de deux populations d'une même espèce, dont une ne vit que dans l'eau douce, la « Ouananiche », et l'autre qui vit une bonne partie de sa vie dans la mer, mais revient frayer dans sa rivière d'eau douce d'origine. Il y a là une adaptation d'importance qui pourrait bien indiquer qu'une de ces deux populations est en voie de spéciation. On voit que la fossilisation de ces deux populations poserait de réelles difficultés aux

paléontologistes de demain pour déterminer leur milieu de vie en essayant de concilier des données qui seraient différentes.

Nous espérons que ces exemples suffiront pour montrer la difficulté qu'il y a à décrire le milieu écologique d'une faune fossile aquatique d'âge paléozoïque et souligner l'importance de l'étude de cas de sédimentation moderne et appliquer un « uniformitarianisme » prudent comme le rappelle Ager (1963).

En conséquence, nos conclusions sur l'écologie des formations York River et Battery Point qui composent la majeure partie des Grès de Gaspé, demeurent provisoires. Mais les données sur lesquelles elles reposent sont là, même si elles sont incomplètes. Il faut espérer qu'elles soient complétées un jour afin d'obtenir une image plus fidèle du milieu qui a existé à l'époque du dépôt de ces sédiments.

Références

- ALCOCK, F.J., 1935. Géologie de la région de la Baie des Chaleurs. *Mém. Comm. géol. Can.*, **183**:1-165.
- ALCOCK, F.J., 1939. Geological map of the Maritime Provinces. Map 910A, Geological Survey of Canada.
- ALCOCK, F.J., 1941. Geological map 621A, Campbellton, Restigouche County, N.B. Geological Survey of Canada.
- BALL, H.W. and D.L. DINELEY, 1961. The old red sandstone of Brown Clee Hill and the adjacent area. I- Stratigraphy. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. Geology*, **5**(7):175-310.
- BOUCOT, A.J. and L.M. CUMMING, 1954. Contribution to the age of Gaspé Sandstone. *Bull. geol. Soc. Am.*, **64**:1397.
- BOUCOT, T.A.J. *et al.*, 1960. A late silurian fauna from the Sutherland River formation, Devon Island. *Bull. geol. Surv. Canada*, **65**:1-51.
- CLARKE, J.M., 1908. Early Devonian history of New York and Eastern North America. *Mem. N.Y. St. Mus.*, **9**, vol. 1 and 2.
- CLARKE, J.M., 1914. Dalhousie et la Péninsule de Gaspé. Livret-Guide no 1. Excursion dans la Province de Québec et les Provinces Maritimes, Première Partie, Ministère des Mines, Canada: 90-125.
- COOPER, G.A., 1942. Correlation of the devonian sedimentary formations of North America. *Bull. geol. Soc. Am.*, **53**:1729-1794.
- CUMMING, L.M., 1959. Silurian and lower devonian formations in the eastern part of Gaspé Peninsula, Québec. *Mem. geol. Surv. Canada*, **304**:1-45.
- CUMMING, L.M., 1961. Formations du silurien et du dévonien inférieur dans l'est de la Péninsule de Gaspé, Québec. *Mém. Comm. géol. Canada*, **304**:1-47.
- DAWSON, J.W., 1871. The fossil plants of the devonian and upper silurian formations of Canada. *Geol. Surv. Can.*, 1-92, 20 pl.

- DENISON, R.H., 1951. Evolution and classification of the Osteostraci. The exoskeleton of early Osteostraci. *Fieldiana, Geol.*, **11** (3) et (4).
- DENISON, R.H., 1952a. Types and figured specimens of fossil fishes in the Patten collection, Dartmouth College Museum. *Am. Midl. Nat.*, **48** (1):161-164.
- DENISON, R.H., 1952b. Early devonian fishes from Utah. Part I-Osteostraci. *Fieldiana, Geol.*, **11** (6).
- DENISON, R.H., 1955. Early devonian Vertebrates from the Knoydart formation of Nova Scotia. *Fieldiana, Geol.*, **37**: 449-464.
- DENISON, R.H., 1956. A review of the habitat of the earliest Vertebrates. *Fieldiana, Geol.*, **11** no 8:359-457.
- EMBERGER, L., 1960. Les végétaux vasculaires. Traité de botanique, t. II, par M. Chade-faud, et L. Emberger, Paris, Masson.
- EMERY, K.O. and R.E. STEVENSON, 1957. Estuaries and lagoons, ch. 23, Treatise on marine ecology and paleoecology, vol. I - Ecology. *Mem. geol. Soc. Am.*, 67:p. 673.
- GARDINER, B.G., 1966. Catalogue of Canadian fossil fishes. *Contr. Life Sci. Div. r. Ont. Mus.*, **68**:154.
- GROSS, W., 1959. Arthrodiren aus dem Obersilur der Prager Mulde. *Palaeontographica*, **113**, Abt.A:1-35.
- KINDLE, E.M., 1938. The correlation of certain devonian faunas of Eastern and Western Gaspé. *Bull. Am. Paleont.*, **24**, no. 82: 35-86.
- LANKESTER, R.E., 1870. On a new *Cephalaspis* discovered in America. *Geol. Mag.*, no. LXXV, 7:397-398.
- LEGENDRE, V., 1966-67. Le Saumon d'eau douce du Québec. *Bull. Tourisme, Chasse et Pêche* (Ministère du Tourisme, de la chasse et de la pêche, Québec), août-sept. 1966, pp. 25-27; oct.-nov., 1966, pp. 9-12 et déc. 1966-janv. 1967, pp. 33-35.
- LOGAN, W.E., 1863. Géologie du Canada. Commission géologique du Canada, Rapport des opérations jusqu'à 1863, Rapport 50.
- MCGERRIGLE, H.W., 1950. La géologie de l'est de Québec. Québec, Ministère des Mines, Rapport **35**:1-174.
- MCGERRIGLE, H.W., 1950. Carte 662 — Dartmouth River Sheet
Carte 663 — Gaspé Sheet (Eastern Part of Gaspé)
Carte 665 — Malbaie Sheet (Eastern of Gaspé).
- MCGERRIGLE, H.W., 1953. Carte 1000 — Gaspé Peninsula. *Geol. Surv. Canada*.
- MILES, R.S., 1962. "*Gemundenaspis*" n. gen., an Arthrodiran fish from the lower devonian Hunsrückschiefer of Germany. *Trans. r. Soc. Edinb.*, **65**, (3):59-77.
- MOORE, R.C., C.G. LALICKER and A.G. FISCHER, 1952. Invertebrate fossils. McGraw-Hill, 766 pages.
- ORVIG, T., 1957. Remarks on the vertebrate fauna of the lower upper devonian of Escuminac Bay, P.Q., Canada, with special reference to the Porolepiforms Crossopterygians. *Ark. Zool. ser. 2*, **10** (6):367-426.
- ROBERTSON, G.M., 1936. New Cephalaspids from Canada. *Am. J. Sci.*, **31**:288-295.
- ROMER, A.S. 1966. Vertebrate paleontology, 3rd ed., Univ. Chicago Press: 1-468.

- RUSSELL, L.S., 1947. A new locality for fossil fishes and Eurypterids in the middle devonian of Gaspé, Québec. *Contr. r. Ont. Mus. Palaeont.*, **12**:1-6.
- RUSSELL, L.S., 1952-53. A new species of Eurypterid from the devonian of Gaspé. *Bull. natn. Mus. Canada*, **132**:83-91.
- RUSSELL, L.S., 1954. A new species of *Cephalaspis* from the devonian Gaspé Sandstone at D'Aiguillon. *Naturaliste can.*, **81**, (12):245-254.
- SHAW, A.B., 1964. Time and stratigraphy. McGraw-Hill, 1-365.
- STENSIÖ, E., 1927. The downtonian and devonian vertebrates of Spitsbergen. Part I — Family *Cephalaspidae*. *Skrifter om Svalbard og Nordishavet*, **12**:1-391.
- STENSIÖ, E., 1932. The Cephalaspids of Great Britain. *Br. Mus. nat. Hist.* 1-220.
- STENSIÖ, E., 1963. Anatomical studies of the Arthrodiran head. Part I. *K. svenska Vetensk. Akad. Handl.*, ser. 4, **9** (2):1-19.
- TRAQUAIR, R.H., 1893. Notes on the devonian fishes of Campbellton and Scaumenac Bay in Canada. *Geol. Mag.*, Dec. 3, **10**:145-149.
- WÄNGSJÖ, G., 1952. The downtonian and devonian Vertebrates of Spitzbergen. 9 - Morphologie and systematic studies of the Spitsbergen Cephalaspids. Results of Th. Vogt's expedition 1928 and the English-Norwegian-Swedish expedition 1939. *Oslo, Norsk Polarinst., Skr.*, no 97, A.-Text.:1-611; B-Plates:41 et 117 pl.
- WATERLOT, G., 1966. Les Gigantotraccés du siluro-dévonien de Liévin. *Mém. Soc. géol. Nord* (Lille), T. 14.
- WATERSTON, C.D., 1954. Catalogue of type and figures specimens of fossil fishes and amphibians in the Royal *Scottish Museum*, Edinburg. *Trans. Edinb. geol. Soc.*, **16**, part I: x-91.
- WHITEAVES, J.F., 1881. On some fossil Fishes, Crustacea and Mollusca from the devonian rocks of Campbellton, N.B., with descriptions of five new species. *Canadian Naturalist. N.S.*, **10** (2): 93-101.
- WHITEAVES, J.F., (1888) 1889. Illustrations of the fossil Fishes of the devonian rocks of Canada (1-Scaumenac Bay; 2-Campbellton). Part II. *Trans. r. Soc. Canada.*, (1888), section **4**:77-96.
- WILLIAMS, H.S., 1910. Age of the Gaspé Sandstones. *Bull. geol. Soc. Am.*, **20**:688-698.
- WOODWARD, H., 1891. Catalogue of the fossil fishes in the British Museum (Nat. Hist.). Part II - London.

Note de la rédaction

L'article qui suit, traitant de l'apport de Léon Provancher à la botanique, est le dernier tribut payé au fondateur du *Naturaliste canadien* dans ces éditions du Centenaire. Cette excellente analyse des docteurs Rousseau et Boivin auraient normalement dû paraître dans notre édition spéciale consacrée à la botanique (volume 95, numéro 1), mais par suite de circonstances imprévues, nous avons dû en différer la parution.

LA CONTRIBUTION À LA SCIENCE DE LA
« FLORE CANADIENNE » DE PROVANCHER

JACQUES ROUSSEAU et BERNARD BOIVIN

*Centre d'Études Nordiques, Université Laval
Institut Botanique, Ministère de l'Agriculture, Ottawa*

Résumé

Sept projets de Flore du Canada s'élaborent dans le troisième quart du siècle dernier; deux projets se termineront par la publication d'une liste ou catalogue, seul Provancher conduira son projet à terme. *La Flore canadienne* de Provancher a-t-elle bénéficié de l'intérêt mérité? Asa Gray l'a jugée sévèrement et la plupart des botanistes professionnels l'ont suivi. Après avoir étudié méthodiquement cet ouvrage, ses sources bibliographiques, ses nouveaux taxons (genres, espèces et variétés), la méthode descriptive de l'auteur, sa connaissance des plantes dans la nature, les auteurs du présent travail situent cette oeuvre dans le monde botanique d'alors et concluent que cette *Flore*, si imparfaite soit-elle, avait une valeur bien supérieure à celle qu'on lui attribue et qu'elle se compare avantageusement aux ouvrages du même genre ayant paru à la même époque, ceux d'Asa Gray y compris.

Abstract

Seven Flora of Canada projects take shape in the third quarter of the last century. Two will be downgraded to a list or catalogue, only Provancher's project will come to its full term. Did Provancher's *Flore canadienne* receive the consideration it ought to have had? Asa Gray was rather critical of it and the professional botanists have usually followed it. After a through study of the work (its bibliographical sources, the descriptive method of the author, his knowledge of plants in nature, and a careful analysis of the new taxa of genera, species and varieties proposed in his *Flore*, the authors of the present paper compare Provancher's book with those published about the same time by well known botanists and conclude that the *Flore canadienne*, with all of its imperfections, had a much higher value than that generally attributed to it, and that it can be compared favourably with the floras published at the same time in the United States, including Gray's own works.

Dès le début de la colonie, des hommes de science se sont penchés sur la flore de la Nouvelle-France et les ouvrages d'ensemble parurent tôt. En 1635,

Contribution no 670, Institut Botanique, Service des Recherches, Ministère de l'Agriculture, Ottawa.

Jacques Cornuti publie le *Canadensium Plantarum Historia*¹. Un siècle après, en supplément de son *Histoire et description générale de la Nouvelle-France* (1744), Charlevoix présente une *Description des plantes principales de l'Amérique septentrionale*, dont une partie est une traduction de la Flore de Cornuti, émondée des passages difficiles et des éléments à rejeter. On s'explique que Charlevoix soit en progrès sur le médecin herboriste, qui avait connu ses plantes dans les cultures du Jardin Royal, tandis que l'historien jésuite, qui avait séjourné au Canada, les avait vues dans la nature et au surplus pouvait compter sur d'autres sources; car Michel Sarrazin et Jean-François Gauthier, médecins du roi, avaient fait un excellent travail au Canada. Linné aurait eu avantage à consulter Charlevoix, dont l'ouvrage parut sept ans avant le *Species plantarum*. Dans le champ du savoir, il est normal de tabler sur l'acquis du passé. On ne peut et on ne doit pas toujours tout recommencer à neuf. Chaque échelon de la science suppose une étude critique de l'oeuvre des devanciers et la retenue des éléments valables. La connaissance se fait par additions et la floristique n'échappe pas à cette règle. Charlevoix devait donc faire une large place à Cornuti, comme il sera normal que tous les systématistes subséquents considèrent avec attention la minutieuse accumulation du passé.

Avant Charlevoix, vers 1710, Sébastien Vaillant, du Jardin Royal des Plantes de Paris, avait rédigé un *Catalogue des plantes du Canada*, basé sur les cueillettes de Michel Sarrazin, mais resté inédit, comme la *Flore* de Jean-François Gauthier, écrite en 1749, et renfermant des commentaires du comte de la Galissonnière².

Pehr Kalm, visitant le Saint-Laurent la même année, prépara, si l'on en croit des historiens, un *Flora canadensis* qui aurait été détruit, pense-t-on, dans l'incendie de l'Université d'Abo (Finlande). Linné, qui a consulté des documents de Kalm, promet cet ouvrage dans le *Species plantarum* (1753) mais il est douteux qu'un manuscrit du *Flora canadensis* ait jamais été rédigé. D'ailleurs, Kalm lui-même, dans le récit de son voyage en Amérique (1753), mentionne qu'il réserve ses descriptions pour un *Flora canadensis* ou un autre ouvrage de ce genre³. Toutefois, on peut retracer tous les éléments d'un tel ouvrage, dispersés dans son journal inédit, retrouvé en Finlande il y a quelques années⁴.

Ces ouvrages, — publiés ou inédits —, ne pouvaient guère servir à l'amateur après 1753, alors que Charles Linné propose aux botanistes du monde une nomenclature nouvelle, très pratique, qui fit reléguer aux oubliettes les ouvrages des devanciers, malgré leur abondante documentation, qui ne devenait pas périmée pour cela.

Un explorateur français, André Michaux⁵, que la Révolution de 1789 riva quelques années au continent américain, profita de son séjour forcé pour se rendre dans les parages de la baie d'Hudson, passant par le Saint-Laurent, le Saguenay, le lac Mistassini. Son *Flora boreali-americana*, publié en 1803, englobe la somme de ses connaissances (et celles de Louis-Claude Richard) sur le nord-

est de l'Amérique. Également à retenir, parmi les principaux auteurs de l'époque, Friedrich Pursh⁵ (*Flora Americae septentrionalis*, 1814), qui mourut et fut inhumé à Montréal en 1820, Amos Eaton (*Manual of botany of North America*, huit éditions entre 1817 et 1841), Thomas Nuttall (*The genera of North American plants and a catalogue of the species to the year 1817*, 2 vol. 1818. — *The North American Sylva*, 1842-54), William P. Barton (*A Flora of North America*, 1820-23), William Hooker (*Flora boreali-americana*, 1829-40)⁵, John Torrey et Asa Gray (*A Flora of North America*, 1838-43), Asa Gray (*A manual of the botany of the Northern United States*, 1848, 3e édition, 1858), Alfonso Wood, dont l'ouvrage (*A class-book of botany*) connut de très nombreuses éditions, notamment en 1845, 1847, 1848, 1855, 1861, 1873⁶.

LA PUBLICATION DE LA FLORE DE PROVANCHER

Ces ouvrages, en anglais ou en latin, et sur lesquels reposait presque entièrement la connaissance de notre végétation, restaient inaccessibles à la majorité des Canadiens-français, quand parut en 1863 la *Flore canadienne*⁷ de l'abbé Léon Provancher, curé de Portneuf (1820-1892). En 1859, il avait entrepris des démarches auprès du gouvernement du Canada pour obtenir des subsides facilitant la publication de l'ouvrage, projeté l'année précédente.³²

Vers la même époque, l'abbé Ovide Brunet (1826-1876), du séminaire de Québec, mais qui avait le titre de professeur de botanique à l'Université Laval, prépara plusieurs études floristiques élaborées, mais seuls de très courts travaux parurent⁸. A noter toutefois ses *Éléments de botanique et de physiologie végétale* (1870), qui renferment un abrégé de la flore du Québec comportant des aspects inédits. Toutefois, l'ouvrage ne semble pas avoir joué dans l'enseignement le rôle qu'il méritait. C'est qu'un autre, publié un an plus tard par un sulpicien français, établi au Canada, eut la faveur des institutions. Ce *Cours élémentaire de botanique et flore du Canada* (1871, réédité en 1885), de J. Moyen, p.s.s., fut longtemps utilisé dans l'enseignement secondaire et, jusqu'aux environs de 1935, demeura le manuel de botanique et la flore des étudiants de l'École de pharmacie de Montréal.

Indépendamment du Canada français, les milieux anglo-canadiens, grâce à l'impulsion de George Lawson, se mirent aussi de la partie. Professeur de chimie et de botanique à l'Université Queen's de Kingston, il prépara une *Flore* du pays, commencée apparemment en 1860, et dont le texte est suffisamment avancé en 1864 pour être présenté à une réunion scientifique. L'ouvrage ne fut jamais publié, mais on en a conservé le manuscrit⁹. En 1861, Hincks publie un *Specimen of a Flora of Canada* dans le *Canadian Journal*, ouvrage dont il continue la rédaction, mais qui ne sera jamais publié. A.P. Watt, dans une lettre du 5 décembre 1864, conservée dans les archives de Queen's University, en fait état.

En 1867, paraît le *Catalogue of the Flowering Plants and Ferns Indigenous to, or naturalized in Canada* de J. Hubbard. La dernière page de l'ouvrage annonce un *Handbook of the Canadian Flora* qui ne vit jamais le jour. Enfin, entre 1883 et 1890, le *Catalogue of Canadian plants* de John Macoun est à la disposition des botanistes. Cet ouvrage, déjà sur le métier depuis 1861, représentait une étape vers la préparation d'une flore qui n'aura pas de lendemain¹⁰.

Plusieurs de ces tentatives sont donc antérieures à la lettre de Hooker, de février 1861, publiée dans le second fascicule des *Annals of the Botanical Society of Canada*, paru avant la fin de juillet 1861, suivant les comptes de la société conservés dans les archives de Queen's University.

En outre, A.P. Watt semble avoir écrit en 1864 à un certain nombre de botanistes, dont A.T. Drummond, Lawson, l'abbé Brunet, Saunders, et autres, pour leur demander leurs listes locales de plantes, en vue de la préparation d'un catalogue, qui ne verra jamais le jour. Toutefois, nous savons par Macoun que Watt, en 1869, travaillait encore à son *Botany of Canada*. De tous les projets donc, seul celui de Provancher sera conduit à terme.

Toutefois, malgré cette apparente floraison d'ouvrages floristiques au XIX^e siècle, la *Flore* de Provancher resta le vade-mecum des amateurs canadiens-français, sauf emploi exceptionnel du *Gray's Manual*, que nous révéla le frère Marie-Victorin. Et ceci se continua jusqu'à la publication de la *Flore-manuel de la province de Québec*, par le père Louis-Marie, en 1931, et celle de la *Flore laurentienne*, du F. Marie-Victorin en 1935. Donc, pendant au-delà de 70 ans, la *Flore canadienne* de Provancher resta indispensable chez nous.

Dire qu'elle fut accueillie partout sans réserves serait exagérer. Asa Gray y voit surtout une compilation, un grief qui sera analysé moins sommairement plus loin. Les illustrations lui sont familières, écrit-il : « The wood cuts, over 400 in number, which illustrate the orders, and which here appear in such novel guise with their French environment, are every one taken from *Gray's Botanical Text Book*, except five of the ferns from the *Manual*, a preference which speaks more of the good taste of the Abbé than does the omission to mention the source »¹¹. Assurément, l'acte de Provancher n'est pas défendable. Il aurait dû solliciter la permission, mais pas un instant il ne s'était rendu compte de l'indélicatesse du procédé. D'ailleurs, lui-même, dans une lettre à Asa Gray, publiée dans le *Naturaliste Canadien* il y a quelques années¹², en faisait ingénument part au botaniste américain. N'oublions pas qu'avant 1900 les « emprunts » aux autres étaient jugés moins sévèrement et que la notion de propriété littéraire fit lentement son chemin. On peut même se demander si cette notion a réellement pris racine chez nos contemporains, tant sont fréquents à notre époque de prolifération littéraire, — même dans les thèses et mémoires sérieux, — l'utilisation sans crédit approprié des bibliographies raisonnées, les démarcages, parfois les longues citations sans indication d'auteurs ni guillemets.

CE QU'EST LA « FLORE CANADIENNE »

Qu'est-ce que la *Flore* de Provancher ? Certes, et cela est normal, en partie une compilation des connaissances antérieures, et les sources seront analysées plus bas, mais aussi des additions nouvelles. On ne peut comparer le nombre d'espèces traitées par Provancher avec celui des *Flores* de Wood et de Gray, qui couvrent des zones bioclimatiques plus étendues, mais les listes de Lawson et de Hubert peuvent servir de barème. La liste de Lawson, arrêtée en 1864, après la publication de la *Flore de Provancher*, compte 1488 vasculaires, contre 1188 (espèces spontanées) chez ce dernier auteur. Compte tenu du fait que l'aire de Lawson est plus considérable, sa flore devrait contenir 1800 espèces pour être au diapason avec celle de Provancher. La liste de Hubert, de 1867, avec ses 1547 espèces pour un territoire comparable à celui de Provancher, mais avec quatre années d'études de plus, permet de juger favorablement ce dernier.

En limitant l'analyse aux Renonculacées, il sera plus facile de comparer l'oeuvre de Provancher aux grands travaux de l'époque et de porter un jugement. Les grandes lignes de la systématique de cette famille sont déjà fixées dès 1840 et depuis, dans la région étudiée, les seules espèces qui ont pu s'ajouter sont surtout de plantes introduites. Hooker, en 1823, dans la *Flora boreali-americana*, mentionne 73 espèces de cette famille dont 33 pour le Canada, compris dans le même sens que Provancher. L'oeuvre de Hooker se base surtout sur les spécimens reçus des explorateurs et de ses nombreux correspondants. Torrey et Gray, dans la *Flora of North America* de 1838, reconnaissent 39 espèces pour le Canada, et Macoun, pour sa part, dans son *Catalogue* de 1883, 40 espèces. L'*Énumération des plantes du Canada* (Nat. can., 93 : 584-591, 1966) de Bernard Boivin²⁰ n'en a que 41 pour le Canada tel que compris par Provancher. Or ce dernier, en 1863, en citait 35 espèces; soit quatre de moins que Torrey & Gray, en 1838. En effet, Provancher omet *Thalictrum anemonoides*, *Anemone narcissiflora*, *Caltha natans*, *Aquilegia brevistylis*. Sauf pour le *Thalictrum*, ces soustractions sont justifiées. Le choix d'espèces de Provancher constitue donc un progrès sur Torrey & Gray.

Provancher a délibérément inclus plus de 500 espèces cultivées, dont certaines connues uniquement par le commerce. A la page VI de l'introduction, il justifie cette décision. D'ailleurs, aucune confusion n'est possible, puisque ces espèces se distinguent au moyen d'une croix de Malte. Ce n'est pas le seul auteur à agir ainsi. Par exemple, la *Flore* de Louis-Marie, celle de Wood. La *Flore laurentienne* de Marie-Victorin les cite en notes.

Les lacunes, il va de soi, sont nombreuses. On ne pouvait, il y a un siècle, connaître la flore laurentienne comme aujourd'hui. Ainsi, le curé de Portneuf ne semble guère avoir herborisé sur les grèves estuariennes, si riches en aval

de son village. La zone intercotidale y compte de nombreux endémiques, comme le *Gentiana Victorinii*, que Jacques Rousseau a récolté à Neuville, à quelques milles de sa cure et au surplus extrêmement abondant à Cap-Rouge, la localité classique. On ne saurait en faire grief à Provancher. Dans l'état de la connaissance de la flore à l'époque, les champs, les forêts rapportaient tellement d'éléments nouveaux qu'on ne se penchait guère sur des habitats restreints, comme ceux de l'estuaire, qui ne se sont révélés prometteurs que beaucoup plus tard, quand on eut avancé davantage l'exploration des grandes étendues au-dessus de la berge. Pehr Kalm, qui voyagea sur le Saint-Laurent en 1749, n'a pas non plus trouvé aucun de ces éléments intercotidaux. Notons aussi qu'à l'époque, le *Gentiana Victorinii* n'aurait sûrement pas été considéré comme une espèce distincte. On l'assimilait alors au *Gentiana serrata*, un nom que ne connaissait probablement pas Provancher, car les ouvrages de Wood et de Gray, entre 1847 et 1861, ne le mentionnent pas. Il est donc probable qu'il l'ait confondu avec le *Gentiana crinita*, également de la section des Crossopétalées, mais néanmoins fort différent. Et puis, si Provancher avait cueilli la plante dans la section estuarienne, où elle ne fleurit guère qu'une semaine en août, il aurait probablement indiqué, comme il l'a fait pour tant d'espèces, une localité précise.

Les descriptions de Provancher sont parfois tirées d'autres auteurs, sans mise au point, comme le font tous les taxonomistes quand ils n'ont pas de matériel à leur disposition; mais, règle générale, elles sont deux fois plus longues que celles d'Asa Gray. La technique descriptive de Provancher est celle des meilleurs floristes : l'auteur tient compte des descriptions antérieures, les modifie en fonction de son expérience et y ajoute des observations de son cru. Ainsi par exemple, celle des pousses nouvelles du *Rosa blanda* (p. 172), qui correspond bien à la réalité, mais qu'on ne trouve apparemment pas ailleurs. Par ses descriptions, le travail de Provancher se compare favorablement à ceux de ses contemporains. Elles ne sont pas inférieures à celles de Gray et fréquemment tirent leurs éléments des plantes vivantes, quand Asa Gray était strictement un homme d'herbier.

Les clés analytiques font défaut chez Gray et à ce point de vue, Wood, qui a introduit en Amérique ce moyen d'identification, lui est bien supérieur. A ce titre, Provancher l'emporte nettement sur tous ses contemporains d'Amérique, mais ses clés s'arrêtent au genre, alors que Wood, après 1861, nous conduit souvent à l'espèce³³.

Faut-il reprocher à Provancher l'aire de distribution imprécise de beaucoup de ses plantes ? Pourtant, il apporte beaucoup plus de précision que Gray, qui s'en tient à des généralités. Ainsi, dans l'édition de 1858 du *Gray's Manual*, ce dernier auteur mentionne 54 Renonculacées, dont 8 désignées comme boréales, 28 méridionales et 18 sans distribution. Provancher, pour sa part, cite 33 espèces pour le Canada. Dans tous les cas, il délimite mieux l'aire et au sur-

plus indique des points précis du Québec, dont il a vu les spécimens ou au moins des listes de plantes récoltées. Parfois même il a relevé des localités précises dans Torrey & Gray (par exemple, Montréal, Anticosti) ou dans Hooker (lac Huron, lac Simcoe, etc.). Règle générale, il n'omet aucune de celles que donnent les auteurs mentionnés dans l'introduction de sa *Flore*.

Mais rien ne viendra des inventaires locaux, publiés à cette époque par ses collègues anglo-canadiens, et qui lui auraient permis de compléter l'aire des espèces. George Lawson a déjà publié quelques petits travaux sur la flore canadienne, mais c'est surtout autour du *Botanical Society of Canada*, dont il est le principal instigateur en 1860, que se manifeste l'activité de ces amateurs. Ces listes furent surtout les suivantes :

- 1859: Récoltes de Holmes à Montréal. Liste publiée par Barnston.
- 1854, 1861, 1862: Liste de Logie (région de Hamilton).
- 1861: Drummond (Kingston).
- 1858, 1860, 1862: Billings (Prescott, Ontario).
- 1861: D'Urban (Argenteuil, Québec).
- 1861: Bell (lac Supérieur). Liste publiée par Billings.
- 1861: Richardson (Anticosti et Labrador). Liste publiée par Billings.
- 1857: Bell (Saguenay).
- 1858, 1859, 1860: Bell (Gaspésie, etc.).
- 1861: Hincks (*Specimen of flora*).

Un relevé de ces listes, — ce que Macoun fit pour son *Catalogue* (1883-90) —, aurait grandement amélioré les distributions et l'utilité de la *Flore* de Provancher. Voici, pour en donner une idée, quelques renseignements relatifs aux Renonculacées et tirés de ces listes.

Holmes, en 1859, cite 20 Renonculacées pour Montréal, quand dans Provancher, une seule espèce est spécifiquement attribuée à cette île. Cette dernière, *Ranunculus rhomboideus*, représente d'ailleurs une addition à la liste de Holmes. Par contre, ce dernier aurait pu contribuer à la *Flore* de Provancher une espèce additionnelle, *Ranunculus delphinifolius* (une addition justifiée) et 19 autres localités précises.

Logie, de 1854 à 1862, mentionne 21 Renonculacées pour Hamilton; Provancher, aucune. Deux espèces de Logie auraient constitué des additions à la *Flore* de Provancher, *Thalictrum anemonoides* (une addition justifiée) et *Ranunculus pusillus* (sans doute une identification erronée).

Billings, de 1858 à 1862, mentionne 21 Renonculacées pour Prescott; Provancher, 4, dont une addition, *Ranunculus reptans*. Par contre, les listes de Billings auraient ajouté une espèce à la *Flore* de Provancher, *Delphinium Consolidida* (probablement *D. Ajacis*), et 17 autres précisions de localités.

On doit donc s'étonner que Provancher, malgré son isolement, et dans des conditions aussi défavorables, ait pu produire une flore de cette qualité. Sa principale faiblesse, c'est donc l'ignorance de toutes ces menues publications, obscures aujourd'hui, mais la perspective n'était pas la même alors. Plusieurs de ces articles, en effet, ont été publiés dans les *Annals of the Botanical Society of Canada*, le principal centre de publications floristiques du temps, et qui ne comptait pas moins de 136 souscripteurs, un nombre important à l'époque.

A cela s'ajoute son manque de perspective en nomenclature, qui lui laisse adopter plusieurs pratiques déjà désuètes. Ainsi, il lui arrive, mais exceptionnellement, de citer des combinaisons prélinnéennes, par exemple, *Thalictrum canadense* Cornut (*sic*, pour Cornuti), *Acer canadense* Duham., *Linnaea* Gron., *Linnaea borealis* Gron. La coutume veut que l'on ne remonte pas au-delà de la parution du « *Species plantarum* » en 1753. Aussi, tous les anciens binômes retenus par Linné sont aujourd'hui accompagnés de son nom à titre d'auteur. En citant *Linnaea borealis* L., on a donc habituellement l'impression que Linné lui-même a donné son nom à une plante. Ce manque d'observance rigoureuse des règles de nomenclature, chez Provancher, ne lui est pas propre et on en trouvera des exemples jusqu'au début du siècle au moins.

Les concepts phytogéographiques de l'auteur ne correspondent pas à la réalité. Nous ne saurions les juger aujourd'hui avec les connaissances acquises depuis. On ne connaissait rien de la flore des États-Unis au-delà du Mississipi. Tout comme Alphonso Wood pouvait croire que son manuel serait utile jusqu'aux Rocheuses, de même Provancher pouvait penser que la flore de l'ouest du Canada ne serait qu'une continuation de celle de l'est. Aussi, après avoir délimité le territoire dont il veut décrire les espèces, et qui va du Labrador au lac Érié, ajoute-t-il : « Cependant, en jetant un coup d'oeil attentif sur la carte de l'Amérique du Nord, il est facile de comprendre qu'on peut ranger dans les mêmes limites, comme ne différant pas assez sous le rapport du climat pour imprimer un caractère différent aux plantes qu'ils produisent, toutes les provinces anglaises du golfe, les états du Maine, du Vermont, du New Hampshire, du Massachussets, les trois quarts de celui de New York et le territoire du Nord-ouest jusqu'aux Montagnes Rocheuses »¹³. Marie-Victorin n'a pas manqué de signaler que Provancher, en 1862, ignorait et devait ignorer que la flore du Canada comprend plusieurs domaines absolument distincts entre eux¹⁴.

La science se fait par minuscules additions, et depuis la publication de la *Flore canadienne*, il s'est écoulé plus de cent ans, pendant lesquels d'abondantes équipes de chercheurs se sont mises à l'oeuvre. Provancher lui-même est conscient des limites et lacunes de son ouvrage. Il n'avait à sa « disposition, ni le temps, ni les matériaux pour faire une oeuvre véritablement digne de ce nom ». Contrairement aux auteurs des autres *Flores*, qui ont pu bénéficier de la collaboration de correspondants, « pour nous il en a été tout autrement; nous avons

été abandonnés à peu près à nos seules lumières »¹⁵. A peine peut-il citer les noms de quatre personnes qui lui ont communiqué des précisions sur la distribution de quelques plantes : le notaire Auguste Delisle, de Montréal, dont l'ex-emplaire annoté de la *Flore* de Provancher est conservé à l'Institut botanique de l'Université de Montréal, le juge Roy, de la Malbaie, l'abbé Ferland, professeur d'histoire à l'Université Laval, qui fit jadis un voyage sur la Côte-Nord, dont il rapporta des spécimens, enfin, Mgr Horan, évêque de Kingston. Aucun contact avec George Lawson, de l'université de cette dernière ville, mais cette institution est presbytérienne et on n'en est pas encore à l'oecuménisme. Pourquoi s'en étonner ? L'abbé Léon Provancher et l'abbé Ovide Brunet ne sont-ils pas tous les deux des prêtres catholiques, du même diocèse, et tous deux botanistes ? Sans doute, Provancher citera Brunet à l'occasion, mais uniquement pour le prendre à parti quand il a découvert dans ses opuscules des opinions fautives.

LES SOURCES DE PROVANCHER

L'auteur de la *Flore canadienne* nous renseigne avec précision sur les sources de son ouvrage. A part ses propres récoltes, il a reçu des renseignements des quatre personnes énumérées ci-dessus. « Pour le reste, écrit-il, nous nous sommes servi de quelques rares articles de journaux canadiens et des ouvrages des botanistes américains, Torrey, Gray, Nuttall, Wood, Carey, Flint, Sullivant, Browne, et de la [sic] *Flora Boreali-americana* de Sir W. Walker Hooker, de celles de Michaux, Pursh, etc., retranchant, ajoutant, corrigeant, etc., suivant que nos observations et la confrontation avec des spécimens vivants ou pris dans notre herbier nous suggéraient de faire »¹⁶.

On peut croire que son intérêt pour la flore québécoise se développa très tôt. Son ouvrage mentionne, pour diverses plantes, des localités, telles que Nicolet, où il fut étudiant de 1834 à 1844, l'île Verte, dont il occupa la cure de 1852 à 1854. C'est à cette dernière époque ou peu avant qu'il commença à se procurer les livres nécessaires à l'étude des plantes. Dans son *Excursion aux climats tropicaux*¹⁷, il déclare qu'il était curé quand il put se procurer ces livres. Ceci nous situe donc à 1848, date de sa première cure, à Saint-Victor de Tring, ou peu après.

Il faut prendre au pied de la lettre les sources mentionnées dans sa préface. Il est étrange qu'il n'ait pas eu de contact avec les Anglo-canadiens, très actifs vers 1860, à Montréal comme à Kingston. A ce dernier endroit, George Lawson, le premier botaniste professionnel du Canada, venu d'Edimbourg, fait en quelque sorte figure de chef d'école. Tous ces amateurs, qui sont énumérés plus haut, récoltent beaucoup et publient souvent des listes de leurs trouvailles. Mais Provancher n'en sait rien et ne semble avoir eu aucun contact avec eux. Aurait-il connu leur oeuvre, qu'il l'aurait sûrement mentionnée, comme celle des collègues américains.

Nous devons donc en conclure que l'oeuvre botanique du curé de Portneuf est surtout le résultat d'un effort personnel, individuel. Comme les localités qu'il cite sont surtout celles de ses propres récoltes, il semble évident qu'il a cherché à établir par lui-même, et pratiquement sans aide, le contenu exact de la flore du Canada. Or, à l'échelle des connaissances de l'époque, il y a largement réussi. Et cela nous semble aujourd'hui un véritable tour de force !

Il a cependant lu avec soin et exploité avec intelligence les livres qu'il possédait et dont il mentionne les auteurs. Point besoin d'élaborer sur Hooker, Torrey, Gray, Pursh, Michaux, Nuttall et Wood. Carey est l'auteur du traité des *Salix*, *Populus* et *Carex* du *Gray's Manual*. William Sullivant, le père de la bryologie américaine, a plusieurs ouvrages à son crédit. Daniel J. Browne a publié à Boston, en 1832, un gros ouvrage de 408 pages, intitulé *The Sylva americana*. Il serait aussi l'auteur d'un *Trees of America*, un ouvrage de 520 pages publié en 1846, mais que ne cite pas Pritzel, ni le catalogue du British Museum, et que nous n'avons jamais vu. Le titre complet, d'ailleurs, laisse supposer un ouvrage populaire. De Flint, a paru à Boston en 1859 un manuel consacré aux Graminées. Ce sont là toutes ses sources.

Sans aucun doute, le *Class-book* de Wood et le *Gray's Manual* furent parmi ses auxiliaires importants. Du *Gray's Manual*, il a paru jusqu'ici huit éditions, en 1848, 1856, 1859, 1863, 1867, 1890, 1908, 1950¹⁸. La deuxième édition diffère considérablement de la première, la troisième, à peine de la seconde. Tout probablement, Provancher a fréquenté la première édition de 1848, puis soit la deuxième ou la troisième.

Le *Class-book of Botany* de Wood¹⁸, parut d'abord en 1845. Révisé en 1847, il est réimprimé fréquemment, au point que l'ouvrage cité par Pritzel, en serait à sa 41^e édition en 1855. Ce chiffre, évidemment, comprend les divers tirages faits avec les mêmes plombs. Apparemment, Provancher a utilisé l'édition de 1847 et peut-être celle de 1861. Celle de 1873, qui sera citée à la suite, est également une réimpression sans changement de celle de 1861. Dans l'édition de 1847, les clefs des genres sont assez primitives mais nettement plus claires que celles du *Synopsis* de Gray. Wood, comme Provancher, n'a pas de clefs d'espèces. Les espèces cultivées sont placées à la fin de chaque genre et des artifices typographiques particuliers (numéro plus rapproché de la marge, description terminée par un signe particulier) permettent d'éviter toute confusion. Comme chez Gray, les descriptions très souvent consistent en une très courte diagnose, séparée d'un complément de description par l'aire de distribution. Fréquemment, il fait un effort pour donner une idée de l'aspect général de la plante, ce que néglige Gray. Dans l'édition de 1861, les clefs des genres sont améliorées et apparaissent des clefs rudimentaires des espèces. Au surplus, l'auteur cherche à donner une meilleure idée de la plante sur le terrain.

Nous ignorons le contenu de la bibliothèque de Provancher; mais il semble bien qu'il a pris contact avec le *Class-book* de Wood dès l'édition de 1847. Il en a connu également une autre des environs de 1855, puisqu'il écrit dans l'introduction (p.V) de son *Traité élémentaire de botanique*, datée de septembre 1858: « Nos voisins de l'Union américaine ont publié des traités élémentaires qui se sont rendus en moins de douze ans jusqu'à leur quarantième édition ». C'est évidemment une allusion à Wood, dont la quarante-et-unième édition, suivant Pritzel, serait de 1855.

Chez Provancher, comme chez Wood, les espèces cultivées sont habituellement à la fin du traité du genre; les noms sont en petites capitales et les descriptions accompagnées d'une croix de Malte. Influence sans doute de Wood; mais dans la *Flore canadienne* les descriptions sont plus riches et conçues suivant un ordre plus rigoureux.

LES NOMS NOUVEAUX DE GENRES ET D'ESPÈCES

Simple amateur et débutant en 1862, Léon Provancher n'en a pas moins laissé sa marque dans la nomenclature botanique. Il est bien probable qu'il ne connaissait la nomenclature que d'une manière empirique. Connaissait-il même le *Philosophia botanica* de Linné (1751 et éditions subséquentes)? La première édition du *Code international de nomenclature botanique* ne devait paraître qu'en 1867. Quelques genres et espèces reçoivent de lui des noms nouveaux, qui toutefois ne tiennent pas compte de cette tradition qu'il ignore et qui, en réalité, ne devait s'imposer rigoureusement aux botanistes qu'avec le *Code* de Vienne en 1905. Certains nouveaux noms de Provancher ne sont pas ceux d'espèces récemment distinguées et ne prétendent pas remplacer des vocables invalides, mais veulent simplement se substituer à ceux qui lui déplaisent. Ce critère, fort heureusement, est condamné pour des raisons pratiques.

Provancher lui-même justifie ainsi ses changements: « Le lecteur pourra remarquer que nous n'avons usé de cette liberté de changer les noms que dans une mesure tout à fait restreinte, lorsque, par exemple, un nom devenait impropre par rapport à nous ou qu'il semblait n'avoir aucune relation avec ce qu'il devait représenter. Ainsi, page 28, nous avons substitué le nom spécifique *Americana* à celui d'*Advena* qui était un contre-sens pour nous, en parlant du Nénuphar; page 166, en parlant du Cerisier, le nom spécifique de *Pensylvanie* a été remplacé par celui de *Canada* qui lui convient beaucoup mieux; page 286, au lieu de *Sureau pubescent*, nous avons mis *Sureau de montagne* qui le qualifie si bien; page 291, nous avons changé le nom du genre *Mitchella* en celui de *Perdicesca* (*Perdisque*) dont l'étimologie a quelque chose de plus rationnel et dont la prononciation n'a rien d'effrayant pour des oreilles françaises »¹⁹.

C'est habituellement ce passage de l'introduction de la *Flore* que l'on cite comme témoin de la fantaisie de Provancher, mais personne, semble-t-il, n'a

entrepris le relevé systématique de ses innovations taxonomiques. Le voici, sans toutefois prétendre qu'il soit complet. Peut-être faudrait-il y ajouter d'autres éléments, car les deux listes qui suivent ne comprennent pas les plantes cultivées et la plupart des éléments introduits. Cette dernière étude reste à faire. Dans la liste des genres et espèces, la pagination entre parenthèses réfère à celle de la *Flore* de Provancher; le second nom de chaque paragraphe est celui que rejette l'auteur.

Nuphar americana Prov. (p. 28) au lieu de *Nuphar advena* (Soland.) R.Br. On a vu plus haut les raisons données par Provancher pour justifier le nouveau nom. Ce dernier a failli s'imposer. En effet, on ne distinguait pas autrefois le véritable *Nuphar advena*, — poussant au sud de la frontière du Québec et dans la péninsule ontarienne (Niagara et peut-être London), — de l'espèce affine de notre flore à laquelle il a fallu donner le plus ancien nom valide, *Nuphar variegatum* Engelm. de 1866. *Nuphar americana*, substitut délibéré pour un nom légitime plus ancien et de même rang, est donc illégitime. Si Provancher n'avait pas indiqué la raison de son changement ni donné la synonymie, *N. americana* serait typifié par la plante du lac Saint-Joachim, qu'il cite, et serait devenu le nom correct de la plante.

Cerasus canadensis Prov. (p. 166) au lieu de *Cerasus pensylvanica* (L.f.) Loisel., ce dernier nommé aujourd'hui *Prunus pensylvanica* L.f. Même s'il fallait diviser le *Prunus pensylvanica* en deux espèces, le nom de Provancher serait à rejeter parce qu'il y a déjà un *Cerasus canadensis* Lois. plus ancien.

Sambucus montana Prov. (p. 286) pour *Sambucus pubens* Michx., ce dernier étant un nom valide aujourd'hui (raisons du changement données plus haut). L'espoir de reprendre le nom de Provancher est vain. A cause de la raison donnée pour le justifier, le nom proposé est nettement illégitime.

Perdicesca Prov. (p. 291). Nom générique pour remplacer *Mitchella* L. et *Perdicesca repens* (L.) Prov. pour remplacer *Mitchella repens* L. (Raisons du changement données plus haut).

Les noms précités étaient les seuls dont parlait Provancher dans son introduction et les seuls exemples de ses fantaisies que l'on cite à l'occasion, fantaisies qui ne lui sont pas propres toutefois. L'ouvrage renfermait cependant les noms nouveaux suivants.

Thapsia barbinode (Michx) Prov. (p. 268). Transfert basé sur le *Ligusticum barbinode* Michx, inconnu de l'*Index Kewensis* et de Mathias et Constance, dans leur monographie. La graphie de Provancher est fautive : il faut écrire *barbinodis*. Aujourd'hui, toutes les espèces américaines de *Thapsia*, sont placées dans d'autres genres. Toutes les mentions de la présence au Canada du *Thapsium*

barbinode (Michx.) Nutt., sauf à Pointe-aux-Pins, se sont avérées fautives, étant basées sur des spécimens de *Zizia aurea* (L.) W.J. Koch. Le spécimen de Provancher n'a pas été examiné (Voir aussi plus loin les variétés nouvelles de *Thapsia cordata*).

Aster borealis Prov. (p. 308) pour *A. laxifolius* Nees var. *borealis* T. & G., Fl. N. Am. 2:138. 1841, dont la synonymie complète comprend *A. Franklinianus* Rydb., Bull. Torr. bot. Club, 37:141. 1910.; *A. junciformis* Rydb., Bull. Torr. bot. Club, 37:141. 1910.; *A. junceus* auctorum. — Les auteurs anciens désignaient cette espèce sous le nom d'*A. laxifolius* Nees, Gen. Sp. Ast. 69. 1839. *Aster borealis* (T. & G.) Prov. a été repris récemment par Bernard Boivin²⁰. En 1884 dans son Syn.Fl. 1,1:188, Asa Gray fait remarquer que le matériel de Nees appartenait plutôt à l'*A. paniculatus* (*A. simplex*) et il propose d'appeler cette espèce *A. junceus* Aiton, Hort. Kew. 3:204. Gray fait aussi remarquer que le matériel indigène d'Aiton était une récolte d'Halbgren à Halifax. Notons immédiatement que l'*A. junceus* est inconnu en Nouvelle-Écosse sauf dans l'Île du Cap-Breton. Que ce fait ait échappé à Asa Gray est sans doute dû au petit nombre de spécimens de chaque espèce dans les herbiers de l'époque. En 1910 Rydberg dans une étude sur la flore des Rocheuses subdivise l'*A. junceus* en trois espèces, savoir: *A. junceus* pour les plantes de l'est, *A. junciformis* pour celles de l'ouest et *A. Franklinianus* pour les plantes du Nord-ouest. En même temps, Rydberg discute de l'*A. borealis* et le typifie par la récolte de Mme Percival à Québec, c'est-à-dire dans le sens de l'*A. junceus* des flores de l'époque. En 1941, L.H. Shinnars, Am. Midl. Nat. 26:411-412, 1941 fit remarquer que l'*A. junceus* d'Aiton correspondait mal à son usage courant et que le type en était extralimital. Il remplaça ce nom par *A. junciformis*. Les auteurs subséquents ont généralement adopté l'opinion de Shinnars et l'*Aster junciformis* est maintenant d'usage courant pour désigner collectivement les trois ségrégats de Rydberg. Nous souscrivons à cette manière de voir, sauf que l'*A. borealis* nous paraît être le nom correct parce que plus ancien.

Eriophthalmia Prov. (p. 337) pour *Erechtites* Raf. et *Eriophthalmia hieracifolia* (L.) Prov. pour *Erechtites hieracifolia* (L.) Raf. de 1837, ce dernier valide.

Campanula canadensis Prov. (p. 357) pour la forme ordinaire du *Campanula rotundifolia* L. du fleuve Saint-Laurent que Provancher décrit au moyen de spécimens observés dans la nature. S'il fallait fragmenter le *Campanula rotundifolia* en plusieurs espèces, comme le font des auteurs, le binôme de Provancher serait à retenir.

Pinus alba canadensis Prov. (p. 554) pour *Pinus Strobus* L. Provancher ne justifie pas ce choix, qui n'implique d'ailleurs que la reprise d'un nom prélinnéen. On retrouve des tentatives semblables chez plusieurs auteurs jusqu'aux environs de 1900. Le nom de Provancher ne peut qu'être cité à la synonymie.

Abies americana Prov. (p. 556) pour *Abies Fraseri* Lindl., dont le nom correct toutefois est *Abies Fraseri* (Pursh) Poir. Cette dernière espèce, poussant aux États-Unis, de la Virginie au Tennessee, ne croît pas au Canada et son nom, qui remonte à Pursh (1814) est toujours valide. D'autre part, il existait déjà un *Abies americana* (Mx.) Wood, de 1847, tout aussi ignoré et qui est synonyme de *Larix laricina*, de sorte que le nom créé par Provancher est illégitime à titre d'homonyme plus récent.

Tsuga canadensis Prov. (p. 556) pour *Abies canadensis* Michx., et dont le nom correct aujourd'hui est *Tsuga canadensis* (L.) Carr. Carrière avait fait valablement le transfert en 1855, sept ans avant Provancher. Son nom devient donc un homonyme et doublet. Dans sa description de l'espèce, Provancher relève une inexactitude de l'abbé Ovide Brunet, qui fait croire la pruche au voisinage de la baie d'Hudson, dans son étude du voyage d'André Michaux. Le passage auquel Brunet faisait allusion n'a pas été retrouvé. Par contre, le journal de route de Michaux, en date du 2 août 1792, à la Malbaie, renferme celui-ci: « Le *Juglans oblonga* cesse ici [à la Malbaie] ainsi que l'*Abies canadensis* ». D'ailleurs, la nomenclature ancienne des Gymnospermes est des plus compliquée et, dans son journal de route, Michaux employait souvent des synonymes et des noms fantaisistes. Même si nous avons trouvé dans le journal la mention de l'*Abies canadensis*, parmi les plantes du voisinage de la baie d'Hudson, cela ne signifierait pas qu'il faille l'identifier à la pruche. L'étude du contexte s'imposerait, en s'aidant du *Flora boreali-americana* de Michaux, et de son herbier, conservé au Muséum National d'Histoire naturelle, de Paris.

Rupestrina Prov. et *Rupestrina pubescens* Prov. (p. 689) pour *Avena mollis* Michx, espèce connue maintenant sous le nom de *Trisetum spicatum* (L.) Richter. Le genre *Trisetum* Pers., date de 1805, et l'épithète spécifique remonte à Linné (1753).

Elymus ampliculmis (p. 706) pour *Elymus mollis* Trin. (1821). Le nom est une création superflue de Provancher, donc illégitime.

LES NOMS NOUVEAUX DE VARIÉTÉS

Les noms de variétés et formes des plantes horticoles, mentionnés dans l'ouvrage de Provancher, n'ont jamais fait l'objet d'étude et seront omis de ce chapitre où seules seront considérées les plantes spontanées. L'étude des variétés horticoles reste donc à faire.

A la lecture de l'ouvrage, nous ne sommes guère avancés; les épithètes des variétés, en effet, sont tantôt accompagnées des noms d'auteur, tantôt pas. Ainsi *Thalictrum dioicum* L. α *purpurascens* DC, d'une part, et *Acer saccharinum* L. α *nigrum* d'autre part, et l'on sait que ce dernier nom est une création de

Torrey & Gray. Cette pratique était généralement suivie par Alphonso Wood, même pour les noms de variétés dont il était l'auteur²¹. On comprend donc que Provancher se soit conformé à son principal modèle. D'ailleurs si Wood n'indiquait pas les auteurs, la maigre bibliothèque de Provancher n'aurait pu toujours lui fournir la réponse. Dans certains cas aussi, Provancher se contente d'annoncer la variété nouvelle au moyen d'une description, non accompagnée d'une épithète variétale. Pour cette raison, toutes les nouvelles variétés de Provancher, avec ou sans qualificatif variétal, ou tous les noms susceptibles, à la simple lecture, d'être des variétés de Provancher seront cités à la suite, compte tenu toutefois de l'absence des noms de variétés horticoles et peut-être aussi d'espèces introduites. Parfois nous nous contenterons de signaler le cas sans le résoudre.

Ranunculus affinis R. Br. α (p. 10). Description d'une variété nouvelle innommée, qui remonte à Hooker et repose sur le *R. affinis* Br.; aujourd'hui l'équivalent de *R. pedatifidus* Sm. var. *leiocarpus* (Trautv.) Fern.

Ranunculus recurvatus Poir. α (p. 11). Description d'une variété nouvelle innommée, qui correspond probablement à *R. recurvatus* f. *laevicaulis* Harger ex Weatherby.

Nuphar americana Prov. α *tomentosa* Nutt. (p. 29). Basé sur *Nuphar tomentosum* Nutt., publié comme synonyme par Torrey & Gray, Fl. N. Am., 1:58, 1838. Ces auteurs acceptent alors le *N. advena* β *tomentosa*, qu'il faut citer var. *tomentosum* T. & G., car on ne peut transférer un nom qui n'a pas été validement publié. Le nom de la variété ne pourrait être cité var. *tomentosum* (Nutt.) T. & G., ni var. *tomentosum* Nutt., mais var. *tomentosum* (T. & G.) Prov., car Nuttall n'a jamais eu l'intention de décrire une telle variété. Contrairement à ce que semblent croire Torrey & Gray et Provancher, le genre du mot *Nuphar* est neutre.

Fumaria officinalis L. α *diffusa* (p. 38). Sans doute une variété nouvelle, *F. officinalis* var. *diffusa* Prov., qui n'est pas mentionnée dans la monographie de Pugsley. Peut-être une simple forme écologique. Le spécimen-type se trouve probablement dans l'Herbier Provancher, au Petit Séminaire de Québec.

Turritis glabra L. α (p. 45). Variété de l'*Arabis glabra* (L.) Bernh. Variété décrite, mais innommée, qui apparaît d'abord chez Torrey & Gray, Fl. N. Amer., 1:78, 1838, également sans épithète. On ne la retrouve plus dans les ouvrages de Wood ou de Gray. Elle disparaît après Provancher pour revenir dans Gray (Syn. Fl., 1,1:163, 1895), à titre de synonyme d'*Arabis confinis* (= *Arabis Drummondii*).

Sisymbrium canescens Nutt. α et β . (p. 50). Variétés décrites, mais innommées. *S. canescens* α provient sans doute de T. & G., Fl. N. Am., 1:92,

1838 et le var. β semble du même ouvrage. Le var. α est ici la phase typique de l'espèce. Le var. β semble disparaître par la suite sans laisser de trace. On l'avait proposé pour désigner une variété étatsunienne.

Draba incana L. α *glabriuscula* (p. 55). Variété d'Asa Gray que Fernald renvoie à la synonymie du *Draba arabisans*.

Acer saccharinum L. α *nigrum* (p. 106). Variété de Torrey & Gray à laquelle on donne le plus souvent un rang spécifique: *Acer nigrum* Michx.

Acer rubrum Michx α . (pp. 106-107). Feuilles plus petites, trilobées. Variété innommée. Probablement basé sur *Acer rubrum* β *tridens* Wood, 1861, devenu *Acer rubrum* f. *tridens* (Wood) Boivin, Nat. can. 93:432, 1966. *Acer carolinianum* Walt. ne serait qu'un synonyme de ce dernier. Le nom *Acer rubrum* δ *trilobum* T. & G. ex K. Koch 1853, que l'on cite parfois pour cette variété, serait un nom illégitime d'après Elbert L. Little (Check list, 1953).

Rubus villosus Ait. α *humifusus* (p. 185). Variété de Torrey & Gray. Basionyme du *Rubus Baileyanus* Britton, 1894. Boivin le reconnaît dans l'*Énumération des plantes du Canada*, sous le nom de *R. flagellaris* W. var. *humifusus* (T. & G.) Boivin, pour quelques localités ontariennes des Grands Lacs.

Rubus villosus Ait. β *frondosus* (p. 185). Espèce de Bigelow réduite au rang de variété par Torrey: var. *frondosus* (Bigel.) Torrey. Cette variété réapparaît dans l'*Énumération des plantes du Canada* de Boivin, sous le nom de *R. pensilvanicus* Poirer var. *villosus* (Bigel.) Boivin, pour désigner un taxon distribué depuis la Nouvelle-Écosse jusqu'aux Grands Lacs et qui englobe les *R. bellobatus* Bailey, *R. heterophyllus* W. et *R. Victorinii* Bailey, de la Flore laurentienne.

Epilobium spicatum Lam. α (p. 216). Variété décrite, mais innommée. Albino de l'*E. angustifolium* L., connu aujourd'hui sous le nom de f. *albiflorum* (Dum.) Hausskn.

Epilobium alpinum L. α *nutans* (p. 217). C'est l'*E. alpinum* var. *nutans* (Hornem.) Lehm. in Hook. 1834.

Epilobium alpinum L. β *majus* (p. 217). Variété décrite par Fries dans *Nov. Fl. Suec. Mant.*, 2:20, 1839. Dans *Rhodora*, (11:147, 1909), Moore renvoie à la synonymie d'*E. alpinum* le nom de cette variété, qui correspond à *Epilobium Hornemannii* Reich. Britton & Brown font remonter l'épithète de var. *majus* à Asa Gray, 1867.

Muriophyllum verticillatum L. α *spicatum* (p. 223). Ce transfert, *M. verticillatum* var. *spicatum* (L.) Prov. semble nouveau. Schindler n'en fait pas mention.

Decodon verticillatum Ell. α *pubescens* (p. 226). Variété de Torrey & Gray, 1840. C'est la phase typique de l'espèce.

Thapsia cordata Nutt. Equivalent de *Zizia cordata* (Walt.) DC. ou *Z. aptera* (Gray) Fernald, introduit occasionnellement dans le Québec et que Provancher cite pour le Mont-Royal. (p. 268). Une variété innommée à fleurs pourpre foncé. Il s'agit d'un type prairéal, localisé en quelques points dans l'est. Boivin ne le connaît que pour le Nomingue, dans le Québec, et la localité notée par Provancher (Mont-Royal) repose probablement sur une erreur d'identification.) Le var. α , mentionné par Provancher, correspond au *Thapsium trifoliatum* (L.) Gray, taxon souvent mentionné pour le Canada, mais à tort sans doute, car les spécimens qui pourraient en faire foi appartiennent au *Zizia aptera* (Gray) Fern.

Sambucus montana Prov. α *arborescens* (p. 286). Transfert de Provancher qu'il faudra citer *Sambucus montana* var. *arborescens* (T. & G) Prov., mais à la synonymie seulement, parce que *Sambucus montana* n'est pas légitime, comme on l'a vu plus haut. Cette variété se rencontre de l'Alberta vers l'ouest, aussi faut-il croire à quelque erreur d'identification chez Provancher.

Viburnum nudum L. α *cassinoides* (p. 287). C'est le *V. nudum* γ *cassinoides* (L.) T. & G. 1841.

Aster miser Ait. α *diffusus* (p. 307). C'est le var. *diffusus* (Aiton) T. & G., Fl. N. Am., 2:130, 1841. Ce nom, disparu des flores modernes, a été remplacé par *Aster lateriflorus* (L.) Britton.

Aster miser Ait. β *hirsuticaulis* (p. 307). C'est le var. *hirsuticaulis* (Lindley) T. & G., Fl. N. Am., 2:131, 1841. Variation de pubescence plus grossière qui était encore reconnue sous le nom d'*Aster lateriflorus* (L.) Britton var. *hirsuticaulis* (Lindley) Porter dans l'édition de 1908 du Gray's Manual. Aujourd'hui, tous les auteurs semblent s'accorder pour le renvoyer à la synonymie de la phase typique de l'*Aster lateriflorus*.

Solidago speciosa Nutt. α *angustata* (p. 315). Une variété de Torrey & Gray qui pénètre à peine au Canada (lac Saint-Clair). La mention de Saint-Tite pour une récolte de Provancher semble basée sur une mauvaise identification. Peut-être s'agit-il de *S. uliginosa*.

Solidago arguta Ait. α *juncea* (p. 316). C'est le *S. arguta* β *juncea* (Ait.) T. & G. 1842.

Solidago altissima L. α (p. 316). Variété innommée. C'est le *S. altissima* β d'Aiton, 1789. Les contemporains de Provancher interprétaient le *S. altissima*

dans le sens du *S. rugosa* d'aujourd'hui. Le var. α de Provancher correspond probablement au var. *villosa* (Pursh) Fern. des flores modernes. Noter le changement de lettre grecque effectué ici et à plusieurs autres endroits de la *Flore* de Provancher. Les anciens systématistes réservaient normalement la lettre α à la phase typique de l'espèce. Comme cette phase ne recevait généralement pas de nom spécial, on la sous-entendait souvent et la liste des variétés pouvait alors commencer à β . Provancher n'a pas saisi cette minutie. Commençant à la lettre α , il s'ensuit souvent un décalage. Pour une étude sur l'usage des lettres grecques dans les monographies taxionomiques, voir Bernard Boivin, *Fl. Pr.*, *Phytologia*, 15:367-368, 1967 et *Provancheria* 2:77-78, 1967.

Xanthium strumarium L. α *canadense* (p. 321). C'est le *X. strumarium* β *canadense* (Mill.) T. & G., basé sur *X. canadense* Mill., un nom ambigu.

Lactuca elongata Muhl. α *integrifolia* (p. 349). C'est le *L. elongata* β *integrifolia* (Bigel.) T. & G.

Prenanthes altissima L. α *ovata* (p. 351). Ce transfert et les deux suivants sont généralement crédités à Farwell, 1918, mais la publication de Provancher l'avait devancé d'un demi-siècle. Il faut donc écrire var. *ovata* (T. & G.) Prov. Basé sur le *Nabalus altissimus* β *ovatus* T. & G., *Fl. N. Am.*, 2:481, 1843. Au cours du siècle dernier, on reconnut ce taxon et les deux suivants au rang d'espèces ou de variétés. Aujourd'hui, on semble s'accorder pour renvoyer ces noms à la synonymie du *Prenanthes altissima* typique.

Prenanthes altissima L. β *cordata* (p. 351). Plus correctement, var. *cordata* W.) Prov. et basé sur le *P. cordata* W., *Hort Ber.*, pl. 25, 1816. (Voir le nom précédent).

Prenanthes altissima L. γ *deltoidea* (p. 351). Plus correctement var. *deltoidea* (Ell.) Prov. et basé sur var. *deltoidea* Ell., *Sketch Bot. S.C.*, 2:257, 1824. (Voir aussi les deux noms précédents).

Vaccinium corymbosum L. α *atrocarpum* (p. 361). Transcription fautive de Provancher, pour *atrococum*. C'est le *V. corymbosum* var. *atrococum* A. Gray, *Man.*, ed. 2:250, 1856. Toutefois ce nom devient, dans la synonymie de Britton et Brown, *V. corymbosum* var. *atrococum* A. Gray (même référence) et, transféré au rang spécifique, le nom est *V. atrococum* (A. Gray) Heller, avec basionyme attribué à A. Gray (1856) également.

Hypopitys multiflora Scop. α *lanuginosa* (p. 376). Transfert, — qu'il faut citer *H. multiflora* var. *lanuginosa* (Michx) Prov., — basé sur le *Monotropa lanuginosa* Michx, *Fl. Bor. Am.*, 1:266, 1803. Ce nom, oublié dans la monographie de Small et le *Gray Index*, représente une tentative de distinguer la phase américaine du vicariant européen. Certains auteurs (Michaux, Small) en font une espèce distincte, d'autres, comme Breitung, une sous-espèce, d'autres (DeCan-

dolle, Provancher) une variété, tandis que certains (dont Boivin) n'y trouvent pas une distinction morphologique satisfaisante et envoient tous ces noms à la synonymie. Au rang variétal, le var. *americana* DC. 1839 a priorité sur le transfert de Provancher.

Apocynum androsaemifolium L. α *incanum* (p. 393). C'est l'*A. androsaemifolium* var. *incanum* DC, 1844.

Apocynum cannabinum L. δ *hypericifolium* (p. 393). Transfert déjà effectué en 1848, *A. cannabinum* var. *hypericifolium* (Ait.) A. Gray.

Chelone glabra L. α *purpurea* (p. 437). Il faut citer *Chelone glabra* var. *purpurea* (Miller) Pursh 1814, ou mieux *C. glabra* var. *purpurea* (Mill.) Michx, car la mention de *Chelone glabra* var. *purpurea* Michx, dans le *Fl. Bor. Am.* de Michaux, 1803, ne pouvait être qu'un transfert de Miller.

Mimulus guttatus DC α *moschatus* (p. 439). Cette plante, que l'on traite habituellement au rang spécifique, *M. moschatus* Douglas, devient au rang variétal dans l'oeuvre de Provancher, *M. guttatus* var. *moschatus* (Dougl.) Prov.

Polygonum aviculare L. α *glaucum* (p. 493). C'est le *P. aviculare* var. *glaucum* (Nutt.) T. & G. 1827.

Polygonum amphibium L. α *natans* (p. 494). Variété de Michaux, 1803.

Polygonum Convolvulus L. α *cilinode* (p. 495). C'est le *P. Convolvulus* β *cilinode* (Michx) Wood 1843.

Salix nigra Marsh. α *falcata* (p. 529). Variété de Torrey, 1843.

Salix cordata Muhl. α *rigida* (p. 531). Transfert antérieur qu'il faut citer *Salix cordata* var. *rigida* (Muhl.) Carey, 1848.

Salix cordata Muhl. β *Torreyana* (p. 531). Transfert nouveau: *Salix cordata* var. *Torreyana* (Barratts) Prov.

Salix cordata Muhl. γ *myricoides* (p. 531). Transfert antérieur, *S. cordata* var. *myricoides* (Muhl.) Carey, 1848.

Corylus americana Walt. α *rostrata* (p. 541). Nouveau transfert à citer *C. americana* var. *rostrata* (Aiton) Prov.

Picea nigra Link. α *squamea* (p. 557). Nouvelle variété de Provancher connue maintenant sous le nom de *Picea mariana* (Mill.) BSP. f. *squamea*

(Prov.) Vict.²² C'est le seul taxon de Provancher dans la littérature botanique aujourd'hui, à part l'*Aster borealis* (T. & G.) Prov.

Larix americana Michx α *pendula* (p. 558). Variété qui avait été décrite par Loudon en 1842. Sans doute inclus par Provancher à titre horticole.

Juniperus virginiana L. α *prostrata* (p. 559). Transfert déjà effectué en 1847, *J. virginiana* var. *prostrata* (Pers.) Torr.

Orchis blephariglottis Willd. α *holopetala* (p. 567). Transfert nouveau, à citer *Orchis blepharidiglottis* Willd. var. *holopetala*³¹ (Lindley) Prov., basé sur le *Platanthera holopetala* Lindley, Gen. Sp. Orch., 291, 1835. Non seulement ce transfert a-t-il été ignoré des répertoires taxonomiques, mais il a même échappé à l'attention de Ames, qui pourtant cite Provancher sous *Orchis blepharidiglottis*, dans sa monographie des *Habenaria*, Orchidaceae, 4:165, 1910. Le nom correct de cette forme, caractérisée par la découpeure de la corolle, qu'il n'y a pas lieu de garder au rang variétal, devient *Habenaria blepharidiglottis* (Willd.) Hooker f. **holopetala** (Lindley) stat. n., le basionyme étant *Platanthera holopetala* Lindley, cité plus haut. Cette forme, telle que décrite par Lindley et Provancher, ne diffère de la phase typique que par ses pétales latéraux entiers et son labelle irrégulièrement denté, plutôt que fimbrié. Par contre, la phase typique a des pétales latéraux irrégulièrement dentés au sommet et un labelle fimbrié sur presque toute sa longueur (les fimbriations ayant plus ou moins un mm de long). Le type du f. *holopetala* est une récolte de Goldie, provenant du Canada d'alors, donc d'un endroit indéterminé du Haut-Canada ou du Bas-Canada. On sait que Goldie a herborisé sur les collines Montérégiennes, mais rien n'indique qu'il y ait pris cette Orchidée. Parmi les récoltes examinées par Boivin, une seule correspond au f. *holopetala*: Ernest Rouleau 3196, Terre-Neuve, Humber district, Gregory plateau, 1952 (herbier DAO). Cette feuille d'herbier porte trois spécimens; celui de gauche est du f. *holopetala*, les deux autres sont à découpeure florale typique. Malgré la similitude des descriptions, il ne faut pas confondre le f. *holopetala* avec le var. *integrilabia* Correll, Bot. Mus. Leafl. Harv., 9:153, 1941, dont la description originale se lit comme suit : *Labello plus minusve integro solum differt*. Malgré cette description catégorique, le var. *integrifolia* est une plante généralement plus grande dans toutes ses parties, y compris les parties florales, et en particulier l'éperon long de 2.5–3.5 cm, ce qui contraste avec l'éperon long de 1.5–2.5 chez la phase plus boréale. Le var. *integrifolia* se rencontre depuis le Kentucky vers le sud et depuis les Alleghanys jusqu'au Mississipi. A l'est de ce secteur, — c'est-à-dire à l'est des Alleghanys et de la Caroline vers le sud, croît un var. *conspicua* (Nash) Ames Orch., 4:169, 1910, une plante aussi grande ou même plus grande dans toutes ses parties, à éperon long de 3–5 cm et à labelle plus profondément découpé, les fimbriations étant surtout longues de 3 mm, plus ou moins, et généralement plus longues que la largeur de la partie indivise du limbe. Si l'on permet ces néolo-

gismes, le labelle de l'*Habenaria blepharidiglottis* typique est fimbriatilobé, mais devient fimbriatifide chez le var. *conspicua*. Dans la région intermédiaire du Nouveau-Jersey et de la Virginie, les spécimens sont souvent intermédiaires entre le var. *conspicua* et la phase typique.

Corallorrhiza verna Nutt. α (p. 573). Variété décrite, mais innommée. Ce *Corallorrhiza* a tantôt un labelle ponctué (*C. trifida*), tantôt un labelle immaculé (*C. verna*). La variété α de Provancher est la forme typique du *C. verna*.

Cypripedium pubescens α *parviflorum* (p. 574). Transfert nouveau à citer var. *parviflora* (Sal.) Prov. Toutefois, ce transfert est fautif, le *C. pubescens* (1805) étant plus récent que le *C. parviflorum* (1791), que Provancher voudrait lui subordonner.

Smilax rotundifolia L. α *caduca* (p. 589). Transfert crédité à Provancher dans le *Gray Index*, mais en réalité le transfert avait été fait quinze ans auparavant. Il faut le citer: var. *caduca* (L.) Wood.

Smilax herbacea L. α (p. 589). Variété décrite, mais innommée. Cette description semble correspondre au var. *lasioneuron* (Hooker) A. DC., variation qui se rencontre depuis le midi ontarien, jusqu'à Cabri, sur la Saskatchewan-sud, c'est-à-dire à mi-chemin environ entre le Coude et la Fourche de la rivière à la Biche.

Polygonatum multiflorum Desf. α *canaliculata* (p. 596). Transfert antérieur, *P. multiflorum* δ *canaliculatum* (Muhl.) Wood, 1845.

Polygonatum multiflorum Desf. β *biflora* (p. 596). Transfert antérieur; *P. multiflorum* γ *biflorum* (Walter) Wood, 1845.

Polygonatum multiflorum Desf. γ *pubescens* (p. 596). C'est le *P. multiflorum* β *pubescens* (Walter) Wood, 1845.

Polygonatum multiflorum Desf. δ *latifolia* (p. 596). Transfert antérieur *P. multiflorum* var. *latifolium* (Pursh) Wood, 1847.

Scirpus sylvaticus L. α *atrovirens* (p. 639). Ancien transfert, var. *atrovirens* (Muhl.) Gray, 1856.

Carex sparganioides Muhl. α *cephaloidea* (p. 646). Transfert antérieur qu'il faut citer, *C. sparganioides* var. *cephaloidea* (Dewey) Carey, 1848.

Carex rosea Schk. α *radiata* (p. 646). Une variété de Dewey, 1826.

Carex stelluata (sic pour *C. stellutata*) Good. α *scirpoides* (p. 647). Transfert antérieur, *C. stellulata* var. *scirpoides* (Schkuhr) Carey, 1848.

Carex stellulata Good. β *sterilis* (p. 647). Déjà décrit antérieurement, *C. stellulata* var. *sterilis* (Willd.) Carey, 1848.

Carex stellulata Good. γ *angustata* (p. 647). Variété décrite par Carey en 1848.

Carex mirabilis Dew. α *tenera* (p. 648). Ceci est un transfert nouveau de Provancher, *C. mirabilis* var. *tenera* (Dewey) Prov.

Carex mirabilis Dew. β *adusta* (p. 648). Transfert nouveau, *C. mirabilis* var. *adusta* (Boott) Prov.

Carex saxatilis Torr. α (p. 650). Variété nouvelle innommée.

Carex acuta Dew. α *erecta* (p. 650). Une variété de Dewey, 1826.

Carex acuta Dew. β *sparsiflora* (p. 650). Une variété de Dewey, 1826.

Carex stricta Lam. α *strictior* (p. 651). Transfert antérieur, *C. stricta* var. *strictior* (Dewey) Carey, 1848.

Carex crinita Lam. β *gynandra* (p. 651). Transfert antérieur, *C. crinita* var. *gynandra* (Schw.) Dewey, 1826.

Carex ampullacea Good. α *utriculata* (p. 652). Transfert antérieur, *C. ampullacea* var. *utriculata* (Boott) Carey, 1848.

Carex novae-angliae Schw. α *Emmonsii* (p. 657). Transfert antérieur, *Carex novae-angliae* var. *Emmonsii* (Dewey) Carey, 1848.

Carex palescens (sic, pour *pallescens*) L. α *undulata* (p. 658). Transfert antérieur, *C. palescens* var. *undulata* (Kze.) Carey, 1856.

Phalaris arundinacea L. α *picta* (p. 670). Une variété de Linné.

Panicum nitidum Lam. (p. 674). Deux variétés décrites, mais innommées, qui semblent correspondre aux variétés β et γ de la deuxième édition (1847) du *Class-Book* de Wood. Ceci permet de préciser que Provancher a utilisé cette édition. En effet, dans celle d'un autre éditeur, en 1861, le traitement du *Panicum nitidum* est révisé au point qu'il devient impossible d'établir une concordance avec l'ouvrage de Provancher.

Muhlenbergia mexicana Trin. α *filiiformis* (p. 680). Transfert nouveau, basé sur *Agrostis filiiformis* Willd., 1809. À citer : var. *filiiformis* (Willd.) Prov. Ce transfert est généralement crédité à tort à Scribner, 1894. Les auteurs récents réduisent généralement le var. *filiiformis* à la synonymie du f. *ambigua* (Torrey) Fern.

Cinna arundinacea Willd. α *pendula* (p. 681). Transfert antérieur, *C. arundinacea* var. *pendula* (Trin.) A. Gray, 1856.

Agrostis vulgaris Smith α *hispida* (p. 682). Transfert antérieur, *A. vulgaris* var. *hispida* (Willd.) G. Meyer, 1829.

Agrostis vulgaris Smith β *pumila* (p. 682). Transfert antérieur, *A. vulgaris* var. *pumila* (L.) Pers., 1805.

Agrostis alba L. α *stolonifera* (p. 682). Transfert antérieur, *A. alba* var. *stolonifera* (L.) Sm., Engl. Bot., 1: 93, 1824.

Agrostis alba L. β *aristata* (p. 682). Une variété d'Asa Gray, 1848.

Festuca ovina L. α *vivipara* (p. 699). Une variété de Linné.

Festuca ovina L. β *duriuscula* (p. 699). Transfert antérieur, *F. ovina* var. *duriuscula* (L.) Koch, 1837. En 1867, Gray effectua de nouveau ce transfert, ignorant qu'il avait été fait en 1863 par Provancher et en 1837 par Koch. Provancher, en 1863, a souvent effectué ainsi des transferts avant Asa Gray, mais il ignorait, comme Asa Gray d'ailleurs, qu'ils avaient été faits auparavant par d'autres auteurs.

PROVANCHER DANS LE MONDE BOTANIQUE D'ALORS

Deux noms de Provancher (*Aster borealis* et *Picea mariana* f. *squamea*), sur une vingtaine, ont donc survécu. Cette proportion est sensiblement celle que l'on trouve chez beaucoup d'auteurs. La contribution de Provancher à la floristique, même si on l'a jugée assez sommaire déjà, est appréciable et sa *Flore* se place parmi les meilleures de l'époque. Le premier, après Michaux, il a tenté de relever la flore de l'est du pays. A part quelques noms nouveaux, il cite des localités précises apportant une précieuse contribution à la chorologie de nos espèces. Ses notes encyclopédiques originales révèlent une connaissance réelle de la plante dans la nature. Enfin, ses relevés systématiques des noms populaires des plantes constituent une contribution importante à une floristique humaniste.

Si Provancher n'a pas fait école, il faut l'attribuer à trois causes. D'abord, c'est un travailleur isolé, sans contact avec l'enseignement secondaire ni l'enseignement supérieur. En outre, il écrit en français et pour un public presque inexistant alors. Enfin, peut-être, le rôle néfaste de Gray.

Jusqu'à la création de l'Institut botanique de l'Université de Montréal par le F. Marie-Victorin, en 1920, on pouvait compter sur les doigts les canadiens-français connaissant une centaine d'espèces de la flore. Quelques amateurs seu-

lement, surtout des entomologistes, lancés par Provancher et ayant besoin de connaître les plantes. Ceux qui avaient des prétentions à la culture à l'époque, mais ce n'était que des prétentions, affichaient le plus complet mépris pour la botanique, la floristique, le monde qui les entourait. Et cela n'a pas entièrement changé. Ce mépris, on le rencontre à divers échelons de milieux universitaires et même d'institutions consacrées entièrement à la recherche.

Personne n'a été l'élève et le disciple de Provancher, personne n'a continué son oeuvre où il la laissait. À son décès, son herbier et sa bibliothèque s'en vont dans les oubliettes du Séminaire de Québec, pour s'enfouir dans la poussière et l'oubli. De Provancher à Marie-Victorin, il n'y a pas de continuité et chacun doit recommencer à neuf, au lieu de prendre le flambeau des mains de la génération précédente. Jamais des amateurs et professionnels de l'époque n'ont utilisé Provancher comme point de départ d'une contribution originale.

Lorsque Marie-Victorin reprend Provancher, l'hiatus est trop grand, la *Flore canadienne* est devenue trop désuète. Il n'aurait rien publié de valable et n'aurait pas formé une équipe de disciples, s'il n'avait très tôt passé au *Gray's Manual*, dont la septième édition (1908) a été rédigée par B.L. Robinson et M.L. Fernald, et qui fut le meilleur manuel de la flore nord-américaine. Et à côté de cela, il y avait la revue *Rhodora* dont Fernald fut longtemps le plus fidèle collaborateur et où parurent toutes ses monographies pendant un demi-siècle. Louis-Marie de même, qui fut élève du frère Marie-Victorin, avait débuté auparavant avec Provancher, et pour lui se posa le même problème.

En réalité, si la *Flore canadienne*, en 1863, n'avait pas chez les Canadiens-français l'audience qu'il aurait fallu, le Canada anglais aurait eu besoin d'un tel outil de travail pour remplacer les ouvrages publiés outre frontière et couvrant des zones bio-climatiques inconnues chez nous. Des dizaines d'amateurs et de rares professionnels exploraient le pays, publiaient des études révélant des extensions d'aires, et ces travaux auraient bénéficié de l'existence d'un bon manuel de références. La *Flore canadienne*, parce qu'écrite en français ne pouvait beaucoup leur servir alors. Les relations des deux groupes ethniques n'étaient guère un stimulant au bilinguisme et on en ignorait la valeur culturelle.

Un relevé bibliographique d'au-delà de 900 titres (peut-être même un millier) pour la période de 1850-1900 permet de faire le point sur la place des Canadiens, français et anglais, dans le floristique. La moitié des travaux sont de Canadiens. Sur ce nombre, 10, écrits en anglais, sont de Canadiens-français et environ 25 sont écrits en français par des Canadiens-français, dont une dizaine par l'abbé Ovide Brunet, trois de Provancher, deux de Guignard, trois de Saint-Cyr²³, deux de Mgr Laflamme, un de l'abbé Moyen, deux des abbés Verreau et Bois, sur les ouvrages de Lafitau et Cornuti, un de L.W. Marchand (traduction et commentaires du *Voyage de Kalm en Amérique*), les *Cent fleurs*

de mon herbier d'E.Z. Massicotte, un opuscule de 20 pages de J.C. Taché (Collection des produits des eaux et forêts, Québec, 1862). Dans le *Naturaliste Canadien* on trouvera aussi des travaux du docteur Meilleur, de l'abbé Burke, d'autres sans doute. La liste n'en a pas été faite, mais elle ne saurait s'élever à plusieurs dizaines.

Publiée ou traduite en anglais, la *Flore* de Provancher n'aurait pas manqué d'être utile au Canada anglais, où même les industriels s'intéressaient à la nature. Encore récemment, les Anglo-canadiens n'avaient guère, dans leur langue, que le *Flora of Southern British Columbia*, de J.K. Henry, 1915. La Nouvelle-Écosse est pourvue d'un manuel depuis 1947 et l'île du Prince-Édouard, depuis 1960. Les provinces des prairies peuvent maintenant compter sur le *Flora of Manitoba* de H.J. Scoggan, 1957, le *Flora of Alberta*, de E.H. Moss, 1959, et le *Flora of the Prairie Provinces*, de Bernard Boivin, 1967-1968. Même écrite en français, la *Flore canadienne* de Provancher aurait pu rendre service aux Anglo-canadiens. On sait en effet que, de 1935 à 1950, la *Flore laurentienne* de Marie-Victorin devient en quelque sorte le vade-mecum des botanistes, de Fort-William à Halifax et New York. D'ailleurs, en 1935, Fernald pouvait écrire en faisant allusion à la *Flore-Manuel* de Louis-Marie et à la *Flore laurentienne* : "It is a most noteworthy event when a country which has never had available proper texts of its own flora, except as prepared "over the line", should in a short space of time have two books by its own sons"²⁴.

Pour comprendre les carences de la *Flore canadienne* de Provancher, il faut se rappeler qu'elle est l'oeuvre d'un débutant. Et pourtant elle se compare avantageusement à celle de plusieurs contemporains outre frontières. Provancher devint un entomologiste célèbre²⁵, mais il abandonna la botanique après ce début pourtant prometteur. Avec un peu plus d'expérience, il aurait pu devenir l'un des principaux botanistes de son temps. Il avait l'armature psychologique nécessaire pour s'élever par lui-même de l'amateurisme à l'étape professionnelle, son oeuvre entomologique le démontre. Il avait aussi à sa disposition un périodique, *Le Naturaliste canadien*, qu'il fonda en 1868 et dont il fut souvent le seul collaborateur. Dans ce périodique, toutefois, Provancher cesse d'être botaniste pour se montrer entomologiste surtout.

Il ne paraîtra jamais de nouvelle édition révisée de la *Flore canadienne*. D'ailleurs, à la mort de Provancher en 1892, le tirage après trente ans, n'était pas épuisé. Comme l'avait écrit Asa Gray en 1863, *The critical Flora of Canada and the Provinces is yet to be written and will be of a different order*²⁶. Et sans aucun doute, est-il permis de déduire de son jugement un peu trop sommaire, trop catégorique et préjugé, c'est un autre que Provancher qui sera capable de l'écrire.

Si la *Flore* de Provancher demeure sans influence dans le champ de la botanique et semble entièrement ignorée pendant quelques décennies, si Provan-

cher cesse d'être botaniste, on peut se demander si le jugement sévère d'Asa Gray, alors le mage de la botanique américaine, n'y serait pas pour quelque chose ?

Pour répondre à cette question, essayons de nous placer dans la perspective caractérielle de Gray, dans l'ambiance d'alors. Un livre paraît, écrit apparemment par un disciple de son adversaire principal, son « ennemi intime », le méprisé Alphonso Wood, un auteur à succès. L'auteur de la *Flore canadienne* est un prêtre, faute grave alors dans la puritaine Nouvelle-Angleterre²⁷. C'est au surplus un ouvrage écrit en français, le principal véhicule du papisme. Mais on peut douter que ces deux éléments aient été des motifs de l'hostilité de Gray. Par contre, ce bon abbé, sans permission préalable, a tiré toutes ses illustrations de l'ouvrage de Gray, ce qui sûrement est une brèche à l'éthique. Pourquoi Asa Gray serait-il tendre ? Il n'a pas cette réputation, et le champ de la systématique biologique est d'ailleurs fécond en heurts verbaux. Gray, qui dépasse la cinquantaine, est devenu le chef de file des botanistes américains. Il veut en être le mage et établir une espèce de monopole. Dépourvu d'aménité, il décourage la génération qui vient. Egocentrique, jaloux, au mépris de l'éthique la plus élémentaire, il obtient d'éditeurs de revues scientifiques qu'ils lui soumettent les manuscrits taxonomiques des autres auteurs pour un imprimatur qui sera habituellement refusé. Jones, Greene, bien d'autres seront ses victimes et il leur faudra devenir les éditeurs de leurs propres travaux. Il traitera donc durement Provancher et les botanistes contemporains et leurs successeurs, américains et canadiens, accepteront son jugement sans analyse. Comme vient de le remarquer le commentateur Pierre Berton, « The idea that we should do nothing until the Americans take the lead is deeply engrained in Canadian consciousness ». Et pour leur part, très souvent, les Canadiens-français ne pensent rien d'eux-mêmes tant qu'ils n'ont pas reçu l'approbation du Canada anglais.

Gray ne verra donc pas les qualités de cette *Flore*. Il notera bien l'utilisation de ses illustrations, — ce en quoi il a raison, même si elles sont mauvaises, — et il ajoutera : « It is of course substantially a compilation; and the author is evidently a neophyte of limited acquaintance with the plants around him »²⁸. Oh ! qu'en termes suaves sont dites ces méchancetés ! Ce dictat ne peut qu'impressionner les lecteurs conscients de son magistère et de son status élevé.

Provancher a déjà publié un *Traité de botanique* (1858) et *Le verger canadien* (1862). Ce n'est donc pas un néophyte. D'ailleurs, sa *Flore* se compare favorablement à celle de Gray. Il y a compilation certes, mais comment faire une *flore* sans relever ce qui est connu déjà ? Par définition, la meilleure *flore* est en partie une compilation et Gray ne procède pas autrement. Celle de Provancher est sûrement une œuvre originale et on comprend difficilement comment Asa Gray, qui connaît la littérature botanique, a pu en toute bonne foi porter un jugement aussi catégorique. Celui de *limited acquaintance with the plants*

around him est particulièrement odieux et ne résiste pas à la critique. Asa Gray, qui herborisera si peu pendant sa vie, était sûrement mal venu pour faire semblable grief. La méconnaissance des plantes vivantes est précisément une faiblesse de son *Manual*. Dans le discours inaugural du *Botanical Society of Canada*, en décembre 1860²⁸, Lawson fait la même critique, mais sans amertume ni méchanceté, à l'endroit du *Flora Boreali-americana* de Hooker, qui ne pouvait guère être rédigé autrement, déficience à laquelle il propose de pallier. Il faudra même attendre la septième édition du *Gray's manual*, en 1908, par Robinson et Fernald pour voir apparaître sous le nom de Gray une œuvre appuyée sur la connaissance du terrain.

La *Flore* de Provancher, pourtant, est un répertoire floristique écrit par un homme ayant fréquenté le terrain. Lui-même signale son propre comportement à ce sujet (page V de l'introduction). Parmi les ouvrages publiés, c'est le seul de ce type chez nous. Mais Gray n'en souffle mot et les contemporains ne se soucieront pas, ou n'oseront pas porter un jugement personnel. L'instinct grégaire domine le monde. Dans la vie scientifique, où l'on devrait attendre autre chose, la répartition des hommes se fait suivant la courbe de Gauss. Comme ailleurs, la majorité obéit aux mouvements de masse.

La critique de Gray se termine avec l'une de ces phrases si caractéristiques auxquelles l'anglais se prête si bien, et qui insinue beaucoup plus que ne disent les mots : « *The critical Flora of Canada is yet to be written and will be of a different order* »²⁸. Pourquoi ce reproche, quand Provancher n'a jamais prétendu écrire une flore critique ! Quant à la suggestion qu'on puisse attendre autre chose qui sera beaucoup mieux, semble-t-il, de la main d'un autre, il ne faut pas s'imaginer que quelqu'un prépare d'arrache-pied une flore critique du Canada. Gray ne projette rien de semblable.

Un an après la *Flore canadienne* de Provancher, plusieurs botanistes anglo-saxons font part de leur projet d'écrire une *Flore* du Canada. Pourtant, d'après une lettre déjà publiée dans les *Annals of the Botanical Society of Canada*²⁹, ils n'ont en vue qu'un ouvrage de 500 pages qui se vendrait au plus 16 shillings. Somme toute, cette *Flore* qui doit couvrir un territoire plus étendu serait un ouvrage moins élaboré que celle de Provancher. Le projet exposé par Gray, puis esquissé par le *Botanical Society of Canada*, ne reste donc qu'une œuvre imaginaire.

L'incident Provancher n'est qu'un exemple des nombreuses mesquineries d'Asa Gray²⁶. Dans ses nombreux travaux ultérieurs, il continuera à ignorer presque complètement les innovations, additions et localités de Provancher et de Greene, Jones, Wood et la majorité des botanistes du sud-ouest. Il est même à présumer qu'il s'est abstenu de lire de façon critique cet ouvrage et qu'il s'est contenté pour ainsi dire d'en voir et d'en énumérer les illustrations. On ne

pourrait certes prétendre que Gray ignorait totalement le français. Lui-même décrit son français parlé comme « such French as has not been heard since the days of King Pepin ». ¹² Il était lié avec les principaux botanistes de France et de Suisse ; il citait fréquemment des auteurs français comme Lamarck, Poiret, Duhamel, Decaisne, De Candolle, la *Flore des Serres et jardins*, etc. Il a passé un an à parcourir les herbiers d'Europe, alors que sur le continent le français est la *lingua franca*. Et cependant, les contemporains et disciples, — y compris Fernald cinquante ans plus tard, — emboîteront docilement le pas : la *Flore de Provancher* sera à peu près complètement ignorée. Pareillement, les innovations d'Alphonso Wood pour une bonne part demeureront en veilleuse jusqu'à l'article de Merrill en 1948 ²¹. Et ce n'est pas la seule fois que des soucis de la vedette et peut-être aussi de mesquines ambitions d'auteur tueront des oeuvres dans l'œuf.

De la vingtaine d'innovations taxinomiques de Provancher, Watson n'en inclut que deux dans son *Index* et, en 1965, le *Gray's Index* ne mentionne toujours aucune de ces nouvelles combinaisons. Cette lacune a été corrigée en partie depuis et les cas ignorés jusqu'ici seront signalés à l'éditeur de cet *Index*.

Provancher, sans doute, ne fut pas le seul botaniste canadien systématiquement ignoré. Ainsi Robert Cambell, qui vers la fin du siècle dernier, écrivit une série d'articles farcis d'additions et d'extensions d'aires. Mais il se trouvait que beaucoup de ses identifications étaient invraisemblables. L'ignorer restait un geste de prudence élémentaire. Il y eut aussi Lawson, le premier botaniste professionnel du Canada, oublié par les botanistes au point qu'un siècle plus tard une histoire de la botanique canadienne omettait même son nom ⁹.

Dans l'affaire Gray-Provancher c'est Macoun et le Canada anglais en général qui perdirent le plus. Le Canada français ne s'intéressait pas à la science alors et les mésaventures de Provancher, si elles n'avaient pas été ignorées, ne les auraient guère émus. On croyait candidement, et on écrivait, que Québec était l'Athènes de l'Amérique du nord, le dépositaire de l'humanisme sur ce continent. Pourquoi se soucier du matérialisme de la Science? Mais le Canada anglais aurait grandement profité d'une traduction de Provancher qui lui aurait donné un point de départ précis. A l'époque, on ne pouvait guère songer à lire cet ouvrage français dans le texte. La valeur du *Catalogue* de Macoun réside surtout dans le fait qu'il a lu soigneusement tous les travaux de botanique canadienne qui lui étaient accessibles. Il a disposé de tous les noms employés par ses prédécesseurs, relevé toutes les localités quelque peu intéressantes, interprété les mentions erratiques, éliminé ce qui était erroné, mais il a ignoré Provancher à peu près complètement ²⁰. Ainsi, de la vingtaine d'innovations de Provancher, il ne retient que deux synonymes.

On ne saurait l'imputer, semble-t-il, à un mépris pour les Canadiens-français, chose qui a existé cependant chez certains. En effet, Macoun n'a ignoré

ni Saint-Cyr, ni Brunet, dont les travaux toutefois étaient en partie disponibles en anglais. Le *Catalogue* de Brunet n'existe qu'en français et Macoun n'a pas manqué de le relever avec autant de soins que les travaux anglais. Il est étonnant néanmoins que la question puisse se poser. Tout probablement, l'ostracisme à l'endroit de Provancher chez Macoun semble avoir pour point de départ le courant de désaffection inauguré par Asa Gray, en 1863. Cette abstention est le seul point faible, de quelque importance, de son *Catalogue*.

La *Flore* de Provancher, si imparfaite soit-elle, avait donc une valeur bien supérieure à celle qu'on lui a attribuée. Elle a apporté une contribution à la connaissance de notre monde végétal et on ne saurait la rejeter sans analyse. L'ouvrage était ce qu'on devait attendre à l'époque et même au-delà. Nous aurions tort aujourd'hui de le juger trop sévèrement. L'enseignement supérieur restait encore à naître chez nous. Les maîtres, les bibliothèques, tous les instruments de travail manquaient dans le champ de l'histoire naturelle. Ce qui devrait étonner, c'est que cet ouvrage, renfermant tant de notions utiles, ait pu paraître en 1863, au Canada, et quand, aujourd'hui, des hommes de science, malgré les moyens d'action actuels, sont parfois stériles. Des personnes, vivant dans l'abondance, des nantis, se plaignent toujours de leur dénuement. L'œuvre de ce simple curé de campagne, en comparaison, relève du prodige.

Références

1. L'un des auteurs (J.R.) en a entrepris une nouvelle édition, traduite sous sa direction par André Daviault, et accompagnée de nombreux commentaires.
2. Ces manuscrits ont fait l'objet de commentaires élaborés de J.R. et seront publiés à brève échéance.
3. Kalm, Pierre. Voyage de Kalm en Amérique. Voir notamment traduction L.W. Marchand, *Mémoires de la Société historique de Montréal*, Fasc. 8, page 103, 1880.
4. Ouvrage intégral en cours de publication en Finlande (en suédois). La traduction du journal relatant le voyage au Canada a été effectuée par le père Guy Béthune, o.p., d'Helsinki, Finlande, et celle-ci, accompagnée d'abondants commentaires de J.R. et autres est actuellement sous presse.
5. Sur André Michaux et la flore canadienne, voir notamment les ouvrages suivants qui renferment une bibliographie élaborée du sujet. Rousseau, Jacques, Le voyage d'André Michaux au lac Mistassini en 1792. *Revue d'Histoire de l'Amérique française*, 2:380-423, 1948. Le même: De la forêt hudsonienne à Madagascar avec le citoyen Michaux. *Cahiers des Dix*, 29:223-245, 1964. Malgré Pritzel (*Thesaurus literaturae botanicae*, 1871) nous adoptons l'orthographe Pursh, utilisée par l'auteur lui-même, et non Pursch. Les dates de publication de l'ouvrage de Hooker ne sont pas tirées de la page de titre, ni de Pritzel, mais d'une étude de H.W. Rickett & F.A. Stafleu, incluse dans l'édition photographique de 1960.
6. L'histoire de la botanique canadienne, qui a fait l'objet de plusieurs études fragmentaires déjà, est à écrire entièrement de façon systématique et elle devra comporter une analyse poussée du rôle des précurseurs dans la connaissance de notre flore.

7. Malgré la date indiquée sur la couverture, 1862, et la préface de novembre 1862, il semble bien que l'ouvrage de Provancher ne parut qu'en 1863, si l'on peut se fier à la note de la page II indiquant l'enregistrement au bureau du Régistrateur provincial. Il n'y a pas lieu de citer toute la bibliographie relative à Provancher. Notons toutefois: Chanoine V.A. Huard, *La vie et l'œuvre de l'abbé Provancher*, 511 pp., Québec, 1916. (Première partie publiée par tranches dans le *Naturaliste Canadien*. Lionel Cinq-Mars, Dédicace: l'abbé Léon Provancher, 1820-1892. *Provancheria*, No 1, pp. 1-16, 1967 (Portrait hors-texte). (Voir aussi note 25, infra).

8. Sur l'abbé Ovide Brunet, voir notamment des études de Jacques Rousseau, publiées dans le *Naturaliste Canadien* (57:132-135, 1930; 57:196-202, 1930; 58:69, 1931; 67:200, 1940). En outre, Mgr Arthur Maheux a publié, dans le *Naturaliste Canadien*, en onze tranches, une biographie d'environ 150 pp., intitulée simplement "Louis-Ovide Brunet". On la trouvera dans les livraisons suivantes: Vol. 87 (No 1):5-22, Janv. 1960; Vol. 87 (No 3):53-57, Mars 1960; Vol. 87 (No 5):120-148, Mai 1960; Vol. 87 (nos 6-7): 149-164, Juin-Juillet, 1960; Vol. 87 (No 10):228-236, Oct. 1960. Vol. 87 (No 11): 253-268, Nov. 1960; Vol. 87 (No 12):277-286, Déc. 1960; Vol. 88 (No 3) 78-83, Mars 1961; Vol. 88(Nos 6-7):149-161, Juin-Juillet, 1961; Vol. 88 (No 12):324-336, Déc. 1961; Vol. 89 (No 10):265-278, Oct. 1962. Brunet commença à écrire sa *Flore* en janvier 1860 et ne fit la connaissance de Provancher qu'en 1861.

9. Sur George Lawson, voir notamment Rousseau, Jacques, et Dore, William G. L'oublié de l'histoire de la science canadienne, George Lawson, 1827-1895 in *Pioneers of Canadian Science*. Les pionniers de la science canadienne, *Société Royale du Canada, Studia varia*, 9:54-80, 1966. Fait étrange, D.L. Bailey oublia complètement Lawson dans son "One hundred years of science in Canadian Botany". *Royal Institute centennial volume, 1849-1949*, Toronto 1949. Le manuscrit de la flore de Lawson est conservé maintenant au Musée national, Ottawa, et il en existe une photocopie à l'Institut botanique du Ministère de l'Agriculture, Ottawa.

10. Il y aurait sans doute lieu d'ajouter quelques autres noms de personnages plutôt obscurs, ayant joué un rôle dans l'histoire de la connaissance de la flore canadienne. On trouvera en partie leurs noms dans l'*Abrégé historique et bibliographique de la botanique laurentienne*, dans la *Flore laurentienne* du F. Marie-Victorin (1935). Toutefois, dans ce dernier ouvrage, la bibliographie ne se rapporte qu'au Québec méridional. De même l'*Esquisse phytogéographique du Québec* de Marcel Raymond (*Mémoires du Jardin botanique de Montréal*, No 5, 147 pp., 1950). Un travail, à paraître bientôt, de Camille Rousseau, et portant sur le Québec, comportera plus de 700 titres. Ce travail est lui aussi centré sur le Québec. La bibliographie d'Adams et Senn énumère 5600 titres jusqu'en 1945. L'"Énumération" de Bernard Boivin comporte 2150 entrées bibliographiques, mais il s'agit presque uniquement de monographies de genres ou familles. Le *Canada Year Book*, 1965-66, contient un article de H.J. Scoggan de 27 pp., muni d'une bibliographie, plutôt médiocre, d'une centaine de titres. L'auteur oublie notamment le *Catalogue* de Macoun, l'*Esquisse phytogéographique* de Marcel Raymond, le *Canadian Weed Survey* de Groh, le *Flora of Alaska and Yukon* de Hultén, la *Flore-manuel* de Louis-Marie et nombre d'autres. Par contre on trouve trop de travaux d'importance pour le moins secondaire, comme Sandstroem, *The Hydrodynamics of Canadian Atlantic Waters*, 1919.

11. *American Journal of Science* (Silliman's Journal), 2^e série, 35:445, 1863.

12. Rousseau, Jacques. Asa Gray et la publication de la *Flore* de Provancher. *Nat. can.*, 69:207-209, 1942. Aussi *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, 44:39-41, 1942. Sur Asa Gray, voir: Dupree, A. Hunter, "Asa Gray, 1810-1888". Harvard Univ. Press, Cam-

bridge, Mass., 1959. Dupree, très sympathique à Asa Gray, ne met aucunement ses défauts en relief. Provancher n'est pas mentionné.

13. Provancher, *Flore canadienne*, p. V.
14. Marie-Victorin, *Flore laurentienne*, p. 15.
15. Provancher, *Flore canadienne*, pp. III, IV, V.
16. Provancher, *Flore canadienne*, pp. IV, V.
17. Provancher, Léon. Une excursion aux climats tropicaux. Voyage aux Iles-du-Vent, 360 pp., Québec 1890.
18. La sixième édition du *Gray's Manual*, 1890, fut surtout l'œuvre de Sereno Watson et de J. M. Merle Coulter. La septième (1908), de B. L. Robinson et M. L. Fernald. La huitième (1950), entièrement l'œuvre de M. L. Fernald. L'ouvrage de Wood, le *Class-Book of Botany*, fait l'objet d'une grande confusion. Il y eut, parfois parallèlement, deux *Class-book of Botany*, publiés par deux éditeurs différents, qui eurent chacun deux ou trois éditions refondues et de multiples tirages. *Premier Class-Book*: (Éditeurs Crocker & Brewster, Boston), première édition en 1845. Deuxième édition révisée en 1847. Cette dernière réimprimée sans variation jusqu'en 1869. La 41^e édition, de 1855, dont parle Pritzel, est l'un de ces derniers tirages. *Deuxième Class-Book* (Éditeurs, A. S. Barnes & Co., New York): première édition, 1861. Une deuxième édition, légèrement révisée, paraît en 1869. Une troisième édition, légèrement révisée, en 1881. Réimprimé ensuite sans modifications jusqu'en 1891.
19. Provancher, *Flore canadienne*, pp. VI et VII.
20. Boivin, Bernard. Énumération des plantes du Canada. *Nat. can.* 93:1032, 1966. L'ouvrage au complet comporte les tranches suivantes: *Nat. can.*, 93:253-274; 371-437; 583-646; 989-1063, 1966. Vol. 94:131-187; 471-528; 625-655, 1967. (Une autre tranche à venir).—*Aster borealis* (T. & G.) Prov., 1863, a priorité sur *A. junciformis* Rydb., 1910. Pour une justification du nom *Aster borealis* (T. & G.) Prov., voir Boivin, Bernard. Flore du Québec méridional et du Canada oriental, Vol. 3, qui sera publié par les Presses universitaires de Laval.
21. Merrill, E.D. Unlisted new names in Alphonso Wood's botanical publications. *Rhodora*, 50:101-130, 1948. Wood n'a pas été ignoré autant que Provancher. Le *Class-Book* de Wood fut très populaire dans les écoles et les amateurs durent le juger plus "manipulable" que le *Gray's Manual*. Les binômes et trinômes de Wood n'ont pas été complètement ignorés: nombre de ceux-ci étaient déjà en usage, ou dans la synonymie, lorsque Merrill prépara son étude; mais Gray en avait très peu tenu compte.
22. Marie-Victorin, F. Les Gymnospermes du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, No 10, pp. 17 et 84, 1927.
23. On ignore fréquemment les publications de Saint-Cyr. Pour un relevé bibliographique, voir Rousseau, Jacques. Les zones biologiques de la péninsule Québec-Labrador et l'hémisphère arctique. *Canadian Journal of Botany*, vol. 30, pp. 475-476, 1952. Les travaux de Guignard sont les suivants: Guignard, J.-A. Sur la fécondation du *Calopogon pulchellus*. *Nat. can.* 13:271, 1880. Le même, Sur la fécondation des Cyripèdes, *Nat. can.*, 13:221; 269-270, 1880; 15:94, 1882. Le même, *Insects and Orchids*, 14th Annual Report Ent. Soc. Ont., 39-40, 1886. Le même, La truffe, découverte de la germination des spores. *Nat. can.*, 30:169-172, 1903.
24. Fernald, M.L. Victorin's Flore Laurentienne. *Rhodora*, 37: 305-307, 1935.

25. Voir notamment Holland, G.P. L'abbé Léon Provancher. *Société Royale du Canada, Studia varia*, n° 9, pp. 44-53, 1966. Voir aussi note 7 *supra*.
26. Pour le texte complet d'Asa Gray, voir les travaux cités aux notes 11 et 12. Une note de Ewan, Joseph, *Bibliography of the Botany of Louisiana, Southwestern Louisiana Journal* (University of Southwestern Louisiana), Vol. 7, p. 25, 1967, montre qu'Asa Gray cherchait à supprimer toute compétition. A propos de l'ouvrage de J.L. Riddell, *Catalogus florum Ludoviciana*, l'auteur ajoute le commentaire suivant: "According to the author (Riddell) the result of a great many years of observation by Josiah Hale, W.M. Carpenter and himself. A more extensive account, *Plants of Louisiana*, was communicated to the Smithsonian Institution. Joseph Henry submitted it to Asa Gray for his approval but it was suppressed".
27. Comme cela semble tiré de l'imagination aujourd'hui. Mais j'ai connu, et la génération de mes parents davantage, les *Blue Laws* des États de la Nouvelle-Angleterre. Qui fréquente ces régions aujourd'hui ne peut se figurer la situation d'avant 1914 et dont il subsistait encore des reliquats au début de l'entre-deux-guerres. L'ombre des sorcières de Salem vivait toujours et l'œcuménisme était impensable. De part et d'autre, dans les deux camps, la température s'est adoucie depuis (Jacques Rousseau).
28. Réunion du 7 décembre 1860 du Botanical Society of Canada. Voir *Ann. bot. Soc. Can.*, 1:5, 1861.
29. *Ann. bot. Soc. Can.*, 1:86-87, 1861.
30. Inversement des auteurs canadiens-français ont pu ignorer des travaux anglais. Ainsi, Marie-Victorin, alors un autodidacte isolé, trop rivé au *Gray's Manual* et à *Rhodora*, obligé d'ailleurs de publier hâtivement un travail et cela contre son gré, a méconnu une vingtaine de travaux de botanistes canadiens-anglais, dans la rédaction de ses *Filicinées du Québec*. Ce sont, T.J.W. Burgess (trois publications de 1884, 1886 et 1890). George Lawson (deux articles de 1864 et 1889), D.A.P. Watt (1865), J.B. Goode (1881), W. Hincks (1870), J. Paxton (1868), Henry Mousley (1919, 1920, 1922), D. R. McCord (1864), H.B. Cushing (1896), F.T. Parsons (1899), A.B. Klugh (1906), A. Cosens (1913). Certains de ces travaux, toutefois, étaient restés ignorés de la plupart des botanistes du pays jusqu'à une date récente. Marie-Victorin ultérieurement, dans ses cours, n'a pas manqué de porter un jugement sévère sur ce travail, qui lui avait été commandé pour une date urgente, et qu'il avait tiré de la première rédaction d'une *Flore du Québec*, écrite depuis longtemps. Il faut connaître les circonstances de la publication de ce travail. Nommé depuis peu professeur de botanique à l'Université de Montréal, Marie-Victorin n'avait aucun titre universitaire, pas même le B.A. "Bien qu'il n'était qu'un frère", les autorités universitaires avaient dû se résoudre à retenir ses services, parce qu'il était le seul Canadien-français réellement initié à la botanique, la floristique notamment. Pour pallier à l'absence de titres, on lui réclama donc une thèse en vue de l'obtention du D.Sc. D'où l'édition de ce chapitre rédigé hâtivement des années plus tôt. C'est seulement avec la publication des *Lycopodiniées du Québec* et des *Équisétiniées du Québec* que Marie-Victorin fit montre de maîtrise dans la recherche floristique (Jacques Rousseau).
31. Noter la correction de *blephariglottis* à *blepharidiglottis*. Ce nom est d'origine grecque et formé de la même manière qu'*Orchidacées* (et non pas *Orchacées*). Voir aussi B. Boivin, *Rhodora*, 69:454, 1967.
32. Pour plus de renseignements, voir *Naturaliste Can.*, 25: 82-86, 115-118, 1898.
33. Sur les clefs analytiques, chez Wood notamment, voir: Voss, Edward G., *History of keys and phylogenic trees. Journal of the Scientific Laboratories*, Denison University, 43, notamment pp. 12-13, 1952.

REVUE DES LIVRES

LOUIS, H., 1968. **Allgemeine Geomorphologie**. Collection *Lehrbuch der Allgemeinen Geographie*, vol. 1. 3ième éd., 522 p., 124 fig., 140 photos et 2 cartes h. t. 16.5 x 25.5 cm. Relié, 54.00 DM.

Cet ouvrage est le premier d'une collection importante que la maison Walter de Gruyter & Co consacre à la géographie générale, physique et humaine. Il est en quelque sorte la somme des connaissances actuelles en géomorphologie. Son plan reflète la volonté de faire un ouvrage très complet, où aucun aspect de la géomorphologie n'est négligé.

Le premier chapitre est consacré aux données géologiques : lithologie, structure, échelle des phénomènes géologiques. Ce chapitre sert en quelque sorte d'introduction, et de base commune aux deux parties de l'ouvrage. La première partie est très "classique"; elle reprend chacun des agents d'érosion, et en traite séparément: les agents d'érosion (mécaniques et chimiques) et la roche en place, l'érosion fluviale, le relief karstique, le relief glaciaire, le relief désertique, la morphologie littorale, la morphologie sous-marine, les formes volcaniques, l'érosion anthropique. H. Louis accorde une importance considérable à l'érosion fluviale, dont il analyse successivement les différents aspects. Il insiste énormément sur les relations entre l'érosion fluviale et l'érosion des versants, appelée ici *dénudation*. Il se situe dans l'optique davisienne, qui accorde à l'érosion fluviale un rôle prépondérant dans l'élaboration des paysages morphologiques. Ceci est d'ailleurs une tendance commune à tous les géomorphologues allemands. L'emploi de l'expression *fluvialer Abtragungsrelief* est particulièrement symptomatique : le terme *Abtragung* est en effet beaucoup plus fort que *érosion*, pris au sens d'*abrasion*. L'auteur consacre deux chapitres aux aspects généraux de l'érosion fluviale et du modelé des versants. Il analyse ensuite leurs modalités dans les différentes zones climatiques. Et enfin, il examine les relations d'une part entre l'érosion fluviale et les réseaux hydrographiques et, d'autre part, les données hydrologiques et les données tectoniques. Il faut noter la faible importance accordée à l'hydrologie en général et aux régimes hydrologiques en particulier. Les chapitres consacrés aux autres types de modelé présentent un répertoire très complet des différentes formes observées. L'auteur emploie d'ailleurs volontiers le terme *Formenschatz*.

La deuxième partie de l'ouvrage regroupe les différentes données de la première partie sous l'angle de la géomorphologie climatique. H. Louis analyse successivement: les régions polaires, les régions tempérées, les régions sub-tropicales humides et semi-arides, les régions tropicales semi-arides, la zone équatoriale humide, les régions arides et semi-arides. Il faut cependant remarquer que cette deuxième partie, qui est en quelque sorte la synthèse de la première partie, n'occupe que le quart de l'ouvrage. Il se termine par deux chapitres rapides, sur la répartition des chaînes de montagnes dans les différentes zones climatiques et leur influence sur l'étagement des zones morphogénétiques et sur les aspects originaux de la morphologie littorale dans ces mêmes zones climatiques.

L'ouvrage se termine par une bibliographie particulièrement développée, où sont évidemment citées pour la plupart des publications en langue allemande, mais aussi les principaux ouvrages français, ainsi que quelques publications anglaises.

Allgemeine Geomorphologie est en fait un répertoire relativement complet des formes. Ces formes sont classées selon le principal agent morphogénétique. Il faut noter l'optique

essentiellement *analytique* de l'auteur, qui est commune à la plupart des géographes allemands et anglo-saxons. De ce fait, la part de la *synthèse* est très faible, bien que l'auteur ait fait une certaine part à la géomorphologie climatique. Il n'est en effet jamais question de l'organisation des formes, de la structure des paysages, ni des associations de formes. Ceci nous semble une lacune assez grave : définir la structure du paysage est en effet la démarche essentielle qui permet de le comprendre et de l'analyser. La synthèse est par ailleurs l'étape essentielle de la pensée géographique.

En ce qui concerne les illustrations, elles nous semblent relativement peu abondantes. L'auteur a choisi de placer les photographies hors-texte, ce qui nous semble discutable. Quant aux deux cartes hors-texte, elles n'apportent rien au texte lui-même. Les figures sont en général tirées directement des ouvrages de référence, et nous déplorons le manque d'originalité de leur présentation. Il faut cependant noter la qualité des exemples choisis pour les photographies, bien que leur reproduction laisse à désirer.

Malgré ses lacunes, l'ouvrage de M. Louis est un instrument de travail extrêmement complet pour tous les chercheurs qui consultent la littérature géomorphologique allemande. Il constitue, en effet, un répertoire probablement exhaustif de la terminologie employée par les auteurs allemands. Il est de ce fait une excellente introduction à l'étude de la géomorphologie allemande, dont l'optique générale et la terminologie diffèrent tant de celle des autres écoles de géomorphologie européennes, en particulier française et polonaise.

Liane OTTMANN

CLARK, T.H., (éditeur), 1967. **Appalachian Tectonics**. Collection *Special Publications of the University of Toronto Press*, no. 10. University of Toronto Press, Toronto. X + 99 p., 3 tab., 33 fig., 2 pl. hors-texte. 17 x 25.5 cm. Relié, \$6.50.

Ce mince volume nous offre les communications présentées à un symposium tenu lors de la réunion annuelle de la Société Royale du Canada à Sherbrooke, en 1966. Il contient onze articles sur la géologie structurale, la géophysique, la stratigraphie et la nomenclature des Appalaches. Ce volume sera surtout apprécié par les spécialistes ou les géologues déjà familiers avec le sujet. Il leur est d'ailleurs destiné.

L'éditeur a choisi de présenter les textes selon la distribution géographique des sujets traités, en partant de la limite nord ou nord-est des Appalaches. Les deux premiers articles se limitent à Terre-Neuve (nord et ouest) et présentent un aperçu bien étayé et fort convaincant du rôle des glissements sous l'influence de la gravité dans la formation de Klippes. Le troisième article soulève quelques aspects de la nomenclature des Appalaches du Québec. Il est malheureusement trop bref, trop exclusif. Une généralisation plus poussée pourrait initier le non-spécialiste et lui présenter un exposé sommaire du sujet du volume, ainsi qu'un résumé de l'évolution des concepts actuels. Quatre articles présentent ensuite divers aspects de la stratigraphie et des structures majeures des Appalaches du Québec. Ils offrent une idée de leur complexité structurale, jusqu'à maintenant insoupçonnée, et présentent des données nouvelles et originales. Notons que trois d'entre eux illustrent la qualité du travail accompli par le ministère des Richesses naturelles du Québec. Une synthèse de la géologie et du développement des géosynclinaux des Appalaches au Québec et aux Etats-Unis donne ensuite un aperçu indispensable à l'établissement du contexte géologique régional. Il est malheureux que ce texte soit presque à la fin du livre, car il fournit des données utiles à la compréhension des articles précédents. Les trois derniers documents sont du domaine de la géophysique et peuvent sembler déplacés ici. Toutefois, ils offrent un complément utile aux données purement géologiques présentées antérieurement.

En résumé, ce volume indispensable au spécialiste, peut intéresser et certainement renseigner le non-initié.

Jean-Y. CHAGNON

MANIGAULT, P., 1968. **Transformations tumorales.** Coll. *Monographies de Physiologie végétale*, vol. 2. Masson et Cie, Paris. 114 p., 4 pl., 10 tabl., 31 fig. 16.5 x 21.5 cm. Broché, 32 FF.

Dans la préface au plus récent volume des *Monographies de Physiologie végétale*, le Professeur Pilet précise l'intention de cette nouvelle collection dirigée par lui : fournir aux intéressés des ouvrages peu volumineux permettant rapidement l'examen de questions essentielles, offrant des références bibliographiques complètes.

P. Manigault, auteur du présent livre consacré aux transformations tumorales chez les végétaux, s'est fort bien acquitté de cette tâche. La lecture de son ouvrage se fait, en effet, sans perte de temps grâce au texte assez réduit mais clair, accompagné d'illustrations impeccables et judicieusement choisies. Très rapidement, le lecteur peut obtenir une vue d'ensemble sur nos connaissances actuelles des tumeurs bénignes et malignes dans le monde végétal : tumeurs virales, tumeurs d'hybrides, tumeurs induites par l'action des radiations et tumeurs bactériennes ou *Crown-Gall*.

A part la description de ces différentes formes de tumeurs végétales, description qui comprend presque toutes les données acquises sur les propriétés physiologiques, biochimiques et pathologiques, l'auteur indique les similitudes qui existent entre les processus cancéreux dans les 2 règnes. Le chapitre traitant le *Crown-Gall*, qui n'a pas d'équivalent dans le règne animal, est particulièrement développé.

Un index bibliographique, arrêté en septembre 67 et comprenant 268 titres, permet de compléter ou d'approfondir la multitude des renseignements contenus dans cet ouvrage.

Joachim VIETH

BENT, A. C. *et al.*, 1968. **Life histories of North American Cardinals, Grosbeaks, Buntings, Towhees, Finches, Sparrows, and Allies. Order Passeriformes: Family Fringillidae.** Compilé et édité par Oliver L. Austin Jr. United States National Museum, Bulletin 237. Parts 1-3, xxvii + 1889 p., 78 planches. 15 x 24 cm. Broché, U.S. \$8.25.

Malgré une date d'édition on ne peut plus récente, voilà un livre qui appartient déjà aux classiques en ornithologie. Le vingt-et-unième et dernier volume dans la série des *Life Histories* reste fidèle à ses prédécesseurs en tous points: ordre de présentation, séquence des sujets traités pour chaque espèce (Habitudes — parade — nidification — oeufs — jeunes — plumage — etc.), absence totale de tableaux ou de graphiques, etc. Près de 250 espèces et sous-espèces sont traitées mais ces dernières font rarement l'objet de sections détaillées, sauf s'il s'agit de sous-espèces bien caractérisées ou ayant été étudiées d'une façon plus poussée.

Bent lui-même, bien que décédé en 1954, a laissé un nombre considérable de descriptions de *Fringillidae* — 48 en tout — dont on fait usage dans ce volume. Mais l'ensemble de l'ouvrage ne porte pas moins d'une centaine de signatures d'ornithologistes

nord-américains. Cette multiplicité entraîne, comme on pourrait s'y attendre, bien des inégalités dans la valeur des comptes-rendus spécifiques. Il serait illusoire d'essayer d'apprécier chacune de ces contributions. Mais quiconque ouvrira ce texte cherchera immédiatement cette espèce ou sous-espèce qu'il croit connaître davantage. C'est ce que j'ai fait.

Les compte-rendus préparés par Barbara Blanchard DeWolfe sur les races de Pinson à Couronne Blanche (*Zonotrichia leucophrys nuttali*, *Z. l. gambellii*, *Z. l. oriantha*, *Z. l. pugetensis*) sont décevants quand on connaît l'importance des travaux antérieurs de cet auteur sur cette espèce. C'est ainsi que Mme Blanchard DeWolfe ignore entièrement la masse de travaux sur *Zonotrichia* exécutés par Farner, King, Mewaldt et d'autres au cours des dix dernières années. Ces travaux, bien que souvent spécialisés, éclairent bien des aspects de la biologie de cette espèce. Par contre, Val Nolin Jr. en rédigeant la section sur *Melospiza melodia morphna*, une race de Pinson chanteur du sud-ouest de la Colombie, n'a pas hésité à utiliser au maximum les travaux récents de F.S. Tompa sur la territorialité et la dynamique des populations chez cette sous-espèce.

A travers ce cadre assez rigide, et, disons-le, un peu vieillot, il est aussi possible de déceler des perles intéressantes. C'est ainsi que le compte-rendu rédigé par F.S.L. Williamson sur *Calcarius lapponicus* est exemplaire et dépasse de beaucoup le niveau général de l'œuvre; le style est direct, dégagé, très professionnel et au-dessus de l'amateurisme qui caractérise un certain nombre de sections.

Bref, un livre indispensable à tout ornithologiste, mais aussi un livre dont il faut savoir se servir.

Jean BÉDARD

AGUESSE, P., 1968. **Les Odonates de l'Europe occidentale, du nord de l'Afrique et des Iles atlantiques.** Collection *Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen*, vol. 4. Masson, Paris. 258 p., 116 fig., 6 pl. hors-texte. 16.5 x 24.5 cm. Cartonné toile, 80 FF.

Publié dans la collection *Faune de l'Europe et du bassin méditerranéen*, cet ouvrage de P. Aguesse traite de la systématique de l'ordre des Odonates.

Un important premier chapitre présente des notions générales sur ce groupe zoologique. L'auteur situe historiquement l'ordre des Odonates, indique les principaux caractères morphologiques de l'imago et de la larve; il donne ensuite un aperçu de la classification qu'il adopte dans son ouvrage. Une partie importante de ce premier chapitre traite de l'écologie et de la biologie des Odonates. L'auteur, spécialiste en écologie des Zygoptères, apporte des détails nombreux et intéressants sur le développement larvaire, la diapause embryonnaire, la vie des adultes, l'accouplement et la ponte. Une analyse du vol chez les imagos (basée surtout sur les travaux de Magnan), un aperçu du régime alimentaire de ces insectes et une étude biogéographique de l'ordre terminent cette première partie.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à la systématique et à la distribution des Odonates pour l'Europe occidentale. La détermination des sous-ordres, familles, genres, espèces et sous-espèces, est réalisée à l'aide de clefs dichotomiques. Pour chaque espèce et sous-espèce, l'auteur précise les mensurations, la période de vol, les caractéristiques morphologiques, la distribution géographique et l'habitat. Les 116 figures très schématiques facilitent la compréhension et l'interprétation des caractères utilisés dans les clefs d'identification.

La dernière partie de l'ouvrage étudie les larves de la même région. Des clefs dichotomiques complétées d'illustrations schématiques permettent la classification des larves.

Une bibliographie de 325 titres se divise en deux parties : une première indique les références relatives aux descriptions originales anciennes et aux travaux plus récents parmi lesquels figurent plusieurs descriptions d'espèces; une deuxième partie comprend les ouvrages traitant de la biologie, de l'écologie et de la distribution des Odonates européennes. Un index des genres et des 116 espèces suit la bibliographie.

La première partie de l'ouvrage offre un très grand intérêt pour les entomologistes et les biologistes qui s'intéressent aux Odonates ou à la limnologie. La deuxième partie présente moins d'intérêt pour les non spécialistes; les espèces décrites diffèrent presque toutes des Odonates rencontrées en Amérique du Nord; les caractères morphologiques et la terminologie employés dans les clefs d'identification s'éloignent de ceux utilisés par nos auteurs. Enfin, il est regrettable que certaines références bibliographiques citées dans le texte n'apparaissent pas dans la bibliographie générale.

LUC FERNET

GINSBURG, L., 1967. **Sciences Naturelles, Classe de 6ième.** Édition de l'École, Paris. 169 p., 312 fig. 17 x 22 cm. Relié, \$2.20.

GINSBURG, L., 1967. **Cahier de travaux pratiques.** Édition de l'École, Paris. 94 p., 23 fig. 21 x 27 cm. Broché, \$3.97.

Ces deux ouvrages constituent ensemble, une nouvelle méthode de l'enseignement de la biologie pour des élèves du niveau secondaire I. Cette méthode consiste à faire des observations en laboratoire pour ensuite intégrer ces connaissances en classe. L'auteur explique ce système dans l'avertissement du manuel : "Notre but en écrivant ce manuel et le cahier de travaux pratiques qui l'accompagne, n'a pas été de faire acquérir des connaissances, mais de donner une formation d'esprit conduisant à une attitude à la fois ouverte et intelligemment critique devant les faits." La teneur du cahier d'exercice et du manuel, prouve amplement que l'auteur a réussi à atteindre le but visé.

Le manuel traite des vertébrés jusqu'à l'homme dans la première partie, et traite de botanique dans la deuxième partie. Les notions d'anatomie et d'histoire naturelle sont accompagnées d'embryologie, de physiologie, de paléontologie et d'anatomie comparée. Le texte est dépouillé, tout en étant à la portée des enfants de ce niveau. Les illustrations, très nombreuses, dans le texte et hors texte, sont très bien agencées. Par exemple, dans le chapitre 6 qui traite de l'organisation interne d'un oiseau, il y a les illustrations suivantes: 1 — La basse-cour, une photographie d'un coq et plusieurs poules; 2 — La patte du coq, dessin illustrant les détails; 3 — La tête de la poule. 4 et 5 — Les organes internes de la poule. Une page montre le schéma légendé d'une dissection, tandis que la page opposée montre un dessin en couleur de la même dissection; 6 — L'estomac de la poule; 7 — L'appareil digestif, schéma légendé; 8 — L'appareil reproducteur de la poule. Développement de l'œuf tout le long de l'oviducte; 9 — L'œuf de la poule, coupe schématique; 10, 11, 12, 13 et 14 — photos couleurs d'embryons à 4, 5, 7, 13 et 21 jours. La fin de ce chapitre donne une classification très sommaire mais adéquate et est illustrée de trois belles photos d'oiseaux différents: mouette, flamant rose et aigle. Tous les chapitres sont aussi abondamment illustrés.

Tout ce que l'on peut reprocher à cet ouvrage est l'absence d'index alphabétique. Malgré ce défaut, il me semble que *Sciences Naturelles 6e* est très bien fait et devrait être sérieusement considéré par les professeurs de secondaire I.

Clément DELISLE

BOUGHEY, A.S., 1968. **Ecology of Populations.** Collection *Current Concepts in Biology*. Macmillan, New York et Collier-Macmillan, London. VIII + 135 p., 21 tab., 53 fig. 15.5 x 23.5 cm. Broché, \$2.75. Distribué par Collier-Macmillan Canada, Ltd., P.O. Box 129, Galt, Ont.

Le but de cette série est de rendre accessibles aux étudiants pré-gradués des notions nouvellement acquises dans les diverses sciences biologiques. *Ecology of Populations* traite dans cette même optique, des besoins écologiques des organismes, de la dynamique des populations, de l'organisation des communautés, de l'évolution et, finalement, de l'écologie humaine. Nombreuses illustrations, une bibliographie triée en fonction des chapitres et un index des matières rendent ce petit livre particulièrement attrayant et facile à consulter. Nous le recommandons à tous les étudiants des sciences biologiques tant pures qu'appliquées.

Miroslav M. GRANDTNER

RUSSETT, B.M., 1967. **International Regions and The International System. A Study in Political Ecology.** Rand McNally, Chicago. X + 252 p., 27 tab., 10 fig. 15 x 23 cm. Broché, U.S. \$3.50.

Dans ce livre l'auteur explore les relations entre les systèmes politiques et leur milieu physique et social. Il s'agit donc bien d'un volume d'écologie, mais d'écologie politique. Les 14 chapitres couvrent les sujets tels que : les régions et la théorie politique, les groupements homogènes au point de vue social et culturel, la stabilité des groupes votants, la continuité du patron d'échange, les régions du Monde, le conflit et l'intégration, les régions et l'avenir du système global, l'intégration régionale vs. l'intégration mondiale. 251 références et un index des matières termine ce volume intéressant pour tous bien que destiné avant tout aux étudiants et aux chercheurs en sciences politiques.

Miroslav M. GRANDTNER

LAMOTHE, M. et BOURLIÈRE, F., 1967. **Problèmes de productivité biologique.** Masson, Paris. VI + 246 p., 31 tab., 75 fig. 16 x 24 cm. Broché, 65 FF.

Ce volume, publié sous les auspices du Comité français du Programme biologique international, réunit 9 contributions françaises et belges sur les problèmes des échanges trophiques au sein d'écosystèmes et sur les notions de productivité et de rendements biologiques qui en résultent. Les textes publiés traduisent les tendances actuelles de l'Écologie qui, après avoir développé des techniques d'étude du milieu et des méthodes quantitatives d'estimation des populations biologiques, s'oriente, maintenant, vers les problèmes de leur structure et de leur métabolisme.

Parmi les diverses interactions qui interviennent dans le métabolisme de la biocénose, les plus importantes sont, selon Bourlière et Lamotte, celles qui régissent les modalités

et la rapidité des transferts d'énergie. La portée pratique de la connaissance de tels mécanismes est considérable si l'on songe que, tant au niveau de la production primaire au cours de laquelle la lumière solaire est transformée en protoplasme végétal qu'au cours de la production secondaire c'est-à-dire au cours de la consommation directe ou indirecte des végétaux chlorophylliens par les populations animales, de nombreux "décomposeurs" contribuent à "recycler" plus ou moins rapidement les matières organiques et les éléments minéraux qui entretiennent la constance du milieu. C'est donc finalement, grâce à la connaissance des adaptations des membres des communautés naturelles que l'homme pourra choisir les espèces ou les souches les mieux adaptées au contexte climatique et édaphique en cause, et mettre réellement le pays "en valeur" sans risques pour l'avenir.

Malheureusement, on est encore loin de connaître toutes les particularités du fonctionnement des écosystèmes ou même de pouvoir proposer des méthodes d'études applicables partout. L'un des objectifs du Programme biologique international est précisément de stimuler des recherches dans cette direction. Le présent recueil s'inscrit dans cet effort en réunissant, pour la première fois en français, d'une part, des mises au point qui tentent de faire la synthèse de l'ensemble des problèmes de productivité biologique et, d'autre part, les résultats de travaux récents poursuivis dans certains domaines particuliers de ce vaste problème. Dans le premier groupe de travaux se trouvent les textes de Bourlière et Lamotte sur les fondements physiologiques et démographiques des notions de production et de rendements bio-énergétiques, de Duvigneaud, Ambroes et Tahon sur la productivité primaire des écosystèmes terrestres, de Hédin et Duval sur la production primaire en écologie prairiale et de Dussart qui traite du transfert d'énergie dans les eaux continentales. Le deuxième groupe, par contre, réunit des travaux de Sacchi sur les rythmes des facteurs physico-chimiques du milieu saumâtre, de Spitz sur la productivité des micro-mammifères, d'Aguesse et Testard sur celle des larves d'Aeschnidae, de Le Berre sur l'impact des arthropodes déprédateurs sur la production des végétaux cultivés et de Jourdeuil sur le rôle des entomophages dans la productivité d'une agrobiocénose.

Le volume est à recommander à tous les écologistes et en particulier aux chercheurs intéressés aux réalisations du Programme biologique international.

Miroslav M. GRANDTNER

VOLUME 95, 1968

LE NATURALISTE CANADIEN

Fondé en 1868 par l'abbé L. Provancher

PUBLICATION DE
L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC, CANADA

Bulletin de recherches, observations et découvertes se rapportant
à l'histoire naturelle et aux sciences en général, publié avec
l'aide du Gouvernement du Québec.

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 95

NUMÉRO 1

Le centenaire du Naturaliste canadien (1868-1968) GEORGES MAHEUX	1
Hommage d'un botaniste à l'abbé Léon Provancher (1820-1892), fondateur du Naturaliste canadien LIONEL CINQ-MARS	7
Études sur les <i>Solidago</i> . VIII. Résultats et analyse de croisements effectués entre le <i>Solidago canadensis</i> L. et le <i>Solidago lepida</i> var. <i>fallax</i> Fern. JEAN-R. BEAUDRY	19
Development of pericarp and seed coat in the Cyperaceæ C. K. SHAH	39
Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec CAMILLE ROUSSEAU	49
Note sur le <i>Quercus rubra</i> var. <i>borealis</i> dans la région du lac Saint-Jean V. GERARDIN et M. JURDANT	171
Études sur la flore du Saguenay I — Commentaires sur un article et sur des récoltes de E. J. Hill RICHARD CAYOUCETTE	177
Notice nécrologique: l'abbé J.-W. Laverdière RENÉ BUREAU	187
COMMUNICATIONS BRÈVES	
Forme blanche d' <i>Epilobium adenocaulon</i> Haussknecht (Onagraceæ) F. GUY BERNARD	225
Forme vivipare de <i>Scirpus pedicellatus</i> Fernald (Cyperaceæ) F. GUY BERNARD	227
Additions à la faune myrmécologique du Québec A. FRANCOEUR et R. BÉIQUE	229
REVUE DES LIVRES	231

NUMÉRO 2

La limite nord du climat tempéré québécois G.-OSCAR VILLENEUVE	235
La diminution du rayonnement solaire provoquée par la croissance des arbres à la suite d'une éclaircie PAUL-É. VÉZINA	241
Étude sur l'extraction du fer et de l'aluminium libres dans les sols podzolisés B. BERNIER et J.-L. CARRIER	247
Vitesse de décomposition de litières d'érable à sucre (<i>Acer saccharum</i> Marsh.) de la région de Québec MICHEL MALDAGUE	259
Les mycorhizes ectotrophes des arbres forestiers J.-ANDRÉ FORTIN	287
Le <i>Cheilanthes siliquosa</i> Maxon dans le nord-est américain ALBERT LEGAULT et VIATEUR BLAIS	307

Les forêts, les climax et les régions biogéographiques du bassin de la rivière Outaouais, Québec	ANDRÉ LAFOND et GILLES LADOUCEUR	317
La végétation des pâturages naturels de Saint-Ferréol et de Saint-Tite-des-Caps, Comté de Montmorency	DOMINIQUE DOYON	367
The botanical composition of two barrens in Nova Scotia	YVAN V. HALL and LEWIS E. AALDERS	393
La phytosociologie et l'aménagement des bleuetières	VICTORIN LAVOIE	397
La forêt d'épinette noire à mousses du Québec septentrional et du Labrador	ILLMARI HUSTICH	413
The flora and vegetation of the southern Manitounuk Islands, southeast Hudson Bay, and a consideration of phytogeographical relationships in the region	PAUL F. MAYCOCK	423
The vegetation of the Québec-Labrador peninsula between 55° and 60°N	JACQUES ROUSSEAU	469
Un spectre pollinique type de la sapinière à bouleau blanc pour la forêt Montmorency	PIERRE RICHARD	565
Essai d'une méthodologie de recherches écologiques en vue de la planification du développement régional	MIROSLAV M. GRANDTNER	577
COMMUNICATION BRÈVE		
<i>Commelina communis</i> L. var. <i>exserta</i> (Pennell) <i>status novus</i> (<i>Commelinaceæ</i>)	F. GUY BERNARD	599
REVUE DES LIVRES		601

NUMÉRO 3

L'oeuvre et l'héritage de l'abbé Léon Provancher	RENÉ BÉIQUE	609
<i>Braconidae</i> described by l'abbé Provancher	R. D. SHENEFELT	627
Remarques sur quelques insectes diptères du genre <i>Omphrale</i> Meigen (Diptera : Scenopinidae)	E. SÉGUY	657
On the Saldidae types in the Provancher Collection, and a new name for <i>Salda coriacea</i> Uhler (Heteroptera)	LEONARD A. KELTON and JOHN D. LATTIN	661
Sur quelques <i>Notodontidae</i> (Lepidoptera Notodontoidea) australiens	S. G. KIRIAKOFF	667
Quelques Trichoptères néarctiques nouveaux ou peu connus	F. SCHMID	673
A fifth Species of <i>Nitela</i> from North America (Hymenoptera: Sphecidae).	KARL V. KROMBEIN	699
Contributions to the knowledge of North American Ichneumoninae.....	GERD HEINRICH	703

Les genres <i>Neurocyta</i> Navas et <i>Phryganopsyche</i> Wiggins en Inde (Trichoptera, Phryganeidae et Phryganopsychidae)	F. SCHMID	723
Une nouvelle espèce du genre <i>Myrmica</i> au Québec (Formicidae, Hymenoptera)	ANDRÉ FRANCOEUR	727
La reine de <i>Dorylus (Anomma) kohli</i> Wasmann (Hymenoptera: Formicidae)	J. K. VAN BOVEN	731
<i>Aeshna clepsydra</i> (Say) (Odonata: Aeshnidae) au Québec	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	741
Les fourmis de la Drôme et des Basses-Alpes, en France (Hymenoptera, Formicidae)	CHARLES GASPAR	747
<i>Pantala hymenea</i> (Say) (Odonata: Libellulidae) au Québec	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	767
Étude de la densonucléose de <i>Galleria mellonella</i> L. (Lepidoptera) par les techniques de fluorescence.	E. KURSTAK, I. GORING, S. GARZON et J. R. CÔTÉ	773
Effets de certains éléments sur la relation hôte/pathogène, <i>Plodia interpunctella</i> (Hbn.) et <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> Berliner	J.-M. PERRON, W.-A. SMIRNOFF et L. HUOT	785
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Diploid and tetraploid chromosome races of <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L. s. l.	GERALD A. MULLIGAN	793
<i>Populus</i> × <i>polygonifolia</i> , hybrida nova (Salicaceae)	F. GUY BERNARD	797
Forme blanche de <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill (Boraginaceae)	F. GUY BERNARD	801
REVUE DES LIVRES		803

NUMÉRO 4

Le fjord du Saguenay : I. Contribution à l'océanographie	GÉRARD DRAINVILLE	809
Les crevettes des eaux côtières du Québec : taxonomie et distribution	RICHARD COUTURE et PIERRE TRUDEL	857
Âge et croissance de <i>Macoma balthica</i> L. à Cacouna-est dans l'estuaire du St-Laurent	R. LAVOIE, J.-L. TREMBLAY et G. FILTEAU	887
Déplacements du Doré jaune <i>Stizostedion vitreum</i> (Mitchill) du fleuve Saint-Laurent d'après les données du marquage	ÉTIENNE MAGNIN et GÉRARD BEAULIEU	897
Étude comparée de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la Touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>), lac Mistassini, Québec	ALFRED DUBOIS et ROBERT LAGUEUX	907

Changements cycliques annuels se produisant dans les ovaires de <i>Perca fluviatilis flavescens</i> (Mitchill) de la région de Montréal	ANGELLO MALSERVISI et ÉTIENNE MAGNIN	929
Une nouvelle espèce s'introduit au Québec : le saumon rose <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum)	VIANNEY LEGENDRE et WILFRID CARTER	947
Sur quelques algues marines nouvelles pour le golfe Saint-Laurent.....	ANDRÉ CARDINAL	951
A collection of marine algæ from Newfoundland. I. Introduction and Phæophyta.	ROBERT K. S. LEE	957
Indices de pollution des eaux de la rivière des Prairies	GUY VAILLANCOURT	979

COMMUNICATIONS BRÈVES

Capture d'un poisson-tapir <i>Notocanthus nasus</i> Bloch (Notacanthidæ) à l'entrée du golfe Saint-Laurent	JULIEN BERGERON	1301
Une première mention oubliée pour le Québec et pour le Canada	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	1033
REVUE DES LIVRES		1035

NUMÉRO 5

Morphologie comparée de l'abdomen du mâle des Cantharidae Silini (Coléoptères, Cantharoidea)	NOËL MAGIS	1041
Statut, affinités et origines des Anthidiinae parasites (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae)	JEAN J. PASTEELS	1055
On the Heteroptera in the Provancher collection (Hemiptera)	LEONARD A. KELTON	1065
Note sur <i>Anax maritimus</i> Provancher (Odonata: Aeshnidae)	LUC FERNET, JEAN-GUY PILON et RENÉ BÉRIQUE	1081
Distribution of Québec Stoneflies (Plecoptera)	W.E. RICKER, RENÉ MALOUIN, PETER HARPER and H.H. ROSS	1085
Infection des cellules des gonades et du système nerveux de <i>Galleria mellonella</i> par le virus de la densonucléose	S. GARZON et E. KURSTAK	1125
Croissance du jeune Fou de Bassan (<i>Sula bassana</i>) pendant sa période pré-envol (Île Bonaventure, Québec)	JEAN M. POULIN	1131
Clutch size and incubation period of the American eider (<i>Somateria mollissima dresseri</i>) on Brandypot Island	DARYL GUIGNION	1145

Détermination du nombre de tas de crottins rejetés et du nombre de reposées établies, par jour, par l'original (<i>Alces alces</i>), en hiver	PIERRE DESMEULES	1153
Notes on the use of bark by Moose (<i>Alces alces americana Clinton</i>) in Laurentide Park (Québec)	PIERRE DESMEULES	1159
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Note on ethylene production by flowers of <i>Vaccinium angustifolium</i> Ait. following treatments with 2-chloroethane phosphonic acid and other growth regulators	F.R. FORSYTH and I.V. HALL	1165
Extension d'aire du Saumon d'eau douce (<i>Salmo salar</i>) au Québec	ROGER LEJEUNE et VIANNEY LEGENDRE	1169
REVUE DES LIVRES		1175

NUMÉRO 6

L'abbé J.-W. Laverdière (1897-1967)	ROBERT SABOURIN	1187
Guettard's map of Canada and Louisiana - A Geologic First	F. FITZ OSBORNE	1189
The Fe-C-O-S + (H ₂ O) system : Part I. Experimental results	MAURICE SEGUIN	1195
The Fe-C-O-S + (H ₂ O) system : Part II. Applications to iron forma- tions in the Michipicoten and Central Labrador areas	MAURICE SEGUIN	1217
Sur la formation d'anorthosites par différenciation mécanique d'un magma basaltique contaminé	JACQUES MARTIGNOLE	1231
Turbidites sans matrice produits de diagénèse	JEAN LAJOIE	1243
Géologie de la montagne de Brome	GUY VALIQUETTE et GINETTE ARCHAMBAULT	1257
Paramorphisme du quartz dans le granophyre de l'intrusion de Muskox, T.N.O.	GASTON POULIOT	1277
Notes sur la géologie glaciaire de la région de Manic 2	PIERRE SAUVÉ et PIERRE LASALLE	1293
Étude de la composition minéralogique et de l'altération des minéraux dans un profil de sol de la série des sables St-Jude, comté de St-Hyacinthe	ROBERT LEDOUX	1301
Les coulées d'argile dans la province de Québec	JEAN-Y. CHAGNON	1327
Les « Argiles-à-blocs » du sud-ouest des Appalaches du Québec	PIERRE ST-JULIEN	1345
Sur une microfaune du Viséen Supérieur de Terre-Neuve	B. L. MAMET	1357

Ordovician formations in Northwestern New York	MARSHALL KAY	1373
Graptolite faunas from the middle Ordovician of the Gaspé North Shore	JOHN RIVA	1379
Fossiles marins Pléistocènes dans la partie nord du Lac Saint-Jean	JEAN-CLAUDE DIONNE	1401
Illustrated check-list of marine Pleistocene invertebrate fossils of Québec	FRANCES J. E. WAGNER	1409
Étude paléontologique et paléoclimatique de la microfaune du Régourdou (Montignac, Dordogne, France)	SIMONE SIMARD	1435
Nouvelle faune ichthyologique du dévonien moyen dans les grès de Gaspé (Québec) I. Géologie et écologie	YVON PAGEAU	1459
La contribution à la science de la « Flore canadienne » de Provancher	JACQUES ROUSSEAU et BERNARD BOIVIN	1499
REVUE DES LIVRES		1531
SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 95		1539
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES		1546

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES

Aalders, Lewis E. Voir Yvan V. Hall	393
Archambault, Ginette. Voir Guy Valiquette	1257
Beaudry, Jean-R. Études sur les Solidago. VIII. Résultats et analyse de croisements effectués entre le <i>Solidago canadensis</i> L. et le <i>Solidago tepida</i> var. <i>fallax</i> Fern	19
Beaulieu, G. Voir Étienne Magnin	897
Béique, René. Voir A. Francoeur	229
L'œuvre et l'héritage de l'abbé Léon Provancher	609
Voir Luc Fernet	1081
Bergeron, Julien. Capture d'un poisson-tapir <i>Notocanthus nasus</i> Bloch (Notacanthidae) à l'entrée du golfe Saint-Laurent	1031
Bernard, F. Guy. Forme blanche de <i>Epilobium adenocaulon</i> Haussknecht (Onagraceae)	225
Forme vivipare de <i>Scirpus pedicellatus</i> Fernald (Cyperaceae)	227
<i>Commelina communis</i> L. var. <i>exserta</i> (Pennell) <i>status novus</i> (Commelinaceae)	599
<i>Populus</i> X <i>polygonifolia</i> , hybrida nova (Salicaceae)	797
Forme blanche de <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill (Boraginaceae)	801
Bernier, B. Étude sur l'extraction du fer et de l'aluminium libres dans les sols podzolisés	247
Blais, Viateur. Voir Albert Legault	307
Boivin, B. Voir Jacques Rousseau	1499
Bureau, René. Notice nécrologique: l'abbé J.-W. Laverdière	187
Cardinal, André. Sur quelques algues marines nouvelles pour le golfe Saint-Laurent	951
Carrier, J.-L. Voir B. Bernier	247
Carter, Wilfrid. Voir Vianney Legendre	947
Cayouette, Richard. Études sur la flore du Saguenay. I—Commentaires sur un article et sur des récoltes de E. J. Hill	177
Chagnon, Jean-Y. Les coulées d'argile dans la province de Québec	1327
Cinq-Mars, Lionel. Hommage d'un botaniste à l'abbé Léon Provancher (1820-1892), fondateur du Naturaliste canadien	7
Côté, J.-R. Voir E. Kurstak	773
Couture, Richard. Les crevettes des eaux côtières du Québec: taxonomie et distribution	857
Desmeules, Pierre. Détermination du nombre de tas de crottins rejetés et du nombre de reposées établies, par jour, par l'orignal (<i>Alces alces</i>), en hiver Notes on the use of bark by Moose (<i>Alces alces americana</i> Clinton) in Laurentide Park (Québec)	1153 1159

Dionne, Jean-Claude. Fossiles marins pléistocènes dans la partie nord du lac Saint-Jean	1401
Doyon, Dominique. La végétation des pâturages naturels de Saint-Ferréol et de Saint-Tite-des-Caps, Comté de Montmorency	367
Drainville, Gérard. Le fjord du Saguenay: I. Contribution à l'océanographie	809
Dubois, Alfred. Étude comparée de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la Touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>), lac Mistassini, Québec	907
Fernet, Luc. <i>Aeshna clepsydra</i> (Say) (Odonata: Aeshnidae) au Québec	741
<i>Pantala hymenea</i> (Say) (Odonata: Libellulidae) au Québec	767
Une première mention oubliée pour le Québec et pour le Canada	1033
Note sur <i>Anax maritimus</i> Provancher (Odonata: Aeshnidae)	1081
Filteau, G. Voir R. Lavoie	887
Forsyth, F.-R. Note on ethylene production by flowers of <i>Vaccinium angustifolium</i> Ait. following treatments with 2-chloroethane phosphonic acid and other growth regulators	1165
Fortin, J.-André. Les mycorhizes ectotrophes des arbres forestiers	287
Francoeur, André. Additions à la faune myrmécologique du Québec	229
Une nouvelle espèce du genre <i>Myrmica</i> (Formicidae, Hymenoptera) au Québec	727
Garzon, S. Voir E. Kurstak	773
Infection des cellules des gonades et du système nerveux de <i>Galleria mellonella</i> par le virus de la denso nucléose	1125
Gaspar, Charles. Les fourmis de la Drôme et des Basses-Alpes, en France (Hymenoptera, Formicidae)	747
Gérardin, V. Note sur le <i>Quercus rubra</i> var. <i>borealis</i> dans la région du lac Saint-Jean	171
Goring, I. Voir E. Kurstak	773
Grandtner, Miroslav-M. Essai d'une méthodologie de recherches écologiques en vue de la planification du développement régional	577
Guignion, Daryl. Clutch size and incubation period of the American eider (<i>Somateria mollissima dresseri</i>) on Brandypot Island	1145
Hall, Yvan V. The botanical composition of two barrens in Nova Scotia	393
Voir F.-R. Forsyth	1165
Harper, Peter. Voir W.E. Ricker	1085
Heinrich, Gerd. Contributions to the knowledge of North American Ichneumoninae	703
Huot, L. Voir J.-M. Perron	785
Hustich, Illmari. La forêt d'épinette noire à mousses du Québec septentrional et du Labrador	413
Jurdant, M. Voir V. Gérardin	171

Kay, Marshall. Ordovician formations in Northwestern New York	1373
Kelton, Leonard O. On the Saldidae types in the Provancher Collection, and a new name for <i>Salda coriacea</i> Uhler (Heteroptera)	661
On the Heteroptera in the Provancher collection (Hemiptera)	1065
Kiriakoff, S.G. Sur quelques <i>Notodontidae</i> (Lepidoptera: <i>Notodontidea</i>) australiens	667
Krombein, Karl V. A fifth Species of <i>Nitela</i> from North America (Hymenoptera: Sphecidae)	699
Kurstak, E. Étude de la densonucléose de <i>Galleria mellonella</i> L. (Lepidoptera) par les techniques de fluorescence	773
Voir S. Garzon	1125
Ladouceur, Gilles. Voir André Lafond	317
Lafond, André. Les forêts, les climax et les régions biogéographiques du bassin de la rivière Outaouais	317
Lagueux, Robert. Voir Alfred Dubois	907
Lajoie, Jean. Turbidités sans matrice produits de diagenèse	1243
Lasalle, Pierre. Voir Pierre Sauvé	1293
Lattin, John D. Voir Leonard A. Kelton	661
Lavoie, R. Age et croissance de <i>Macoma balthica</i> L. à Cacouna-est dans l'estuaire du St-Laurent	887
Lavoie, Victorin. La phytosociologie et l'aménagement des bleuetières	397
Ledoux, Robert. Étude de la composition minéralogique et de l'altération des minéraux dans un profil de sol de la série des sables St-Jude, Comté de St-Hyacinthe	1301
Lee, Robert K.S. A collection of marine algae from Newfoundland I. Introduction and Phaeophyta	957
Legault, Albert. Les <i>Cheilanthes siligiosa</i> Maxon dans le nord-est américain	307
Legendre, Vianney. Une nouvelle espèce s'introduit au Québec: le saumon rose <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum)	947
Voir Roger LeJeune	1169
LeJeune, Roger. Extension d'aire du Saumon d'eau douce (<i>Salmo salar</i>) au Québec	1169
Magis, Noël. Morphologie comparée de l'abdomen du mâle des Cantharidae Silini (Coléoptères, Cantharoidea)	1041
Magnin, Étienne. Déplacements du Doré jaune <i>Stizostedion vitreum</i> (Mitchill) du fleuve Saint-Laurent d'après les données du marquage	897
Voir Angelo Malservisi	929
Maheux, Georges. Le centenaire du Naturaliste canadien (1868-1968)	1
Maldague, Michel. Vitesse de décomposition de litières d'érable à sucre (<i>Acer saccharum</i> Marsh.) de la région de Québec	259

Malouin, René. Voir W.E. Ricker	1085
Malservisi, Angelo. Changements cycliques annuels se produisant dans les ovaires de <i>Perca fluviatilis flavescens</i> (Mitchill) de la région de Montréal	929
Mamet, B.-L. Sur une microfaune du Viséen supérieur de Terre-Neuve	1357
Martignole, Jacques. Sur la formation d'anorthosites par différenciation mécanique d'un magma basaltique contaminé	1231
Maycock, Paul F. The flora and vegetation of the southern Manitounuk Islands, southeast Hudson Bay, and a consideration of phytogeographical relationships in the region	423
Mulligan, Gerald A. Diploid and tetraploid chromosome races of <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L. s. l.	793
Osborne, F. Fitz. Guettard's map of Canada and Louisiana — A geologic first	1189
Pageau, Yvon. Nouvelle faune ichthyologique du dévonien moyen dans les grès de Gaspé (Québec). I. Géologie et écologie	1459
Pasteels, Jean-J. Statut, affinités et origines des Anthidiinae parasites (Hymenoptera, Apoïdea, Megachilidae)	1055
Perron, J.-M. Effets de certains éléments sur la relation hôte/pathogène, <i>Plodia interpunctella</i> (Hbn.) et <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> Berliner.....	785
Pilon, Jean-Guy. Voir Luc Fernet	741
Voir Luc Fernet	767
Voir Luc Fernet	1033
Voir Luc Fernet	1081
Poulin, Jean-Marie. Croissance du jeune Fou de Bassan (<i>Sula bassana</i>) pendant sa période pré-envol (Ile Bonaventure, Québec)	1131
Pouliot, Gaston. Paramorphisme du quartz dans le granophyre de l'intrusion de Muskox, T.N.O.	1277
Revue des livres	231, 601, 803, 1035, 1175, 1531
Richard, Pierre. Un spectre pollinique type de la sapinière à bouleau blanc pour la forêt Montmorency	565
Ricker, W. E. Distribution of Québec Stoneflies (Plecoptera)	1085
Riva, John. Graptolite faunas from the middle ordovician of the Gaspé North Shore	1379
Ross, H.H. Voir W.E. Ricker	1085
Rousseau, Camille. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec	49
Rousseau, Jacques. The vegetation of the Québec-Labrador peninsula between 55° and 60°N	469
La contribution à la science de la "Flore canadienne" de Provancher	1499
St-Julien, Pierre. Les "Argiles-à-blocs" du sud-ouest des Appalaches du Québec	1345
Sabourin, Robert. L'abbé J.-W. Laverdière	1187

Sauvé, Pierre. Notes sur la géologie glaciaire dans la région de Manic 2	1293
Schmid, F. Quelques Trichoptères néarctiques nouveaux ou peu connus	673
Les genres <i>Neurocyta</i> Navas et <i>Phryganopsyche</i> Wiggins en Inde (Trichoptera, Phryganeidae et Phryganopsychidae)	723
Séguin, Maurice. The FE-C-O-S + (H ₂ O) System: Part I. Experimental results...	1195
The FE-C-O-S + (H ₂ O) System: Part II: Applications to iron formations in the Michipicoten and central Labrador areas	1217
Séguy, E. Remarques sur quelques insectes diptères du genre <i>Omphrale</i> Meigen (Diptera: Scenopinidae)	657
Shah, C.K. Development of pericarp and seed coat in the Cyperaceae	39
Shenefelt, R.D. <i>Braconidae</i> described by l'abbé Provancher	627
Simard, Simone. Étude paléontologique et paléoclimatique de la microfaune du Regourdou (Montignac, Dordogne, France)	1435
Smirnoff, W.-A. Voir J.-M. Perron	785
Tremblay, J.-L. Voir R. Lavoie	887
Trudel, Pierre. Voir Richard Couture	857
Vaillancourt, Guy. Indices de pollution des eaux de la rivière des Prairies	979
Valiquette, Guy. Géologie de la montagne de Brome	1257
Van Boven, J.K. La reine de <i>Dorylus (Anomma) kohli</i> Wasmann (Hymenoptera: Formicidae)	731
Vézina, Paul-F. La diminution du rayonnement solaire provoquée par la croissance des arbres à la suite d'une éclaircie	241
Villeneuve, G.-Oscar. La limite nord du climat tempéré québécois	235
Wagner, Frances J.E. Illustrated check-list of marine pleistocene Invertebrate fossils of Québec	1409

REVUES PUBLIÉES PAR L'UNIVERSITÉ LAVAL

RECHERCHES SOCIOGRAPHIQUES

Revue publiée par le département de sociologie et d'anthropologie de l'université Laval avec le concours du Centre de Recherches sociales. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$2.00 (3 numéros par an).

LAVAL THÉOLOGIQUE ET PHILOSOPHIQUE

Publiée par les facultés de théologie et de philosophie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$4.00, à l'étranger \$4.50, le numéro: \$2.00 (2 numéros par an).

SERVICE SOCIAL

Publiée par l'école de service social de l'université Laval. Elle traite de travail social, de bien-être, de médecine, de psychiatrie et de psychologie, de législation, d'administration publique et de sociologie. Abonnement annuel: au Canada \$3.00, à l'étranger \$3.50, le numéro: \$1.25 (3 numéros par an).

CAHIERS DE GÉOGRAPHIE DE QUÉBEC

Publiée par l'Institut de géographie de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$8.00, le numéro: \$3.00 (3 numéros par an).

RELATIONS INDUSTRIELLES / INDUSTRIAL RELATIONS

Publiée en français et en anglais par le département des relations industrielles de l'université Laval. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro: \$1.50 (revue trimestrielle).

L'ORIENTATION PROFESSIONNELLE / VOCATIONAL GUIDANCE

Publication officielle de la Corporation des Conseillers d'orientation professionnelle du Québec. Abonnement annuel: au Canada \$5.00, à l'étranger \$5.50, le numéro \$1.25 (5 numéros par an).

Pour abonnements, s'adresser au
Service des revues,

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL,
C.P. 2447, Québec 2.

Sommaire

L'abbé J.-W. Laverdière (1897-1967)	ROBERT SABOURIN	1187
Guettard's map of Canada and Louisina - A Geologic First	F. FITZ OSBORNE	1189
The Fe-C-O-S + (H ₂ O) system : Part I. Experimental results	MAURICE SEGUIN	1195
The Fe-C-O-S + (H ₂ O) system : Part II. Applications to iron formations in the Michipicoten and Central Labrador areas	MAURICE SEGUIN	1217
Sur la formation d'anorthosites par différenciation mécanique d'un magma basaltique contaminé	JACQUES MARTIGNOLE	1231
Turbidites sans matrice produits de diagénèse	JEAN LAJOIE	1243
Géologie de la montagne de Brome	GUY VALIQUETTE et GINETTE ARCHAMBAULT	1257
Paramorphisme du quartz dans le granophyre de l'intrusion de Muskox, T.N.O.	GASTON POULIOT	1277
Notes sur la géologie glaciaire de la région de Manic 2	PIERRE SAUVÉ et PIERRE LASALLE	1293
Étude de la composition minéralogique et de l'altération des minéraux dans un profil de sol de la série des sables St-Jude, comté de St-Hyacinthe	ROBERT LEDOUX	1301
Les coulées d'argile dans la province de Québec	JEAN-Y. CHAGNON	1327
Les « Argiles-à-blocs » du sud-ouest des Appalaches du Québec	PIERRE ST-JULIEN	1345
Sur une microfaune du Viséen Supérieur de Terre-Neuve	B. L. MAMET	1357
Ordovician formations in Northwestern New York	MARSHALL KAY	1373
Graptolite faunas from the middle Ordovician of the Gaspé North Shore	JOHN RIVA	1379
Fossiles marins Pléistocènes dans la partie nord du Lac Saint-Jean	JEAN-CLAUDE DIONNE	1401
Illustrated check-list of marine Pleistocene invertebrate fossils of Québec	FRANCES J. E. WAGNER	1409
Étude paléontologique et paléoclimatique de la microfaune du Régourdou (Montignac, Dordogne, France)	SIMONE SIMARD	1435
Nouvelle faune ichthyologique du dévonien moyen dans les grès de Gaspé (Québec) I. Géologie et écologie	YVON PAGEAU	1459
La contribution à la science de la « Flore canadienne » de Provancher	JACQUES ROUSSEAU et BERNARD BOIVIN	1499
REVUE DES LIVRES		1531
SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 95		1539
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES		1546

