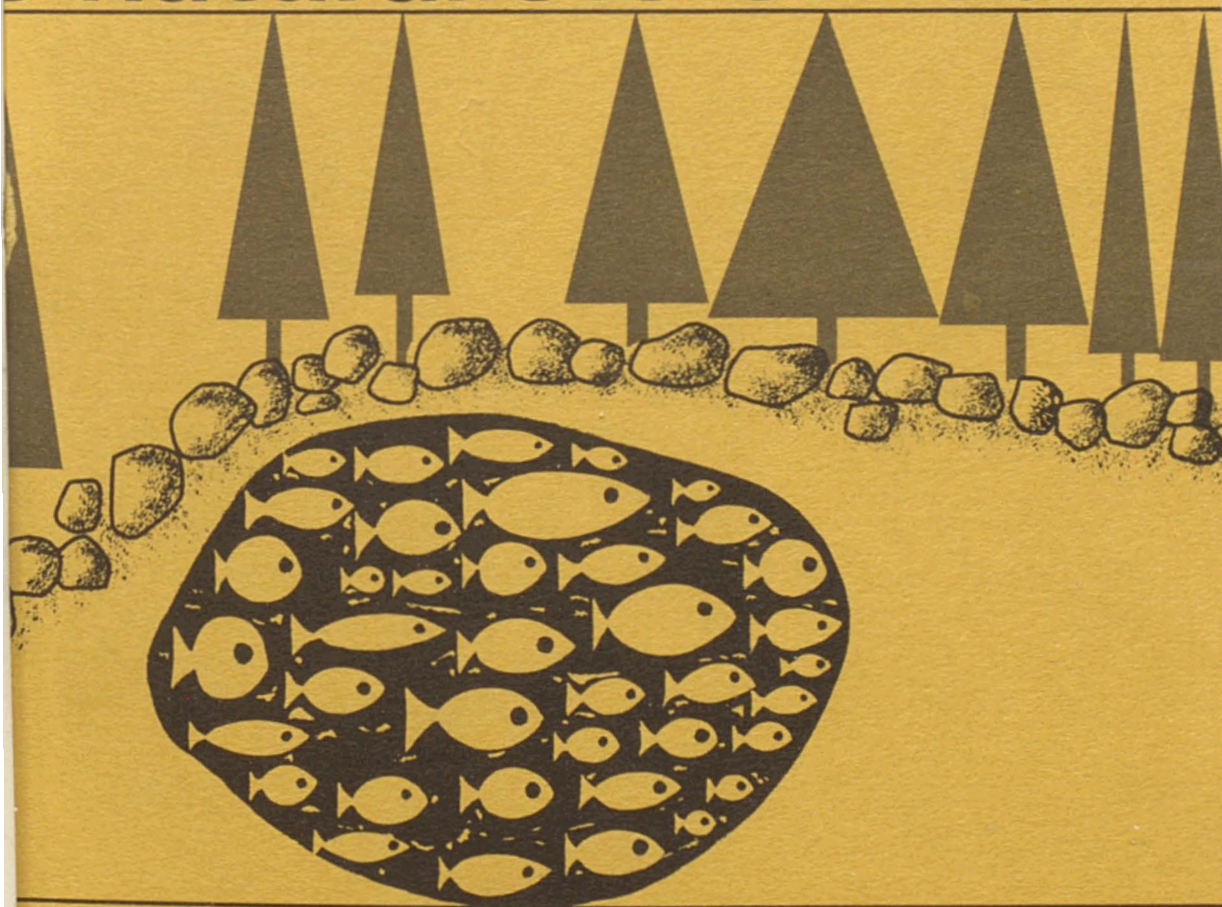


Volume 99,

n° 1,

janvier - février 1972

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

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des Terres et Forêts, Québec*

JULIEN BERGERON, *Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec*

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 océanographique 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, *Service de la faune du Québec*

A. C. NEISH, *Conseil national des recherches 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 : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

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 **Secrétariat 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.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec — Quatrième trimestre 1971.

LES STRUCTURES DE VÉGÉTATION : INTERPRÉTATION GÉOGRAPHIQUE ET ÉCOLOGIQUE, CLASSIFICATION ET APPLICATION^{1, 2}

Serge PAYETTE et Benoît GAUTHIER

Faculté d'agriculture et Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec

Résumé

Après avoir défini et situé la notion de structure de végétation dans les contextes biogéographique et écologique, les auteurs présentent une nouvelle classification de la végétation à partir des éléments structuraux. Élaborée en relation avec la cartographie structurale à grande et à très grande échelles (1/1,000 – 1/50,000), cette classification peut être utilisée à des niveaux cartographiques plus généraux, compte tenu de certaines modifications. Quelques exemples cartographiques choisis dans les principales formations biologiques de la péninsule du Québec-Labrador (zones tempérée, boréale, hémiarctique et arctique) illustrent l'application de la classification.

Abstract

This paper is mainly concerned with the notion of the structure of vegetation, within a biogeographical and ecological viewpoints. In defining and setting this notion, the authors present a new classification of vegetation based on structural elements. The classification is expressed at large and very large scales (1/1,000 – 1/50,000), although more generalized cartographic levels can be utilized according with some adjustments. Cartographic examples were selected from the principal life zones of Québec-Labrador peninsula (temperate, boreal, hemiarctic and arctic zones) to illustrate the applicability of the classification.

Introduction

Les physionomies ou les structures de végétation ont préoccupé les biogéographes de toutes les époques. Selon Kenoyer (1929), le grec Théophraste (environ 300 ans avant J.-C.) et les hindous Charaka, Susraka et autres (environ 200 ans après J.-C.) figurent parmi

les premiers observateurs à décrire l'apparence externe de la végétation. D'après ce même auteur, ce n'est qu'avec Humboldt (1806), et plus tard Grisebach (1872), que s'amorce la nouvelle phyto-géographie. La classification des formations végétales du globe figure parmi leurs principaux travaux. Depuis le dix-neuvième siècle, la liste des classifications ne cesse de s'allonger.

Les termes *physionomie* et *structure* sont couramment employés par la majorité des phytogéographes pour désigner

¹ Mélanges du Centre d'études nordiques, n° 49.

² Contribution N° 127 de la Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval.

les aspects morphologiques, non floristiques et non écologiques, de la végétation. Devons-nous parler de classification physionomique ou structurale ? Long (1968) a insisté, à la suite de Greig-Smith (1964), sur l'imprécision du terme physionomie. Appréciation généralement floue du phénomène structure, la physionomie décrit le contenant ou l'aspect global de la végétation. La structure concerne plus particulièrement le contenu aérien et différencié de la masse végétale. La physionomie correspond à une certaine simplification de la réalité structurale. Est-ce qu'elle peut être plus que cette sensation, ordinairement diffuse, du paysage végétal, mais encore l'expression adéquate de la structure réelle de la végétation ?

Les types de structure sont exprimés par des physionomies distinctes. Danseureau (1957) schématise ainsi cette relation : *floristique* → *structure* → *physionomie*.

Ce dernier auteur (1951, 1957, 1960) a dégagé la composante structurale en trois éléments principaux : 1. les formes de croissance, comprenant la forme biologique (ligneuse, herbacée, muscinale), la fonction (décidue, semi-décidue, etc.) et le type de feuilles (forme, grandeur et texture) ; 2. la stratification ; 3. la couverture.

De la structure à la physionomie, une certaine généralisation s'impose. Une bonne équivalence physionomique nécessite l'emploi de termes appropriés, descriptifs et non génétiques. Le sens des termes physionomiques, actuellement en usage dans les travaux phytogéographiques et écologiques, suggère très souvent une interprétation génétique du phénomène au lieu d'une simple description. Un déphasage important se produit entre le degré d'information de l'objet décrit, sa nature explicative, et la sémantique taxonomique. Afin d'éviter toute relation

a priori nous utiliserons l'expression "classification structurale de la végétation" ainsi que de nouveaux termes taxonomiques pour désigner les structures de végétation, dépouillés de toute charge génétique. Ces considérations justifient la définition suivante de la structure de végétation : ensemble d'éléments végétaux caractérisé par la distribution spatiale d'individus d'une ou de plusieurs espèces végétales, de taille variable, selon un arrangement tridimensionnel défini.

La structure de végétation : une réalité géographique et écologique

Généralités

Historiquement, la structure de végétation est une notion polythématique. Employée au début dans l'étude des principales formations végétales du globe, elle est maintenant considérée comme outil à fins multiples. En y regardant de près, on constate qu'elle répond assez bien aux besoins et aux objectifs d'études spécifiques, les unes singulières et les autres traditionnelles.

Elle sert les intentions militaires. Elle est utilisée dans les travaux d'utilisation du sol et de mise en valeur agricole ou forestière. Elle est employée au cours des inventaires géographique et écologique des territoires peu ou pas explorés. Elle devient actuellement un médium par lequel sont transmises les informations relatives aux processus dynamiques des écosystèmes. Lévi-Strauss (1958) a depuis longtemps appliqué la notion de structure en anthropologie. Il précise qu'elle "offre un caractère de système. Elle consiste en éléments tels qu'une modification quelconque de l'un d'eux entraîne une modification de tous les autres". On ne peut mieux souligner la portée fondamentale de la structure, équipée de relations interdépendantes et sujettes au changement, la structure étant

liée à l'histoire (Margalef, 1963). Une telle vocation suppose que la structure de végétation et l'ensemble cartographique des structures de végétation possèdent une signification variable.

Relativité du phénomène

Bohr (*in* Guinochet, 1955) a souligné, il y a plusieurs décennies, l'importance du niveau d'observation en science. Lorsqu'un phénomène est perçu à des échelles d'observation différentes, il change de signification. Il existe des seuils de perception pour lesquels l'homme appréhende et interprète différemment les relations entre phénomènes. D'un niveau à l'autre, les éléments et les ensembles acquièrent un degré d'abstraction différent.

Le fait n'est pas nouveau. C'est un problème majeur posé aux cartographes des sciences géographiques que celui de la nature et du degré d'information apportés par les phénomènes étudiés. De plus, la généralisation inégale de l'objet cartographiable s'avère souvent difficile à éviter.

La structure de végétation peut être exprimée à des niveaux cartographiques variés. À travers cette cascade d'échelles, la connaissance biogéographique et écologique change sensiblement. Nous pouvons lire, à ce propos, la synthèse de Long (1968) sur les niveaux de perception dans les sciences de la végétation.

Structure de végétation et niveaux de perception

*À petite et à très petite échelles
(1/500,000 – 1/10,000,000)*

Dès le dix-neuvième siècle, les principales formations végétales de la biosphère étaient décrites. Celles que les auteurs considèrent comme éléments de zones de transition, ou écotones, sont de mieux en mieux cernées depuis.

Les auteurs contemporains, Humbert, Trochain, Roberty et Aubréville en Afrique, Aubréville et Morelos en Amérique du Sud, Kùchler aux États-Unis et dans le monde entier, Dansereau, Rousseau, Hustich et Hare au Québec, ont remis en évidence la notion de zonation. Il est inutile de rappeler le succès de son introduction dans les diverses sciences géographiques. Signalons, cependant, la montée récente du concept de continuité. Zonalité et continuum ne s'excluent pas nécessairement. Ces deux concepts sont utilisés dans des perspectives scientifiques différentes.

L'étude comparative des zones de végétation souligne l'influence prépondérante du climat. Des forêts équatoriales aux déserts polaires s'échelonnent des conditions climatiques définies, soumises aux mécanismes de la circulation générale de l'atmosphère et des océans. Formes et rythmes biologiques sont reliés intimement aux rythmes et intensités climatiques.

*À moyenne (1/50,000 – 1/250,000)
et à grande (1/2,500 – 1/50,000) échelles*

À moyenne et à grande échelles, les différents types de structure de végétation peuvent indiquer des relations analogues. Ceci est possible dans certaines situations de relief régional peu accentué, plus particulièrement dans les territoires fortement continentalisés au point de vue spatial. En considérant un climat régional relativement uniforme, la diversité du spectre structural résume des relations liées à des différences édaphiques et de succession de la végétation. Notons que le processus du dynamisme de la végétation n'est pas uniquement le résultat direct ou indirect des activités humaines. Les régions peu humanisées, le Subarctique par exemple, peuvent montrer un ensemble structural complexe. Les facteurs géologiques, l'évo-

lution géopédologique, la nature, la distribution et l'étendue des dépôts superficiels conditionnent fortement la nature des structures de végétation. À leur façon, ces caractères du paysage règlent avec les variables climatiques la vitesse de la succession végétale. L'allure donnée au processus du dynamisme est, de plus, modifiée par l'action de facteurs "successionnels", tels que le feu, les cataclysmes et l'homme.

Par ailleurs, ces relations peuvent ne pas être analogues. Ceci semble être le cas lorsque la position géographique et les caractères topographiques du territoire jouent un rôle décisif sur les variables climatiques. Si le territoire est fortement morcelé en unités écologiques, les structures de végétation montreront une variabilité notable : cas de l'étagement en montagne. Les territoires de moyenne échelle montrent plus souvent que les territoires de grande échelle un étagement climatique.

À très grande échelle (1/2,500 et moins)

C'est le niveau de la parcelle écologique. La structure de végétation représente des relations d'ordre écologique et énergétique. Le point de vue écologique est exprimé par le fait que la structuration de l'espace végétal contribue à nuancer et à augmenter le nombre des variables agissant sur le stock floristique régional. La présence d'une structure favorise une meilleure "habitabilité" de la station. Aussi diminue-t-elle la compétition entre individus d'espèces différentes, en créant un plus grand nombre de biotopes. Une augmentation de la structuration suppose un dynamisme de la végétation. Ce dernier implique évidemment un changement écologique de la station.

Le point de vue énergétique relie la structure au fonctionnement. Ceci nous amène à la notion d'écosystème. Ce der-

nier constitue un ensemble dynamique. Une économie de relations réciproques entre éléments physiques et biologiques, évoluant dans l'espace et le temps, caractérise tout écosystème. Si ces relations supposent un fonctionnement, amorcé par l'énergie solaire, cheminant en cascades et se transformant partiellement en matière, elles fondent naturellement la base de la structure (Margalef, 1963). Et de façon générale, les ensembles structurés participent à une même structure, perçue sous l'angle très large de leur fonctionnement de base qui est similaire. Eckardt (1968) précise que "la stratification fonctionnelle est rendue possible du fait de la stratification des organismes vivants en groupes qui, par leur activité, jouent des rôles différents au sein de la biosphère". Ce qui revient à dire que tout fonctionnement s'opère grâce à une structure. Il est évident que nous nous situons au niveau de l'écophysologie des écosystèmes (Eckardt, 1968), dégagée de toute interprétation géographique. Énergie et structure sont génétiquement liées ; l'une et l'autre informent tout corps effectivement organisé.

Structure de végétation et écologie régionale

Le cadre géographique : la région

L'étude des structures de végétation au niveau de la région pose des problèmes d'approche relativement difficiles. Le concept de région tel que défini par Dickinson (1970) se réfère à "*the segregation of phenomena on the earth's surface in spatial groupings, that may be described as unique or specific groupings and as worldwide repetitive or generic groupings*". Ceci est au centre des préoccupations géographiques. La délimitation d'une région donne une grandeur fluctuante lorsqu'elle est basée sur des critères peu perceptibles dans le paysage.

Cependant, la répétition d'un phénomène matérialisé dans l'espace constitue une grandeur moins variable et susceptible d'être estimée, au même titre que la végétation, les formes de terrain, le sol et le type de mise en valeur du territoire. Autant la région se rapporte spécifiquement aux critères utilisés pour la définir et la circonscrire, autant elle concerne un ensemble de phénomènes interdépendants, tel un écosystème. Il est probablement inutile de parler de paysage naturel et de paysage culturel, sachant que l'action de l'homme s'inscrit dans un paysage global, à la fois biophysiquement et culturellement. Dickinson (1970) note: "*There are, of course, many vague, indeterminate, and controversial transitional areas between the processes of Nature and of Man*". Ceci doit être retenu, mais pour le phytogéographe et le phyto-écologiste, une certaine simplification du paysage s'impose. En effet, car la variable "culture" modifie biophysiquement l'arrangement écologique du paysage végétal. Les bases sur lesquelles la région est définie vont déterminer sa taille et sa forme. Ceci influence directement les caractères du spectre structural de la région.

*Individus et groupe d'individus :
problème taxonomique*

Si la région est difficile à circonscrire, il en est de même des structures de végétation. Quelle est la grandeur physique d'une structure de végétation pour une région dont la grandeur est déterminée et dont l'expression cartographique se situe à une échelle définie ? Problème de représentativité selon le niveau de perception et qui met en cause l'hétérogénéité (ou l'homogénéité) du phénomène.

Des individus aux groupes d'individus, nous passons de l'entité facilement visible à l'entité difficilement saisissable. Un

individu d'une espèce végétale possède une dimension et une forme plus évidentes qu'un groupe d'individus d'une ou de plusieurs espèces composant une structure de végétation. Cet aspect important de la taille des individus est depuis longtemps étudié en sciences naturelles. Pour le pédologue ou l'écologiste, notamment, les limites des individus étudiés sont estimées de façon plus ou moins satisfaisante par le degré d'homogénéité. Ceci a permis d'assigner un rang taxonomique aux individus appréhendés. En pédologie, Cline (1944, 1945) et Arnold (1966) emploient l'écart-type, la variance et autres critères de dispersion pour évaluer le degré d'homogénéité des échantillons de sols prélevés. Ces derniers sont réunis ultérieurement dans une ou plusieurs unités taxonomiques. La variabilité des caractères pédologiques retenus sert à calculer le nombre d'échantillons optimal, afin de mieux définir la série de sol en termes de population. En écologie végétale, plusieurs auteurs proposent diverses méthodes d'échantillonnage (Gounot, 1969).

Sans être exclusif à l'écologie végétale, l'échantillonnage stratifié est une des méthodes les plus utilisées (Cochran, 1963). Grâce à la stratification des variables écologiques, nous pouvons estimer *a priori* la diversité et les unités écologiques d'un paysage. Cette stratification est employée empiriquement par les cartographes des sciences naturelles, se servant des photographies aériennes pour l'identification et l'interprétation des phénomènes étudiés. Si le but poursuivi consiste à établir une classification des groupements végétaux, soit sur une base floristique ou écologique, le regroupement taxonomique peut être fait de la même façon qu'en pédologie. En introduisant l'échantillonnage progressif (Godron, 1968), la variabilité écologique du territoire étudié est couverte. Sem-

blables aux unités taxonomiques des pédologues, les unités écologiques sont saisies et définies en termes de population.

Sachant que les structures de végétation possèdent une signification écologique, elles peuvent être considérées, d'une part, comme variable ou ensemble de variables utilisées au cours des différentes étapes de l'échantillonnage et, d'autre part, elles peuvent constituer un objet d'étude *per se*. Retenons le fait que dans ces deux cas, les structures de végétation sont perçues comme des unités taxonomiques définies en termes de population.

Structure de végétation et écologie

Il existe des relations causales et de réciprocité entre diversité écologique et diversité structurale au sein d'une région. Dans toute étude d'écologie végétale et de phytogéographie, les structures de végétation peuvent être avantageusement utilisées, grâce à un échantillonnage adéquat.

D'une grande utilité en ce qui concerne l'ébauche d'unités homogènes à délimiter sur une carte pré-minute, la structure de végétation facilite le contour des zones homologues (Rey, 1968), ou mieux, des zones isophènes (Poissonnet, 1967). Une première stratification est possible en reliant, par exemple, la diversité structurale avec les ensembles géomorphologiques, avec les principales formations pédologiques, ou encore, avec les divers types de mise en valeur de l'espace régional. Déjà, l'état structural du tapis végétal suggère à l'écologiste ou au phytogéographe une gamme variable de possibilités écologiques générales. Ces dernières constituent des hypothèses de travail vérifiables, à des degrés divers.

L'analyse structurale fournit une information, surtout lorsqu'on exprime cartographiquement la diversité structurale. L'uniformité ou la diversité, le morcellement, la dimension, la forme et la sorte de récurrence des types de structure apparaissent comme des critères d'analyse valables. Insistons encore sur le fait que la structure suggère ; elle ne peut constituer à elle seule le miroir dans lequel le chercheur voit les nombreuses facettes écologiques de la région. Cependant, si Gounot (1969) estime que la structure "n'est réellement révélatrice que quand la végétation est en équilibre au moins relatif avec le climat", il semble tout au moins souhaitable de nuancer cette affirmation. La structure possède une valeur "indicatrice" pour un ou plusieurs facteurs écologiques, variables selon les différentes échelles d'observation. Webb (1968) l'a bien démontré dans le cas des formations forestières des régions humides australiennes.

Compte tenu des possibilités d'utilisation et de la quantité d'information qu'on peut en attendre, les structures de végétation peuvent être étudiées et retenues au cours d'études régionales. La prospection et la cartographie structurales doivent s'exécuter rapidement. De plus, le choix d'une classification non génétique demeure fondamental ; la structure a une signification écologique très variable : les mêmes formes se retrouvent dans des milieux différents. Elle se veut uniquement descriptive, simple et synthétique. Exprimée cartographiquement, l'unité taxonomique décrit une forme possédant une signification moins précise que l'ensemble cartographique des formes végétales, donnant en cela l'essentiel du paysage régional : c'est de faire la géographie des structures végétales. Notons qu'il existe des exceptions, notamment dans les régions

fortement humanisées où une seule structure de végétation complexe (ex.: formation forestière), enclavée dans un ensemble structural peu diversifié, contient une information écologique peut-être supérieure à l'information cumulée de plusieurs structures adjacentes.

Structure de végétation et classification

État du problème

Il n'existe pas de doute sur le besoin d'appréhender la structure de végétation au niveau régional. Mais comment nommer tous les types structuraux que l'on rencontre dans une même région ? Entre des "individus de structure" bien distincts, de nombreuses formes intermédiaires existent et que l'on néglige, soit parce que l'observateur ne les considère pas "typiques", soit qu'il n'existe pas une classification suffisamment "fine" ou complète pour inclure les individus "aberrants". Cette conception demeure très relative. Une classification établie dans un cadre de population continue semble plus appropriée. Dans ce cas, l'individu de structure est aussi typique que n'importe quel autre. Selon la nature écologique du territoire étudié, une structure de végétation se caractérise par une probabilité d'apparition déterminée. En évaluant la variabilité structurale d'un ensemble régional, on peut théoriquement imaginer le nombre de structures de végétation biologiquement possible. De ce nombre, on peut soustraire le nombre de structures de végétation effectivement observées et établir des indices de diversité structurale et écologique présumés.

Parvenir à un inventaire et à une représentation cartographique des structures de végétation d'une région semble donc difficile à réaliser. Il existe un certain choix à faire parmi les classifications structurales actuellement en usage. Ré-

pondent-elles aux objectifs et critères de l'écologie régionale ? Bien souvent, les classifications sont teintées d'une "couleur locale", difficile de transposer dans des biorégions différentes. La lande, la garrigue, la garide (Jura neuchâtois), le maquis, la lande-garrigue, la pelouse recouvrent de leur manteau structural des réalités écologiques particulières. La lande est au domaine atlantique aquitain ce que la garrigue et le maquis sont au monde méditerranéen : paysages où le géographe découvre l'usage des espaces humanisés dans la tradition séculaire, bientôt repris dans le langage scientifique. Tous ces termes ne peuvent décrire une structure de végétation au sens strict, puisqu'ils désignent avant tout des milieux écologiques. Ils possèdent une connotation génétique précise. Les dégager de leur contexte original paraît fautif. La sémantique joue un rôle indispensable en science, parce qu'elle fournit le cadre de référence et le langage avec lesquels le scientifique perçoit, analyse et diffuse les phénomènes étudiés. Laborit (1968) souligne que "notre expérience personnelle se fixe dans des mots et... les mêmes mots serviront à fixer l'expérience d'autres hommes que tout différencie, l'âge et le milieu d'abord".

La classification de Küchler (1967) s'applique préférentiellement aux études à petite et à très petite échelles. L'analyse exhaustive de Dansereau (1957) fournit une classification structurale applicable à toutes les échelles d'expression. Dix types de formation sont définis, dénués de toute implication géographique ou écologique : forêt, parc, savane, fourré, prairie, steppe, pelouse, désert, toundra, croûte. Si le contenu de chaque type de formation indique une structure particulière, basée sur la forme de croissance, la stratification et le recouvrement, le contenant ou la physionomie, au con-

traire, se rapporte davantage aux classes de formation retrouvées chez plusieurs phytogéographes (De Martonne, Chevalier et Cuénot, 1935 ; Schimper et von Faber, 1935 ; Allorge et Jovet, 1937 ; Linton, 1951 *in* Dansereau, 1957 ; Schmithüsen, 1961 *in* Kùchler 1967 et Kùchler, 1967). Ces classes rassemblent les principales formations végétales continentales et font l'objet d'une cartographie à petite échelle. Il est étonnant de découvrir sur une carte structurale à grande échelle le voisinage de la steppe, de la toundra et de la forêt. Dansereau (1968) a cependant apporté une modification de vocabulaire, ayant l'avantage de mettre plus de clarté : *magnisilva*, *quasisilva*, *saltus*, *thamnion*, *altopratum*, *nanopratum*, *hemipratum*, *eremos*, *microthamnion* et *crusta*. Quand il s'agit de nommer des phénomènes précis, le choix des termes paraît fondamental. Le mot *toundra*, par exemple, ne possède pas la même signification à grande et à petite échelles. D'une part, à grande échelle, il traduit mal une structure de végétation, laquelle est très souvent déterminée par des facteurs édaphiques. D'autre part, à petite échelle, il est utilisé pour décrire une des plus importantes ceintures végétales de la biosphère, laquelle est sous la dépendance des facteurs climatiques. Or, l'utilisation du mot *toundra* dans la description d'une structure de végétation, distribuée dans un espace régional restreint, suggère tacitement à l'observateur une interprétation génétique d'ordre climatique préconçue et difficilement démontrable. Le cas des régions subarctiques constitue un exemple classique : les formations basses sont communément désignées *toundra*. Ce type de problème semble se poser avec autant d'acuité, sinon plus, en géomorphologie.

Les utilisateurs de la classification structurale définie dans le code écologique du CEPE (Centre d'études phyto-

sociologiques et écologiques ; Godron *et al.* 1968) trouveront un emploi judicieux des termes. Cependant, les dix formations décrites concernent uniquement les végétations caractérisées par des strates ligneuses (hautes et basses) et herbacées. Cette classification ne tient pas compte des formations muscinales, peu représentées dans le territoire français. Les formations herbacées ne font pas l'objet de subdivisions en hauteur. De plus, elle a le désavantage, comme dans la classification de Dansereau, de restreindre tous les types de végétation rencontrés à dix seulement. Signalons que la classification du CEPE permet une cartographie à grande échelle. Elle couvre difficilement la diversité structurale de nombreuses régions du globe, si on emploie uniquement les dix formations proposées.

Pour une classification structurale rénovée

La structure représente l'aspect le plus "paysagique" de la végétation. Au niveau régional se pose le problème de nommer adéquatement tous les types de structure rencontrés (Payette, 1969).

Rappelons que les régions caractérisées par une forte diversité écologique, notamment au point de vue dynamisme de la végétation, montrent souvent une forte diversité structurale (cas du littoral hudsonien de Poste-de-la-Baleine, Nouveau-Québec). Une classification structurale n'aura de valeur descriptive que si elle permet la distinction de la majorité des types existants, de "transition ou pas", et possédant une extension spatiale suffisante pour être représentés cartographiquement aux échelles choisies. Nous proposons ci-dessous une classification, nouvelle par l'emploi des termes, basée sur des critères : 1. de formes de croissance : ligneuse, herbacée et muscinale ; 2. de stratification : arborescente,

TABLEAU I
Caractéristiques des strates de la végétation

Formes de croissance	Strates	Hauteur ²	
		(mètre)	(pied)
ligneuses hautes	strate arborescente haute	>20	>66
	strate arborescente moyenne	10-20	33-66
	strate arborescente basse	5-10	16-33
ligneuses basses	strate arbustive haute	2.5-5	8-16
	strate arbustive basse	0-2.5	0-8
herbacées	strate herbacée haute	>0.6	>2
	strate herbacée basse	0-0.6	0-2
muscinale: mousses et lichens	strate muscinale	0-0.15	0-0.5

arbustive, herbacée et muscinale¹ (tableau I) ; 3. de recouvrement des strates.

La structure végétale peut être saisie comme une unité tridimensionnelle, observée à vol d'oiseau, particulièrement par l'intermédiaire des photographies aériennes verticales. La présence des strates ensoleillées (au zénith) et leur importance relative (recouvrement spatial) peuvent être notées. Une fois tirées

les limites de chaque structure présumée, la plage cartographique couvre 100% et le recouvrement de chaque strate à découvert est estimé à partir de ce pourcentage.

La structure de végétation représente un *niveau de généralisation* : d'une part, en retenant uniquement une partie de l'ensemble des strates à découvert, et d'autre part, en négligeant les strates ombragées. Avec Laborit (1968), "généraliser consiste pour nous à créer de nouveaux ensembles de relations, c'est-à-dire de nouvelles structures qui englobent les ensembles préexistants...".

La terminologie est basée sur les deux principales strates dominantes, au point de vue recouvrement spatial³. La strate dominante donne le nom générique au type de structure de végétation. La deuxième strate, sous-dominante, ap-

¹ À la suite de Beaumier et Proulx (1970), il est recommandé d'utiliser le clinomètre HAGA dans la détermination de la hauteur des strates ligneuses. L'erreur moyenne dans les lectures est environ 0.40%. Pour les strates herbacées, la hauteur d'une plante est la distance perpendiculaire à partir de sa base au niveau du sol jusqu'au point le plus élevé atteint par toutes les parties dans leur position naturelle (Heady, 1957).

² Les structures végétales des quatre régions étudiées dans ce travail ont été déterminées par les classes de hauteur suivantes : des strates arborescentes à la strate muscinale : 1. 60' et plus ; 2. 29'-60' ; 3. 19'-29' ; 4. 9'-19' ; 5. 0-9', 6.2' et plus ; 7. 0-2' ; 8. 0-4". La description et l'interprétation des structures n'en sont que peu affectées. Ce changement mineur vient du souci de présenter chaque classe de hauteur des strates ligneuses comme le multiple de la classe précédente. Les limites adoptées sont très proches de celles proposées par Küchler (1967).

³ La classification ne comprend pas la fonction (décidue, sempervirente, etc.) dans la dénomination des unités taxonomiques. Cependant, ce critère peut être employé à un niveau plus général, englobant toutes les unités taxonomiques présentées dans le présent travail : ex : ensemble de structures de végétation décidue comprenant les arborales, les arbustales, etc.

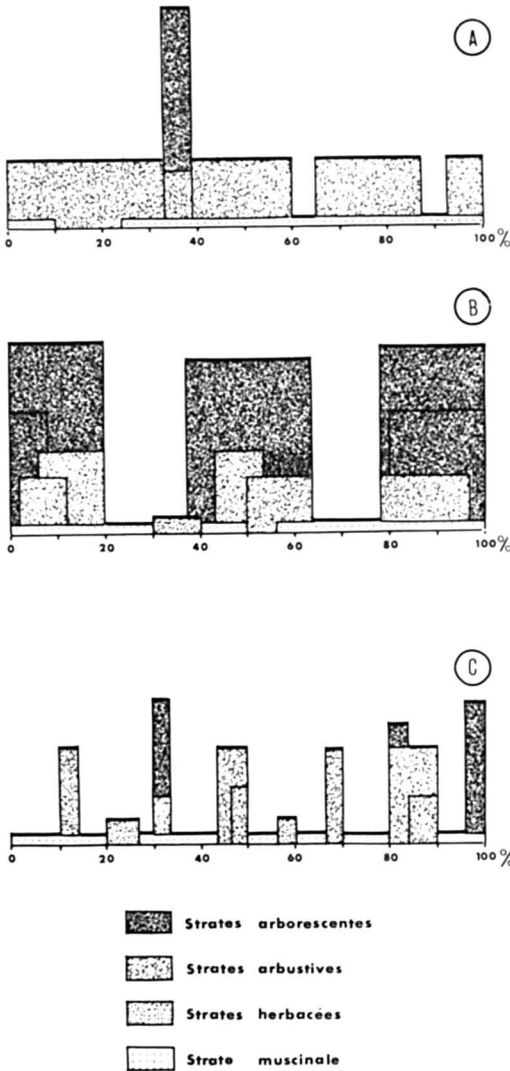


Figure 1. Diagrammes de structures de végétation : a) basse arbustive continue ; b) moyenne arborale muscinale ; c) muscinale arbustive haute.

porte une précision au nom principal. Comme le souligne Trochain (1954), et à juste titre, nous n'attribuons pas à la deuxième partie du nom composé une simple valeur de qualificatif. En effet, les deux strates déterminent ensemble le type de structure de végétation. L'emploi du nom d'une strate sous-dominante est admis lorsque l'ouverture de la strate dominante est supérieure à 20%

(sur un total de 100%) (tableau II et figures 1 a, b, c).

Le tableau III rassemble tous les types de structure de végétation susceptibles d'être décrits avec cette méthode.

Application et problèmes

Certains types de structure de végétation peuvent montrer une codominance de plusieurs strates, associée notamment aux interventions humaines. En première analyse, il n'existe pas de nom spécifique pour de tels agencements, sinon de les dénommer "complexe structural". Une telle situation peut être rencontrée dans les territoires forestiers où se pratique la coupe sélective, où les feux de forêt exercent une action différentielle, où l'homme aménage les structures de végétation dans un but "esthétique" et où, enfin, une mosaïque géopédologique morcelle le tapis végétal.

Les observateurs appelés à étudier des structures complexes peuvent réserver, à volonté, une dénomination spéciale, en tenant compte des trois principales strates dominantes, ou encore, en regroupant les strates arborescentes et les strates arbustives en deux strates uniques. Ceci implique une certaine généralisation de la stratification (de la végétation), compatible avec les objectifs spécifiques du chercheur. Il peut en être de même quant au seuil significatif de recouvrement des strates dominantes. Certains verront la structure complexe réduite en un nombre défini de structures simples, dont l'extension spatiale est d'autant diminuée. Le motif de distribution des structures est fortement modifié. Certes, la classification structurale doit convenir aux buts que chaque chercheur se fixe. Cela ne conduit pas, à notre avis, vers l'hétérogénéité des résultats entre observateurs différents. En acceptant une base commune des classes de hauteur de la stratification et en estimant le recouvrement

TABLEAU II
Dénomination des strates dominantes et sous-dominantes

<i>Strate dominante</i>	<i>Strate sous-dominante</i>
haute arborale	arborée haute
moyenne arborale	arborée moyenne
basse arborale	arborée basse
haute arbustale	arbustive haute
basse arbustale	arbustive basse
haute herbaçaie	herbacée haute
basse herbaçaie	herbacée basse
muscinale	muscinale
espace sans végétation	discontinu(e), continu(e)

Prenons quelques exemples.

- strate arbustive (0 — 2.5 m) dominante à 85% avec strate muscinale à 10% et strate arborescente (10 — 20 m) à 5% : *basse arbustale continue* (figure 1a)
- strate arborescente (10 — 20 m) dominante à 70% avec strate muscinale sous-dominante à 25% et strate herbacée (0 — 0.6 m) à 5% : *moyenne arborale muscinale* (figure 1b)
- strate muscinale dominante à 60% avec strate arbustive (2.5 — 5 m) à 20%, strate herbacée (0 — 0.6 m) à 10% et strate arborescente (5 — 10 m) à 10% : *muscinale arbustive haute* (figure 1c).

TABLEAU III
Nomenclature des structures de végétation.

	<i>Strate sous-dominante</i>								
	haute arborale	moyenne arborale	basse arborale	haute arbustale	basse arbustale	haute herbaçaie	basse herbaçaie	muscinale	espace sans végétation
<i>Strate dominante</i> arborée haute	—	X	X	X	X	X	X	X	X
arborée moyenne	X	—	X	X	X	X	X	X	X
arborée basse	X	X	—	X	X	X	X	X	X
arbustive haute	X	X	X	—	X	X	X	X	X
arbustive basse	X	X	X	X	—	X	X	X	X
herbacée haute	X	X	X	X	X	—	X	X	X
herbacée basse	X	X	X	X	X	X	—	X	X
muscinale	X	X	X	X	X	X	X	—	X
continu(e)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
discontinu(e)	X	X	X	X	X	X	X	X	—

X : combinaison possible

— : combinaison impossible : cas des formations continues.

Formations discontinues : lorsque la surface du sol affleure, elle est considérée comme une strate définie. Même situation pour l'espace sans végétation. De cette façon, 81 types de structure sont retenus.

des strates à découvert, nous pouvons reconstituer rapidement une structure de végétation déterminée par un observateur inconnu. Il ne s'agit donc pas de présenter un cadre rigide, à l'intérieur duquel il suffit de trouver le casier correspondant grossièrement ou pas au type de structure de végétation étudié.

Si la quantité de classes taxonomiques, comme celles présentées au tableau III, varie selon les besoins des chercheurs, nous voyons au moins trois situations possibles :

1 – Un chercheur entreprend une étude écologique d'un territoire restreint. Une classification et une cartographie structurales de la végétation l'intéressent, d'abord pour connaître les grands ensembles du paysage végétal, ensuite pour stratifier et orienter l'échantillonnage. S'il se présente des situations où la structure végétale est particulièrement complexe, il peut atomiser les unités taxonomiques, ici suggérées, en de nouvelles unités plus simples. Il verra ultérieurement à maintenir ou regrouper ces unités selon leur valeur indicatrice au cours de l'échantillonnage et selon leur degré de signification écologique. Ces types de structure de végétation auront alors guidé le plan d'échantillonnage et la classification aura servi comme moyen relativement objectif pour saisir, en partie au moins, la diversité écologique du paysage.

2 – Un territoire relativement grand se caractérise parfois par la dominance exclusive de quelques strates. Les steppes, les prairies et les toundras hébergent peu ou pas d'arboraies et de hautes arbustaies, sauf exception. La classification proposée peut convenir à nommer tous les types de structure de végétation décelés, mais elle demeure peut-être à un trop grand niveau de généralisation. Les variations fines des structures de végétation ne seront pas toutes nom-

mées, comme en toundra, alors qu'elles peuvent donner une information importante. Il importe donc d'adapter les unités de classification concernant les muscinaies⁴, les herbaçaies et les basses arbustaies en fonction de la variabilité des principales formations basses observées. Les muscinaies, par exemple, peuvent être subdivisées en muscinaie basse (lichens crustacés) et muscinaie haute (lichens fruticuleux, mousses, etc.). Cette dernière division semble valable pour les territoires du haut Subarctique ou hémiarctique (toundra forestière) et de l'Arctique.

3 – Une étude structurale proprement dite concerne plus spécifiquement le comportement des structures de végétation. À une échelle d'observation donnée, la structure de végétation est significative à partir d'une certaine dimension spatiale. Un arbre ne constitue pas une structure de végétation. Les limites à l'intérieur desquelles une structure existe peuvent se calculer indirectement par des tests statistiques. Sachant que la structure possède une signification écologique, la variabilité s'étudie notamment par des différences écologiques liées à la structure : différences floristiques (absence-présence), différences édaphiques reliées au dynamisme de la végétation, différences d'ensoleillement et de recouvrement des strates, différences d'exposition au vent et à l'enneigement, etc. Le calcul de la variabilité conduit vers la détermination d'individus de structure de végétation, dont les aires minimale et maximale s'obtiennent facilement, et au-delà desquelles il y a peu

⁴ Le terme muscinaie peut paraître ambigu du fait qu'il réfère *a priori* au groupe des bryophytes. L'adjectif muscinal est depuis longtemps utilisé dans les sciences de la végétation et possède un trop-plein sémantique. Faute de mieux, nous l'utilisons en attente d'une meilleure dénomination.

de chance de trouver le même type de structure. Une fois connues, ces aires servent à la cartographie. Par exemple, les arborales de pin gris de la Basse Péribonka (Lac St-Jean) apparaissent régulièrement comme des formations ouvertes. *A priori*, nous pouvons les considérer tantôt comme des arborales arbustives basses ou des arborales muscinales, tantôt comme une mosaïque d'arborales continues et de basses arbus-taies continues. Vérifiée statistiquement, la signification écologique des unes et des autres suggérera la nature des unités taxonomiques, ainsi que la dimension des unités cartographiques. De plus, nous pouvons poursuivre l'étude en quantifiant le qualitatif, c'est-à-dire en opposant une structure à une absence de structure, une structure plus ordonnée, plus signifiante et plus "mûre", à une structure moins ordonnée, moins signifiante et moins "mûre" (Laborit, 1968; Margalef, 1963, 1968).

Cartographie

Les unités cartographiques d'une échelle définie s'expriment convenablement à l'aide de plages simples ou complexes. Une plage simple concerne une unité cartographique renfermant une seule unité taxonomique. La création d'un complexe cartographique est souhaitable dans plusieurs cas : par exemple, les structures de végétation des tourbières et de la toundra. La finesse de la représentation cartographique demeurera toujours fonction des documents (cartes, photos aériennes, etc.) disponibles.

La cartographie pédologique américaine et canadienne admet comme complexe des unités taxonomiques géographiquement associées. Le complexe comprend ordinairement la matrice d'une unité dominante au sein de laquelle sont disséminées une ou plusieurs autres unités, couvrant au moins 15% de l'ensemble de la plage cartographique. Pour

la cartographie des structures de végétation, on peut adopter cette convention.

Plusieurs vérifications et retours sur le terrain sont indispensables dans la détermination et la cartographie des structures de végétation. Le report sur un calque permet d'étendre les observations sur une surface relativement grande, grâce à la photo-interprétation. L'emploi systématique de la photographie aérienne ne sera possible que si l'on retient des critères d'identification peu nombreux et simples. La cartographie ne requiert pas le recours à des spécialistes, puisqu'aucune interprétation génétique et aucune connaissance floristique préalables ne sont nécessaires pour identifier une structure de végétation. Ces caractéristiques de la classification sont indispensables pour celui qui veut connaître rapidement la diversité structurale d'un grand territoire.

Quelques exemples régionaux de structures de végétation dans la péninsule du Québec-Labrador

Généralités

En vue d'illustrer la classification proposée, nous examinerons successivement les structures de végétation de quatre régions appartenant aux principales formations biologiques de la péninsule du Québec-Labrador. Ces régions se localisent, par ordre, dans la zone tempérée (Ile-aux-Grues), dans la zone boréale (Basse Péribonka, Lac St-Jean), dans la zone hémiarctique (Poste-de-la-Baleine, Nouveau-Québec) et dans la zone arctique (Puvirnituk et contreforts ouest des Monts d'Youville, Nouveau-Québec).

Chaque région se caractérise par la présence de structures de végétation distinctes, susceptibles de nous renseigner sur la nature phytogéographique et écologique du paysage. Une brève description et interprétation accompagnent chaque exemple régional.

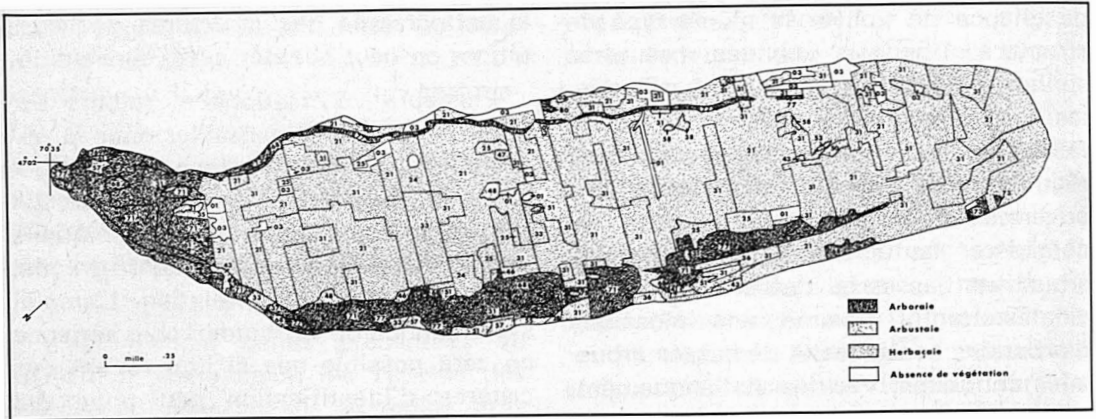


Figure 2. Structures de la végétation de l'Île-aux-Grues.

Code 1ère strate dominante

- 6 Basse arborale
- 5 haute arbustaie
- 4 basse arbustaie
- 3 haute herbaçaie
- 2 basse herbaçaie
- 1 muscinaie
- 0 sans végétation

Code 2ième strate dominante

- 7 arborée basse
- 6 arbustive haute
- 5 arbustive basse
- 4 herbacée haute
- 3 herbacée basse
- 2 muscinale
- 1 continue
- 0 discontinue

Zone tempérée :

structures de végétation de l'Île-aux-Grues

L'Île-aux-Grues se localise à soixante kilomètres en aval de la ville de Québec, par $47^{\circ}02' - 47^{\circ}05'$ de latitudes nord et $70^{\circ}27' - 70^{\circ}35'$ de longitudes ouest. D'une longueur de 6.5 kilomètres et d'une largeur maximum de 1.5 kilomètre, l'île fait partie intégrante de l'estuaire du St-Laurent et de sa sous-région hydrographique "haut estuaire" (Gauthier, 1971). L'ensemble de l'île développe un bombement ovoïde recoupant les plis appalachiens, dont l'altitude moyenne demeure inférieure à quinze mètres. Terrasses, crêtes, falaises, caps, dépressions et versants adoucis modèlent le bâti géologique. Les dépôts superficiels sont minces. Le territoire fait partie du domaine de l'érablière laurentienne (*sensu* Grandtner, 1966). L'île est occupée et défrichée depuis plus de 250 ans.

Objectifs et méthode : Le principal objectif concerne la confection d'une

carte structurale à l'échelle de 1/15,840, afin d'éprouver la classification dans la vallée du St-Laurent, en milieu fortement humanisé et agricole ; un second objectif est de comparer le travail cartographique accompli par des non initiés. Les observations de terrain ont été faites au cours des mois de juillet et août 1970 ; mais il a fallu six jours pour compléter tout le travail. Considérant ce décalage de temps dans nos observations, certaines corrections ont été apportées. Elles ont consisté à noter chaque plage cartographiée avant l'intervention de l'agriculteur pour la fauche du foin. Cependant, ceci n'est survenu qu'en de rares occasions, puisque la dernière partie étudiée, le sud-ouest de l'île, est presque entièrement occupée par la forêt. Dans ce travail, nous avons constaté une forte variabilité des formations herbacées. Certaines herbaçaies du littoral dépassent 1.2 m de hauteur. Elles n'apparaissent pas sur la carte (figure 2), puisque nous avons négligé le littoral

dans le présent travail. Notons, toutefois, qu'une étude de ce dernier justifie une division plus poussée des herbaçaies. M. Gravel, botaniste, a cartographié la partie centrale de l'île, soit les 2/5 de la surface totale ; R. Boudreault, étudiant, a recensé la partie nord-est, soit 1/5 de la surface totale ; nous avons complété la cartographie. Enfin, il semble que la principale difficulté du travail de cartographie pour des débutants n'est pas dans l'usage de la classification, mais plutôt dans l'utilisation de la photographie aérienne.

Description de la carte : Le paysage végétal de l'île-aux-Grues est dominé par des herbaçaies. Elles occupent presque toute la surface, suivies de loin par les formations arborées. Ces dernières ne dominent qu'à l'extrémité sud-ouest de l'île ; ailleurs, elles forment une mince lisière, séparant les herbaçaies. Les formations arbustives sont parfois représentées au centre de l'île, mais elles se retrouvent le plus souvent accolées aux arborées. Les espaces sans végétation longent l'ensemble du littoral nord.

Il n'existe qu'une seule haute arborée discontinue. Les moyennes arborées continues ceignent presque tout le périmètre de l'île. Elles en constituent la garniture principale. Les basses arborées compénètrent les moyennes arborées. En bordure des arborées, plusieurs stations sont occupées par des hautes arbustives. Ces dernières montrent une forte variabilité : continue, herbacée basse, arbustive basse, arborée basse et arborée moyenne. Les basses arbustives apparaissent surtout au centre de l'île et sur les pourtours sud et sud-ouest.

De façon générale, l'on constate la dominance des basses et des hautes herbaçaies, d'allure géométrique, sous forme de rectangle ou de carré. Elles sont tantôt groupées sur de grandes étendues, tantôt en alternance avec des

herbaçaies arborées moyennes aux abords des arborées et des arbustives. Au total, une trentaine de types de structure de végétation composent le paysage de l'île.

Interprétation : L'homme semble être le facteur principal de la diversité structurale. D'une part, les principales structures de végétation montrent une certaine uniformité ; ce qui s'explique probablement par une intervention répétée du cultivateur. D'autre part, la disposition générale de l'ensemble structural suit un motif rappelant le parcellaire du système seigneurial. Au moment de la colonisation, l'habitant obtenait une parcelle de terre étroite, sur toute la largeur de l'île. Cette division géométrique du sol a subi de nombreux changements. La non-occupation agricole de la partie sud-ouest s'explique partiellement par l'exiguïté et par la nature accidentée du terrain.

L'agriculteur semble avoir choisi les meilleurs emplacements pour ses cultures. Les champs et les pâturages prolongent les bâtiments vers le sud, alors que le boisé termine souvent la ferme. Les hautes et les basses herbaçaies couvrent les longs versants à bon drainage et presque toute l'étendue du premier replat de terrasse, dans la moitié nord-est de l'île. La présence d'un grand nombre d'herbaçaies rappelle un dynamisme de végétation au niveau de la ferme, de même qu'une micro-hétérogénéité écologique de l'espace agricole : cas des micro-stations très humides.

Les arborées occupent les talus de terrasse, impropres à la culture, et les sites accidentés. Les moyennes arborées constituent des ensembles influencés par les coupes forestières. Plusieurs arbustives croissent dans des endroits humides, non agricoles : dépressions, bas versants et littoral sud. Cependant, d'autres arbustives, allant de la basse

arbustaie herbacée basse à la haute arbustaie arborée moyenne témoignent de l'intervention plus ou moins récente de l'homme. La haute arboraie est maintenue par ce dernier près des habitations. L'ensemble structural est donc fortement marqué par son action. Il a installé ses cultures sur un terrain anciennement forestier et n'en a conservé que des lambeaux, surtout dans les stations impropres à l'agriculture, pour y puiser son bois.

L'activité agricole a pour effet d'homogénéiser les conditions écologiques de plusieurs milieux et de modifier la diversité du paysage. L'homme peut augmenter cette diversité lorsqu'il établit une rotation de cultures et de coupes. Dans une zone agricole stagnante ou marginale, il est possible d'observer le dynamisme de la végétation. Ainsi, les champs évoluant vers des formations de plus en plus arbustives, notamment dans les stades avancées d'abandon, se caractérisent par une augmentation du nombre de structures de végétation.

Zone boréale :
structures de végétation en Basse Péribonka

La Basse Péribonka se situe dans la partie orientale du Lac St-Jean (48°30' lat. N, 71°0' long. W). Le territoire étudié couvre un peu plus de 325 kilomètres carrés. Il fait partie des basses terres entourant le lac St-Jean. L'altitude générale dépasse rarement 200 mètres. La région se caractérise par l'étalement d'une vaste plaine sableuse légèrement ondulée par le relief sous-jacent, les dunes et les dépressions de kettle. Quelques pointements rocheux interrompent l'uniformité de la surface. Le territoire fait partie du sous-étage de la sapinière à bouleau jaune (Payette et Lavoie, 1968), élément méridional de la forêt boréale (Grandtner, 1966). La marque de l'agriculture est faible et récente ; les premiers colons ont occupé la Basse

Péribonka à partir de la décennie de 1930.

Objectifs et méthode : La Basse Péribonka se situe sur les marges de l'écoumène agricole et se caractérise notamment par l'importance du couvert forestier. La diversité structurale suggère soit un processus intense de dynamisme de la végétation dans un territoire peu hétérogène au point de vue stationnel, soit une forte hétérogénéité écologique générale, etc. Les observations préliminaires ont révélé que l'ensemble régional se caractérise par une faible hétérogénéité stationnelle. Une première hypothèse de travail est formulée : la diversité structurale, bien que peu marquée, indique l'influence des facteurs successionnels.

Le travail de cartographie s'est effectué au cours des mois de mai et de juin 1968 et a requis un peu moins que trois semaines. Les photographies aériennes à l'échelle de 1/15,840 ont servi de canevas. La principale difficulté rencontrée concerne l'utilisation de la photographie aérienne. En effet, les séries utilisées montrent un décalage de quelques années entre l'année de prise de vue et l'année où les observations sont faites. La localisation exacte des nouvelles structures de végétation apparues entre ces deux périodes s'avère difficile, surtout dans les sections où il existe peu de points de repère.

La carte des structures de végétation a été présentée au cours d'une étude précédente (Payette, 1969). Les observations ont été ramenées à une échelle de 1/31,680. La cartographie d'une petite section du territoire, au 1/15,840, est illustrée dans le présent travail (figure 3).

Description de la carte : Sur l'ensemble du territoire, quatre formations végétales dominent, à savoir, les arboraies, les hautes arbustaies, les basses arbustaies



Figure 3. Structures de la végétation en Basse Péribonka

Code	1ère strate dominante	Code	2ième strate dominante
6	Basse arboriaie	7	arborée basse
5	haute arbustaie	6	arbustive haute
4	basse arbustaie	5	arbustive basse
3	haute herbaçaie	4	herbacée haute
2	basse herbaçaie	3	herbacée basse
1	muscinaie	2	muscinale
0	sans végétation	1	continue
		0	discontinue

et les herbaçaies. Les arboriaies occupent près de la moitié de la superficie totale du territoire et groupent des massifs fermés et ouverts avec tapis arbustif. Les formations arbustives recouvrent une plus grande surface que les herbaçaies. Les hautes arbustiaies côtoient les arboriaies ou sont enclavées dans ces dernières. Les basses arbustiaies sont ceinturées par des arboriaies et des hautes arbustiaies. Les formations herbacées se rencontrent principalement autour des lacs (lac Labrecque et lac des Habitants) et des habitations.

La figure 3 montre les structures végétales d'une section représentative de la Basse Péribonka. Les principales forma-

tions concernent des arboriaies décidues et sempervirentes et des arbustiaies. Les arboriaies se répartissent en basses arboriaies continues et en basses arboriaies arbustives basses ; ces dernières bordent des massifs arborescents fermés. Les arbustiaies appartiennent principalement aux basses arbustiaies arbustives hautes et arborées basses ; elles apparaissent principalement sur les pourtours des arboriaies ouvertes.

Interprétation : Dans des conditions stationnelles semblables, les arbustiaies constituent des stades dynamiques plus jeunes que les arboriaies. Il n'en est pas nécessairement de même dans le cas de milieux différents. Les principales arbustiaies illustrées sur la figure 3 semblent couvrir une situation topographique différente de celle des arboriaies. Les conditions de drainage paraissent moins bonnes que dans les terrains avoisinants. De petits îlots forestiers piquent abondamment la nappe végétale basse et suggèrent un meilleur drainage. Leur présence peut être associées à de légers bombements éoliens ou à de petits éperons de dépôts fluviaux sableux surplombant la plaine basse. La compénétration de ces différentes structures végétales peut représenter l'agencement particulier des sédiments de rebord de tourbière, où l'horizon tourbeux est mince : cas des basses arbustiaies arborées basses et arbustives hautes. Cependant, d'autres îlots forestiers côtoient des arbustiaies dans des conditions topographiques semblables. Ceci s'explique par l'influence d'un facteur successional.

Les arboriaies continues et ouvertes renferment des formations décidues et sempervirentes. Les premières se rencontrent principalement près de la Péribonka. Les dernières dominent vers l'intérieur, bien qu'elles bordent aussi la rivière vers l'est. Leur répartition peut probablement s'expliquer par la présence

de sols différents. Une enclave de formation décidue se situe au centre des formations sempervirentes. Elle est associée à la présence d'un pointement rocheux.

La strate supérieure des arborales montre une grande régularité, suggérant des peuplements monospécifiques issus d'un processus successional homogénéisateur. L'étalement des massifs forestiers délimite une surface relativement plane. Entre les structures fermées, les arborales ouvertes apparaissent comme des transitions plus ou moins régulières. Ceci peut correspondre soit à l'influence prononcée d'un ou de plusieurs facteurs successionnels, lorsque les conditions du milieu sont les mêmes que dans les sites à arborale fermée, soit à des conditions de sol différentes. Cette dernière hypothèse ne semble pas tenir. Les arborales ouvertes constituent plutôt des "dégradés" de structures fermées. Le feu, plus que la coupe, l'influence agricole ou les cataclysmes, rend compte, *a priori*, de l'étalement uniforme des arborales et de leurs différences structurales.

Zone hémiarctique :
structures de végétation de
Poste-de-la-Baleine

Poste-de-la-Baleine (55°16' lat. N, 77°48' long. W) est situé à l'embouchure de la Grande rivière de la Baleine, sur la rive orientale de la mer d'Hudson. Son climat est de type subarctique. Hare (1959) inclut le territoire dans deux ensembles physiologiques distincts : la frange littorale appartenant à la toundra, l'hinterland à la toundra forestière. Hustich (1949) l'englobe dans la section "Ungava Forest-Tundra". Rousseau (1968) signale que Poste-de-la-Baleine fait partie de la zone hémiarctique, dont "le principal habitat est la toundra forestière".

À la bordure du plateau granitique, la structure morphologique du socle régional apparaît comme une suite "de chaînons et de crêts asymétriques" (Ritchot, 1971) traversés par des vallées peu profondes, larges ou étroites, sableuses, argileuses ou pierreuses. Le littoral est constitué d'une étroite plaine sableuse entrecoupée de dômes délavés. Toute la région a été submergée lors de la dernière transgression marine (mer de Tyrrell). Le plus haut sommet granitique atteint environ 235 mètres.

Objectifs et méthode : La plupart des chercheurs considèrent la zone hémiarctique comme une zone de transition entre la forêt boréale et la toundra. Une "émulsion" (Rousseau, 1952) des principales structures de végétation de ces deux dernières zones caractérise la toundra forestière. Toutes conditions étant égales, la toundra forestière possède probablement une plus grande diversité structurale que chaque domaine adjacent. Toutes les structures intermédiaires entre les arborales et les muscinaies sont susceptibles d'être rencontrées. Sur ce point, la toundra forestière constitue un domaine écologique intéressant pour l'application d'une classification structurale.

L'influence humaine dans la zone hémiarctique n'a pas une extension régionale comme dans la zone tempérée. Pour une région climatique donnée, les structures de végétation expriment des conditions écologiques liées directement aux facteurs édaphiques et successionnels. À titre expérimental, il nous a été donné d'établir des relations entre les diverses structures de végétation et les principales formations pédologiques du territoire de Poste-de-la-Baleine.

La cartographie structurale a été faite au cours du mois d'août 1969. Les photographies aériennes utilisées sont à l'échelle de 1/31,680. La section carto-

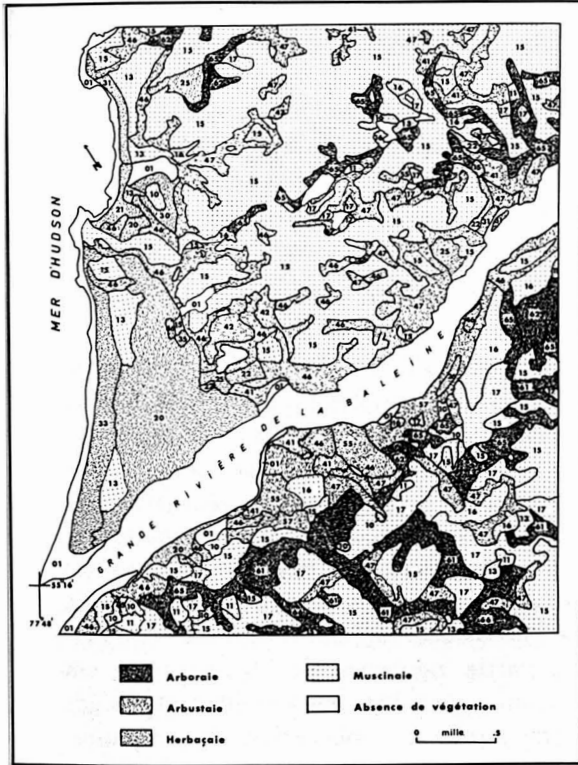


Figure 4. Structures de la végétation de Poste-de-la-Baleine

Code	1ère strate dominante	Code	2ième strate dominante
6	Basse arborée	7	arborée basse
5	haute arbustaire	6	arbustive haute
4	basse arbustaire	5	arbustive basse
3	haute herbaçaie	4	herbacée haute
2	basse herbaçaie	3	herbacée basse
1	muscinaie	2	muscinaie
0	sans végétation	1	continue
		0	discontinue

graphiée couvre les alentours du Poste et comprend la plaine littorale, les terrasses sableuses de la rivière et les rebords de la plate-forme granitique.

Description de la carte : Plusieurs types de structure de végétation sont rencontrés, allant des arborées aux muscinaies. Une analyse préliminaire de la carte (figure 4) suggère un morcellement intense du tapis végétal en de nombreuses structures de végétation. Sur la rive nord, les formes végétales se disposent en

mosaïque et forment un hémisphère à rebords frangés au contact de la rivière, d'une part, et de la mer, d'autre part, à l'exception de la pointe triangulaire du Poste. Sur la rive sud, le paysage est organisé d'une manière légèrement différente, décrivant plutôt une disposition linéaire, ou encore, moins radiale que celui de la rive nord.

Les herbaçaies se rencontrent principalement sur le littoral hudsonien. Ces dernières sont ceinturées soit par des muscinaies herbacées basses, soit par des basses arbustaires arbustives hautes. Les muscinaies arbustives basses couvrent une grande surface et constituent, sur la rive nord, le centre de l'hémisphère. De tous les côtés, ces muscinaies sont bordées par des lanières de basses arbustaires arbustives hautes, ou arborées basses, et de minces bandes de basses arborées arbustives basses. Ces dernières formations occupent plus d'espace sur la rive sud. Il en est de même pour les hautes arbustaires. Quant aux basses arbustaires, la disposition spatiale demeure sensiblement identique à celle des basses arborées. Les diverses muscinaies apparaissent comme des enclaves parmi cet ensemble structural. Il est intéressant de noter que les muscinaies arbustives hautes et arborées basses occupent une plus grande superficie sur la rive sud par rapport à la rive nord. Ces formations ont toujours été identifiées par la plupart des gens comme des "forêts à lichens" : arborées muscinaies.

Interprétation : Exprimé par la disposition et le recouvrement spatial des nombreuses unités structurales, le morcellement du territoire peut suggérer une intervention différentielle du facteur édaphique et du dynamisme de la végétation. Trois situations sont possibles :

1. forte hétérogénéité édaphique – dynamisme végétal intense

2. forte hétérogénéité édaphique – dynamisme végétal faible
3. faible hétérogénéité édaphique – dynamisme végétal intense

L'ensemble structural de la section cartographiée comprend approximativement 25 structures de végétation distinctes. Le groupe des hautes herbaçaies est le moins diversifié, tandis que le groupe des muscinaies renferme six structures végétales différentes. Les autres formations rassemblent trois ou quatre types.

La diversité des structures de végétation s'explique par l'influence simultanée d'un gradient successional, d'un gradient de profondeur des dépôts meubles et d'un gradient de drainage des sols.

Le gradient successional est directement lié au relèvement post-glaciaire et se manifeste par une désalinisation progressive des stations littorales. Le gradient de désalinisation peut être observé par le changement des structures végétales de la rive nord. Du littoral vers l'hinterland, nous passons graduellement des herbaçaies aux muscinaies herbaçées, aux basses arbustaies muscinales, aux basses arbustaies arbustives hautes et aux basses arboraies arbustives basses ou continues. Des changements importants dans les propriétés des sols apparaissent au cours de la succession végétale.

L'influence éolienne et l'action humaine exercent localement des modifications du couvert végétal. Elles se produisent dans les mêmes stations, sur sable littoral ou de terrasse. La succession des structures végétales y demeure sensiblement la même qu'au long du gradient de désalinisation.

L'action humaine favorise une intensification de l'érosion éolienne. Sur la pointe triangulaire de Poste-de-la-Ba-

leine, on remarque une discontinuité de la muscinaie herbacée basse. La haute herbaçaie herbacée basse est modifiée en basse herbaçaie discontinue. Cette dernière formation est présente par suite d'une érosion éolienne favorisée par l'action de l'homme sur le milieu.

Le gradient de profondeur des dépôts meubles est associé au gradient de drainage des sols. La disposition hémisphérique de l'ensemble structural de la rive nord, sauf la pointe triangulaire du Poste, correspond à la disposition des terrains granitiques. Les structures végétales suivent les formes du relief. Une cartographie plus détaillée pourrait montrer la configuration asymétrique des formes de terrain observé par Ritchot (1971). La partie centrale de l'hémisphère est dominée par les muscinaies arbustives basses, où se rencontrent des affleurements et des minces dépôts organiques. Les rebords frangés se caractérisent par la présence d'arbustaies et de basses arboraies et correspondent à l'emplacement de dépressions et de vallées étroites où les dépôts superficiels, cailloux et matière organique, sont plus profonds et mieux pourvus en eau. Le même phénomène s'observe sur la rive sud. Cependant, la section cartographiée ne montre qu'une faible superficie des structures végétales sur terrain granitique. Les structures de végétation sur sable de terrasse sont, au contraire, bien représentées. D'une part, l'on observe une meilleure disponibilité en eau dans les dépôts sableux situés dans la zone de contact entre le socle granitique et la terrasse. Les basses arboraies et les arbustaies dominent. D'autre part, les stations de terrasse possèdent une profondeur égale de sédiments meubles, mais se distinguent par un régime hydrique variable. Les stations bien approvisionnées en eau se caractérisent par la dominance des basses arboraies con-

tinues ou arbustives basses et des hautes et basses arbustives. Sur les sols bien à excessivement drainés, le couvert muscinal prend de l'importance. Les muscinaies continues ou arbustives basses colonisent les sites les plus secs. Les muscinaies arbustives hautes et arborées basses se rencontrent dans des stations légèrement moins sèches.

En résumé, l'ensemble structural de la région de Poste-de-la-Baleine se caractérise par la présence d'arbustives et de basses arborées dans les stations où le sol est relativement profond et possédant une bonne disponibilité en eau. Au fur et à mesure que le sol s'amincit et que le contenu en eau diminue, ces structures végétales sont remplacées par diverses muscinaies. Dans ce complexe, le dynamisme de végétation favorise des changements notables des propriétés biophysiques de l'écosystème. Ceci permet une augmentation de la structuration de l'espace végétal, dans les milieux soumis à la désalinisation, à l'éolisation et à la pédogenèse sur granite.

Zone arctique :

structures de végétation de Puvirnituq et des Monts d'Youville

Ces deux régions se situent à proximité du littoral de la mer d'Hudson, par 60°02' lat. N et 77°16' long. W (Puvirnituq) et par 60°50' lat. N et 77°56' long. W. (vallée de la Chukotat, Monts d'Youville). Elles ont été soumises à l'influence de la dernière transgression marine. Leur climat de type arctique est fortement influencé par la nappe d'eau et/ou de glace de la mer.

La région de Puvirnituq se caractérise par un relief ondulé, peu accentué. De légers bombements granitiques, séparés par de courtes vallées faiblement encaissées, constituent le fond du paysage sur lequel sols et végétations se différen-

cient. Les plus hauts sommets dépassent rarement 30 mètres. Une crête de coquilles constitue le point le plus élevé des alentours du village. La nature des dépôts de surface est très variable, allant des plages argileuses aux champs de blocs.

La région de la Chukotat est beaucoup plus accidentée. Cette longue vallée, large et plate, contraste fortement avec l'ensemble appalachien des Monts d'Youville. Tout le territoire est dominé par des roches protérozoïques, notamment des schistes, des quartzites, des dolomies et des calcaires, des coulées d'andésite et des gabbros. Les dépôts fluviatiles abondent dans la vallée, tandis que les champs de blocs et les affleurements dominent dans la zone de contact plaine-mont et sur les sommets arrondis de la chaîne protérozoïque. Les plus fortes élévations de la section occidentale des Monts d'Youville ne dépassent pas 300 mètres.

Objectifs et méthodes : La toundra constitue ordinairement un territoire difficile à cartographier. Tedrow et Cantlon (1959) l'ont souligné en ce qui concerne l'étude des sols et de la végétation. Cela tient à la très forte hétérogénéité écologique des terrains causée par les phénomènes de gélifraction et de géliturbation. Il semble que seule la cartographie à très grande échelle peut rendre compte, à l'intérieur de limites de variation acceptables, de la nature et de la distribution des structures végétales. Or, il est rare que l'on dispose de documents photographiques ou de tout autre fond de carte permettant une telle cartographie.

Si l'impact des actions périglaciaires sur le modelé des terrains se traduit par une accentuation du micro-relief et par une certaine atomisation des milieux

écologiques, nous possédons, cependant, peu d'information sur la vitesse de péri-glaciation de ces derniers et surtout sur la rapidité des changements structuraux du tapis végétal. Ce problème se pose avec acuité en pédologie. En effet, la morphologie des profils de sol ne reflète pas *de facto* les conditions écologiques des terrains fraîchement géliturbés. Toutefois, la végétation répond moins tardivement à ce changement. L'étude des structures de végétation peut encore permettre une estimation de la diversité écologique de ces milieux.

Dans la toundra, l'observateur des structures de végétation domine le plus souvent la couverture végétale; ceci implique, ou du moins favorise, une attitude telle que l'objet étudié est parfois minimisé ou sous-estimé. Il est intéressant de noter que le scientifique est impressionné par les grands arbres et rarement par les arbustes ou les lichens.

Observations : À défaut de cartes structurales des régions de Puvirnituk et des Monts d'Youville, nous présentons

quelques observations, faites en juillet et août 1970, illustrées à l'aide de photographies et de figures.

Les muscinaies occupent ordinairement plus d'espace que les herbaçaies et les arbustaies. La figure 5 montre quelques structures végétales représentatives des environs de Puvirnituk. Dans la vallée, on rencontre une basse arbustaie continue, une basse arbustaie herbacée basse et une basse herbaçaie arbustive basse. À l'avant-plan, de petites plages de basses herbaçaies continues et muscinales alternent avec des muscinaies arbustives basses. Les versants de la vallée sont recouverts par des muscinaies arbustives basses et des muscinaies continues. Les sommets granitiques hébergent des muscinaies continues, des muscinaies arbustives basses ainsi que des muscinaies herbacées basses. Des basses herbaçaies discontinues ou muscinales sont présentes localement. Dans d'autres vallées, des basses herbaçaies dominent. Les micro-formes périglaciaires sont couvertes par une mosaïque structurale (figure 6).

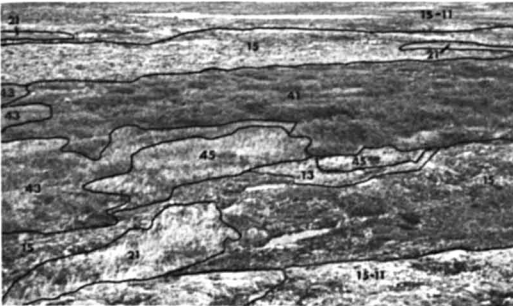


Figure 5. Quelques structures de la végétation de Puvirnituk.

Code	1ère strate dominante	Code	2ième strate dominante
6	Basse arboraie	7	arborée basse
5	haute arbustaie	6	arbustive haute
4	basse arbustaie	5	arbustive basse
3	haute herbaçaie	4	herbacée haute
2	basse herbaçaie	3	herbacée basse
1	muscinaie	2	muscinale
0	sans végétation	1	continue
		0	discontinue

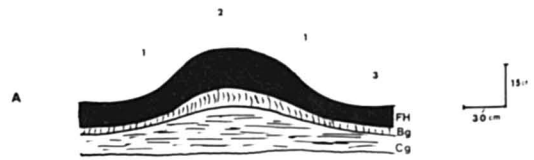


Figure 6. Mosaïque des structures de la végétation à Puvirnituk.

1. muscinaie arbustive basse; 2. muscinaie continue; 3. basse herbaçaie muscinale; 4. basse arbustaie muscinale; 5. espace sans végétation continue.



Figure 7. Vallée de la Chukotat et zone de contact plaine - Monts d'Youville : A. Versant sud des Monts d'Youville; B. contact plaine-mont; C. plaine de la Chukotat.

La figure 7 donne une vue générale de la vallée de la Chukotat, de la partie orientale du lac Rusty, et à l'avant-plan, de la zone de contact plaine-mont et des premières hauteurs des Monts d'Youville. On peut difficilement dégager les principales structures de végétation. La figure 8 exprime l'agencement des principales structures retrouvées dans les trois zones délimitées sur la figure 7 : A. versant sud des Monts d'Youville, B. contact plaine-mont, C. plaine de la Chukotat.

Interprétation : Sans donner une interprétation détaillée des structures de végétation, nous pouvons retenir quelques hypothèses de travail à partir des exemples cités. L'ensemble structural d'une région peut être vu comme un continuum. Ce dernier constitue un complexe de gradients écologiques. Dans les toundras de Puvirnituq et des Monts d'Youville, les structures végétales semblent être la résultante des gradients successional, édaphique et d'enneigement.

Les micro-formes périglaciaires augmentent la diversité édaphique (figures 6 et 8). La géliturbation est plus importante dans les milieux mal drainés (plaine de la Chukotat) que dans les stations bien ou excessivement drainées.

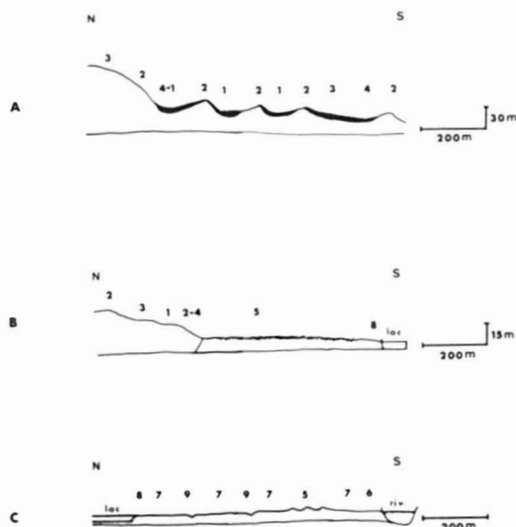


Figure 8. Structures de la végétation dans la région des Monts d'Youville et de la vallée de la Chukotat. 1. basse arbustaie continue et basse arbustaie herbacée basse; 2. muscinaie continue; 3. muscinaie arbustive basse; 4. basse herbaçaie muscinale et basse herbaçaie continue; 5. muscinaie arbustive basse, basse herbaçaie muscinale et basse arbustaie muscinale; 6. muscinaie discontinue; 7. muscinaie continue et muscinaie herbacée basse; 8. basse herbaçaie discontinue; 9. muscinaie herbacée basse et muscinaie arbustive basse.

La morphogenèse périglaciaire a pour effet aussi de modifier sensiblement la succession végétale (figure 6). Les plaques nues, sans végétation, correspondent aux milieux fortement dérangés, où la géliturbation est récente ou en pleine activité.

Comme dans la zone de la toundra forestière, les structures végétales se répartissent le long d'un gradient hydrique. Les basses arbustaias suivent les cours d'eau (figure 5). Il en est de même pour les basses herbaçaies. Cependant, ces dernières précèdent les arbustaias au cours de la succession végétale.

La profondeur des dépôts de surface semble moins déterminante en toundra que dans l'hémiarctique, car les arbres

sont absents. Il existe tout de même un gradient exprimé par les muscinaies continues, sur affleurement granitique ou protérozoïque, et les arbustaies sur matériel organique (ranker ou régosol lithique). Le gradient de profondeur des dépôts superficiels en discordance sur les assises rocheuses est intimement relié au dynamisme de la végétation et au régime hydrique des sols.

Le gradient d'enneigement constitue un des plus importants facteurs de distribution des structures végétales. Les basses arbustaies du versant sud des Monts d'Youville se situent dans des sections fortement enneigées. La structure géologique semble favoriser la présence de combes à neige. La neige crée une isolation thermique appréciable pour les arbustes. Cependant, le maintien prolongé du couvert nival pendant la saison de végétation donne l'effet contraire. Les niches de nivation et les sections enneigées trop longtemps se caractérisent souvent par la présence de basses herbaïciaies continues, muscinales ou arbustives basses. Certaines basses arbustaies herbacées basses peuvent aussi apparaître dans ces stations. La toundra de Puvirnituk montre une suite de structures de végétation associée à un gradient d'enneigement. Les basses arbustaies des Monts d'Youville se situent dans des combes à neige exposées au sud. L'exposition aux vents et à la neige en provenance de la mer d'Hudson explique le fait que la saison de végétation débute plus tardivement que dans la plaine de la Chukotat. Ce retard semble vite rattrapé au cours du mois d'août.

Conclusion

La structure de végétation peut être considérée comme un corps naturel. Elle possède des propriétés distinctes et définies, susceptibles d'être observées.

Comme tout corps naturel, elle se différencie et se répartit dans l'espace en constituant un ensemble structural. Ce dernier est plus ou moins diversifié selon le nombre et le degré d'intervention des variables écologiques.

Si l'ensemble structural est déterminé par un complexe biophysique, il est perçu de façon globale en tant que paysage. Il est biogéographique et cartographiable. L'approche régionale permet de saisir différents niveaux de paysage et dégage les divers paliers d'information exprimés par les structures végétales.

De façon générale, la structure végétale possède une certaine valeur indicatrice du milieu. Elle peut être exprimée cartographiquement, d'où l'intérêt de comparer diversité structurale et diversité écologique dans une même région.

Il n'est pas toujours facile d'estimer la diversité structurale. D'une part, la classification des structures végétales demeure fonction du niveau d'observation ; d'autre part, elle doit être conçue pour nommer tous les types de structures possibles dans une région déterminée. Dans le premier cas, on se heurte à un problème de sémantique ; de là, on risque de biaiser les hypothèses de travail et de faire une mauvaise interprétation, préconçue, des structures et de l'ensemble structural. Dans le second cas, les structures de végétation sont perçues comme des populations alignées sur un continuum, déterminé par un complexe de gradients écologiques.

Ces remarques nous amènent à proposer une nouvelle classification structurale de la végétation. Cette dernière permet de véhiculer des termes simples et faciles, dégagés de toute connotation génétique. La classification a été appliquée dans quatre zones biogéographiques de la péninsule du Québec-Labrador.

Dans les zones tempérée, boréale et hémiarctique, une cartographie des structures végétales a été effectuée. Dans la zone arctique, des exemples illustrés sont fournis. La première région est caractérisée par l'activité agricole. La dominante structurale est l'herbaçaie. La deuxième région est forestière ; les arborescences dominent. Les deux autres régions sont inexploitées par l'homme ; les muscinies constituent les plus importantes formations de ces territoires.

Les quatre zones décrites sont très différentes et illustrent la souplesse et l'applicabilité de la classification. Grâce à l'utilisation de quelques critères : formes de croissance, stratification et recouvrement, et à la facilité de généralisation, la classification permet une cartographie relativement rapide et efficace des structures de végétation.

Remerciements

Les auteurs remercient M. V. Lavoie, écologiste, et M. G. Ritchot, géographe, pour les remarques pertinentes apportées lors de la correction du manuscrit. Ce travail a pu être réalisé grâce à une subvention de recherche du Centre d'études nordiques (CEN), du Centre de recherches sur l'eau (CENTREAU) de l'Université Laval et des gouvernements fédéral et provincial (ARDA).

Références

- ARNOLD, R.W., 1966. Differentiation of soils having cyclic or recurring horizons. *Can. J. Soil Sci.*, 46: 69-74.
- AUBRÉVILLE, A., 1960. De la nécessité de fixer une nomenclature synthétique des formations végétales tropicales avant d'entreprendre la cartographie de la végétation tropicale. Méthodes de la cartographie de la végétation, CNRS, Paris, pp. 37-47.
- BEAUMIER, G. et R. PROULX, 1970. Estimation de la hauteur des arbres. Mém. de fin d'études. Fac. Foresterie et Géodésie, Univ. Laval, Québec.
- CLINE, M.G., 1944. Principles of Soil Sampling. *Soil Sci.*, 58: 275-288.
- CLINE, M.G., 1945. Methods of collecting and preparing soil samples. *Soil Sci.* 59: 3-5.
- COCHRAN, W.G., 1963. Sampling Techniques. John Wiley & Sons Inc., New York, 2nd ed., 413 p.
- DANSEREAU, P., 1951. Description and recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology*, 32(2): 172-229.
- DANSEREAU, P., 1957. Biogeography, an ecological perspective. The Ronald Press Company, New York, 394 p.
- DANSEREAU, P., 1960. Essais de représentation cartographique des éléments structuraux de la végétation. Méthodes de la cartographie de la végétation, CNRS, Paris, pp. 233-255.
- DANSEREAU, P., 1968. Les structures de végétation. *Finistera, Revta port. Geogr.*, 3 (6): 147-183.
- DE MARTONNE, E., A. CHEVALIER et L. CUÉNOT, 1955. Traité de géographie physique. Tome III : Biogéographie, 7^e édition, Armand Colin, Paris, 460 p.
- DICKINSON, R.E., 1970. Regional ecology. The Study of man's environment. J. Wiley & sons. New York, 199 p.
- ECKARDT, F.E., 1968. Remarques préliminaires concernant la structure et le fonctionnement des écosystèmes, et l'organisation du colloque de Copenhague. Actes du Colloque de Copenhague, Unesco, 21-30.
- GAUTHIER, B., 1971. Contribution à la régionalisation du Saint-Laurent. *Naturaliste can.*, 98: 401-414.
- GODRON, M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. *Oecol. Plant.*, 3: 185-212.
- GODRON, M., P. DAGET, L. EMBERGER, G. LONG, E. LEFLOCH, J. POISSONNET, C. SAUVAGE et J.P. WACQUANT, 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. CNRS, Paris, 296 p.
- GOUNOT, M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris, 314 p.
- GRANDTNER, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 216 p.

- GREIG-SMITH, P., 1964. Quantitative plant Ecology. 2nd ed. Butterworths, London, 256 p.
- GUINOCHET, M., 1955. Logique et dynamique du peuplement végétal. Masson, Paris, coll. Évolution des Sciences, 143 p.
- HARE, F.K., 1959. A photo-reconnaissance survey of Labrador-Ungava. Geogr. Branch, Mines and Tech. Surv., Ottawa, 83 p.
- HEADY, H.F., 1957. The measurement and value of plant height in the study of herbaceous vegetation. *Ecology*, 38(2): 313-319.
- HUMBERT, H., 1954. Rapport général sur les pays intertropicaux. LIX^e Colloque international du CNRS, Paris, pp. 453-463.
- HUSTICH, I., 1949. Phytogeographical regions of Labrador. *Arctic*, 2: 36-42.
- KENOYER, L.A., 1929. Plant Physiognomy. *Ecology* 10: 409-414.
- KÜCHLER, A.W., 1967. Vegetation mapping. Ronald Press Co., New York, 472 p.
- LABORIT, H., 1968. Biologie et structure. Coll. Idées, Gallimard, Paris, 189 p.
- LÉVIS-STRAUSS, C., 1958. Anthropologie structurale. Plon, Paris, 452 p.
- LONG, G., 1968. Conceptions générales sur la cartographie biogéographique intégrée de la végétation et de son écologie. C.E.P.E., document n^o. 46, 77 p.
- MARGALEF, R., 1963. On certain unifying principles in ecology. *Am. Nat.*, 97(897). 357-374.
- MARGALEF, R., 1968. Perspectives in ecological theory. The University of Chicago Press, Chicago, 111 p.
- MORELLO, J., 1968. La vegetacion de la Republica Argentina. Las Grandes unidades de vegetacion y ambiente del Chaco Argentino. Primera Parte: objetivos y metodologia. Buenos Aires, Instituto de Botanica agricola, Serie Fitogeografica N^o. 10, 125 p.
- PAYETTE, S., 1969. Relations sol-végétation en Basse-Péribonka. Thèse M.Sc. Fac. Agriculture, U. Laval, Québec, 316 p.
- PAYETTE, S. et V. LAVOIE, 1968. Quelques aspects écologiques de la végétation en Basse Péribonka. *Annls ACFAS*, 35:54.
- POISSONET, P., 1967. Place de la photo-interprétation dans un programme d'étude détaillé de la flore, de la végétation et du milieu. Actes du II^e Symposium international de photo-interprétation, Paris, IV, 2: 51-55.
- REY, P., 1968. Photographie aérienne et végétation. Actes de la conférence de Toulouse, UNESCO, 187-207.
- RITCHOT, G., 1971. Exemples de modelés jurassiens en Hudsonie, Québec. Texte non publié, 24 p.
- ROBERTY, G., 1960. La végétation des régions dépourvues de tradition agricole précisément définie et sa représentation cartographique. Méthodes de la cartographie de la végétation, CNRS, 103-110.
- ROUSSEAU, J., 1952. Les zones biologiques de la péninsule Québec-Labrador et l'hémisphère arctique. *Can. J. Bot.*, 30: 436-474.
- ROUSSEAU, J., 1968. The Vegetation of the Quebec-Labrador Peninsula between 55° and 60°N. *Naturaliste can.*, 95: 469-563.
- STEVENSON, I.M., 1968. A geological reconnaissance of Leaf River Map-Area, New Quebec and Northwest Territories. *Geol. Surv. Can.*, 356, Ottawa, 112 p.
- TEDROW, J.C.F., and J.E. CANTLON, 1958. Concepts of Soil Formation and Classification in Arctic Regions. *Arctic*, 11: 166-179.
- TROCHAIN, J.L., 1954. Nomenclature et classification des milieux végétaux en Afrique noire française. Paris, LIX^e Colloque international du CNRS, pp. 317-337.
- WEBB, J.L., 1968. Environmental relationships of the structural types of Australian Rain Forest Vegetation. *Ecology*, 49(2): 296-311.

NEW SPECIES OF *BULBOSTYLIS* (CYPERACEAE) FROM AFRICA

Marcel RAYMOND

4900 boul. Pie IX, Montréal 406, Québec

Résumé

Dans le présent travail deux espèces peu connues sont redécrites (*Bulbostylis equitans* (Kükenthal) Raymond et *B. grandibulbosa* Kükenthal). Deux autres sont présentées comme nouvelles: *B. igneotonsa* et *B. mozambica*, la première habitant la Zambie et la seconde le Mozambique. Une notamment est d'un grand intérêt écologique, puisqu'elle se protège contre les feux de brousse périodiques en développant une base épaissie qui lui permet de survivre et d'accomplir son cycle. La seconde est un endémique de distribution très restreinte.

Abstract

The description of two little-known species of *Bulbostylis*, namely *B. equitans* (Kükenthal) Raymond and *B. grandibulbosa* Kükenthal, is enlarged, and two new species, *B. igneotonsa* and *B. mozambica*, are described respectively from Zambia and Mozambique. *B. igneotonsa* is ecologically very interesting in that it resists periodical bush-fires by developing a thickened basis allowing its survival and the completion of its life-cycle. *B. mozambica* appears to be an endemic of a very restricted range.

The genus *Bulbostylis* Kunth, with about 100 species, is mostly African, though one species reaches southern Québec. As its name implies, its most important distinctive character is the fact that the stylobase remains as a button on top of the achene. On the other hand, in the case of its counterpart, namely the genus *Fimbristylis* Vahl, with approximately the same number of species, the fimbriate style falls into one piece, leaving no scar.

In *Bulbostylis*, the stems as well as the sheaths are covered with a strong indumentum of sometimes quite long hairs, whereas in *Fimbristylis* they are usually glabrous. The cradle of the genus is Southeastern Asia and adjacent Malaysia. One species also reaches Southern Québec.

Some lame efforts to unite the two genera into one have so far proved to be fruitless or futile. There is only one border-line species that could be shifted from one side to the other: *Fimbristylis exilis* or *Bulbostylis exilis*, the paternity of both having still to be ascertained.

Bulbostylis equitans (Kükenthal) Raymond, Mém. Jard. bot. Montréal 55: 38. fig. 17. 1962. — *Scirpus equitans* Kükenthal, Wissens. Ergebniss d. Schwedis. Rhodesia-Kongo Exped. 1911-12, 1: 7. tab. II. fig. 3. 1921.

Rhizoma durum, stolones 3 mm diam. squamis rigidis brunneis obteetos agens. Culmus 30-85 cm altus singulus gracilis sed firmus, obtusangulus laevis, nonnisi basi foliatus. Folia equitantia 2/3 culmi aequantia filiformiconvoluta rigida, vaginae ad 8 cm longae marginibus brunneae ore longe barbato-pilosae. Anthela corymbosa, radiis inaequaliter longis, laevibus.

Spiculae (1)-4-20 *singulae pedunculatae erectae, vel fasciculatim dispositae subsessiles ellipticae* 8-11 mm *longae subacutae. Squamae ovatae* 4-5 mm *longae obtusae marginibus albohyalinae ciliato-pilosa e dorso trinervi aristatae. Stamina* 3. *Nux* 3.3 mm *longa, 1.8 mm diam. trigona, obovato-oblonga, alba, laevis, stylobasi 0.8 mm longa coronata. Stigmata* 3.

CONGO KINSHASA: Katanga, am. Bulelo-Flusschen auf feuchter Wiese mit *Xyris* u.a. wachsend *R.E. Eries* 531. — Signal Kafimina, prov. de Katanga; savane herbeuse *Desenfans* 3636 (BR!). — Bwana Mutombo, chutes de la Kwenge; marécage, 8-2-1952 *H. Dallens* 3165 (Br!). — Kapanga, septembre 1938, *Overlaet*, (BR!).

ZAMBIA: 80 km s. of Abercorn, alt. 1300 m; perennially damp ground; 12-11-60 *E.A. Robinson* 4065 (MTJB). — Fiwila, Mkushi; bog; erect perennial sedge; 15-1-59 *E.A. Robinson* 3223 (MTJB). — E. of Shiwa Ngandu, 5000 ft. *Greenway* 5576 (K). — N. of Shiwa Ngandu, 5100 ft. *P.J. Greenway & C.G. Trapnell* 5707 (K). — Kapigi Mpangas, Solwezi distr., 4000 ft. *C.G. Trapnell* 1642 (K, Br!).

ANGOLA: Lunda; entre Vila Henrique de Carvalhoe Muriége, rio Chinége, alt. c. 960 m *A. W. Exell & F.A. Mendonça* 872 (BM, COI). — Umpalai, Serpa Pinto, Menongue, Bie, 5-9-1906, *Gossweiler* 3044 (K, COI).

Thanks to additional specimens examined in the herbaria of Coimbra and Brussels (April 1968), I have been able to complete the description and enlarge the known area of this unusual plant. *Bulbostylis equitans* stands apart in the genus by its relatively large achene and specially its equitant leaves, a feature that occurs here and there in the Cyperaceae, quite prominently in genera like *Machaerina*, *Chrysitrix*, *Lepidosperma*, but that gets its best development in Xyridaceae and Iridaceae.

Bulbostylis grandibulbosa Kükenthal, *Wissens. Ergebnisse d. Schwedis. Rhodesia-Kongo Exped.* 1911-12, 1: 6, taf. 1. fig. 5 1922. *Descr. ampl.*

Rhizoma breve horizontale durum. Culmi dense caespitosi 10-15 cm alti graciles, compresso-trigoni, superne scabridi, inferne foliati basi vaginis 2-3 cm altis duris badiis nitidissimis integris oblongo-incrassati. Folia dimidio breviora setacea scabra cinereo-viridia. Vaginae ferrugineae ore pilis longis albidis dense barbatae. Bracteeae 2 caput subaequantur etiam superantes membranaceae in acumen viride setaceum ad 2.5 cm longum productae. Spiculae (1)-3-5 *breves oblongo-lanceolatae acutae in capitulum unicum ovatum 6-8 mm altum dense congestae. Squamae 6-7 mm longae oblongo-lanceolatae subacutae vel apicae minute excisae obscure puberulae castaneae e carina viridi breviter mucronatae. Stamina* 3. *Antherae longae lineares flavae purpureo-appendiculatae. Nux luteoalbida, 2 mm longa, 1.5 mm lata, obovato-oblonga trigona, angulis incrassatis, grosse undulata, stylobasi crassa pyramidato-depressa (0.50 mm diam.) coronata. Figure* 1.

ZAMBIA: Kukuta (zwischen Mporokoso und Katwe), in Trockenwald auf abgebranntem Boden *R. E. Eries* 1181. — Khasama District. Mungwi; woodland. *E. A. Robinson* 4163 and 4741 (MTJB).

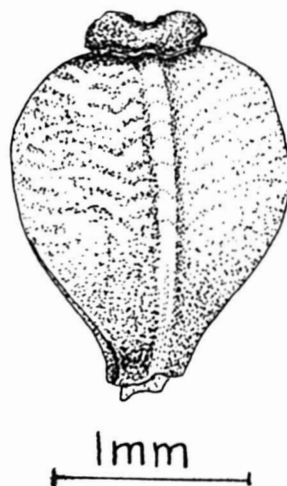


Figure 1. *Bulbostylis grandibulbosa* Kükenthal, achene.

The achene is quite unique in its size, its thickened angles and the pyramidal shape of the base of the style. The type being immature, the present description based on perfect material, has been partially rewritten. For instance, the tubercle is quite wide in this species (0.50 mm). The original collection being immature, the achene undeveloped, the tubercle was given as being as wide as the achene: "styli basis grandis cum nuce fere aequilata", which is not the case in the mature state, as Mr Robinson's excellent and abundant material has permitted me to ascertain.

***Bulbostylis igneotonsa* Raymond, n. sp.**

Rhizoma horizontale crassum, durum, radicibus ridigis. Culmi plures 30-35 cm alti, 1 mm diam., graciles sed rigidi, sulcati, striati, saepe saepius sparse et breviter pilosi, sed casu glabri. Vaginae breviter et acute laminatae cinnamomeae ore pilis multicellularibus ad 2 cm longis copiosissime praeditis, per incendia regularia aequaliter ad 4 cm tonsae, mortuae nigro-brunneae integrae, in caespites duos densissimos incrassatae. Spiculae sessiles, 2-5, oblongae, acutae, in capitulum turbinatum 1 cm longum, 1 cm latum congestae, basi pilis longissimis investae. Bractee 2(-4) caput subaequant, basi amplectentes. Squamae ovatae 8-9 mm longae haud distichae, rufae, in acumen cinnamomeum productae, margine eroso-ciliatae. Nux 2.25 mm longa triangulato-rhomboidalis, angulis incrassatis, stylobasi conica crassa coronata. Stigmata 3 crassa. Figure 2.

ZAMBIA : Kasama Distr. ; 15 Km E. of Kasama. Brachystegia woodland in Escarpment valley E.A. Robinson 4732 (holotypus in herb. auct.) ; MTJB). — Ibidem. glabrous E.A. Robinson 4731 (MTJB) — 10 Km E. of Kasama. Woodland E.A. Robinson 4187 (MTJB).

Related to *Bulbostylis Vanderysti* Chermeson of Central and East Africa, *B. Wittei* Chermeson of Congo, and *B. grandibulbosa* Kükenthal of Zambia. They have in common the densely caespitose habit and the long hairy indumentum. But the hairs at the base of the capitule,

as well as those borne at the mouth of the sheaths, are much longer in the present species. In fact, they are, to my knowledge, the longest known in the genus *Bulbostylis*. *B. Vanderysti* has no hair at the base of the capitule and both *B. Vanderysti* and *B. Wittei* bear normal leaves, whereas in *B. igneotonsa* the leaves are reduced to shortly-bladed sheaths. They differ also by the shape and the size of the achenes, the thickened angles in those of *B. igneotonsa* being quite unusual. Such achenes are also found in *B. grandibulbosa* Kükenthal (q.v.)

All these perennial caespitose species mentioned above have something else in common. They occur in areas subjected to regular brush-fires and seem to bloom immediately after this ordeal. Those brush-fires have an influence on the

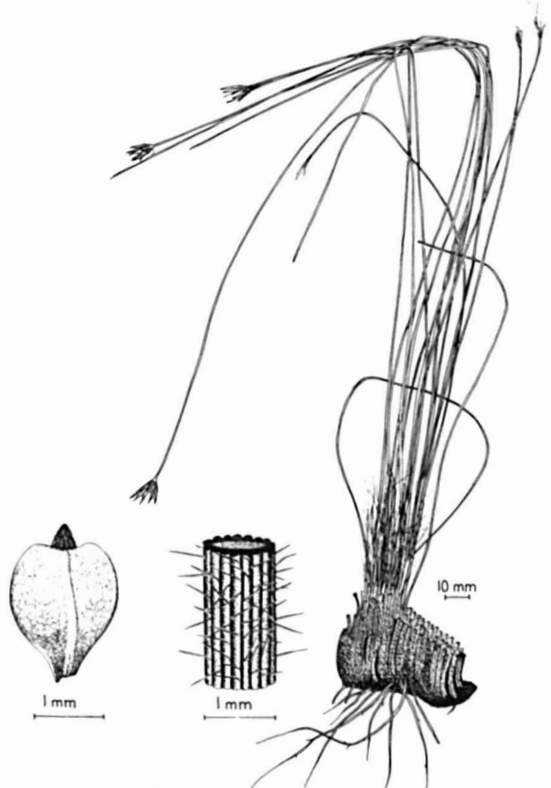


Figure 2. *Bulbostylis igneotonsa* Raymond. Entire plant, sheath and achene. Holotypus in auct. herb.

tropical flora and vegetation as they eliminate a great number of species that cannot stand the periodical burning of their aerial parts, whereas a small number develops what Svenson has termed "fire-resisting structures". The choice of the epithet "igneotonsa" (meaning shaved by the fire) describes what takes place: the stems burned down leaving on the horizontal rhizome crowded stubs of the same length. The extreme in the building of these "fire-resisting structures" is attained by *Bulbostylis paradoxa* (Spreng.) Lindm., inhabiting the dry pinelands of Cuba, Panama and northern South America, where the vertical base becomes densely clothed by the persistent leaf-bases, forming a 3 cm thick singed cylinder.

The curious shape of these apparently dead cylinders first erect, later reclining, covering the burnt savannas have inspired to the Natives of Latin America vernacular names often with a scatological reference: *Cagada del señor*, *Tusillo*, *Mojon de senora*, *Hierba sin cabeza* (in Venezuela), *Mierda de mono* (in Cuba). Marie-Victorin and Léon have described in the Isle-of-Pines, off Cuba, an unusual zerophytic formation, a *Pinus tropicalis*-savanna, where the only plants that could survive the fire of both Hell and Heaven were *Clitoria guianensis*, *Eriosema crinitum* and *Zamia silicea*, all geophytes with long taproots, and *Bulbostylis paradoxa*.

The same phenomenon takes place with *Bulbostylis lanata* Kunth of the savannas of the Orinoco and Rio Negro Valleys.

Bulbostylis mozambica Raymond, n. sp. — Sect. BULBABILGAARDIA Chermeson.

Rhizoma obliquum, durum, 1 cm diam., brunneum, radicibus longibus rigidis. Culmi plures (7-8) 45-55 cm longi, dense caespitosi, graciles sed rigidi, striati, glabri. Folia in vaginis

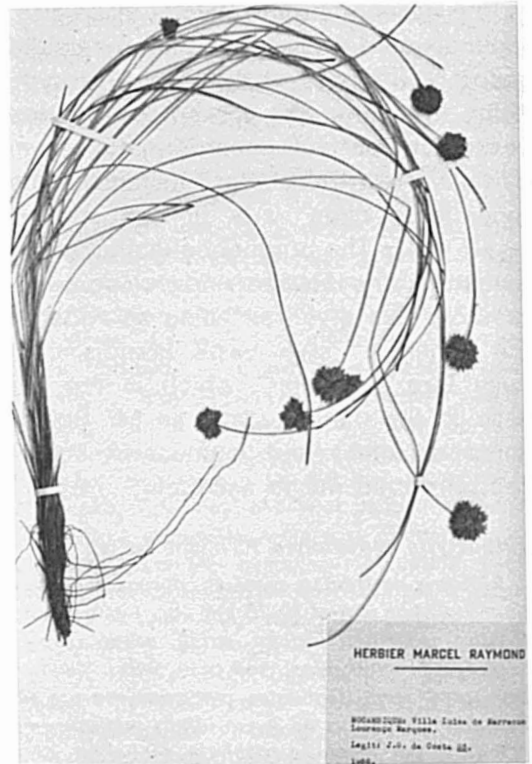


Figure 3. *Bulbostylis mozambica* Raymond. Holotypus in auct. herb.

rigidas, breve et acuter laminata, reducta, ore et apice floccosa. Bractee breves, inconspicuae. Spiculae 7 mm longae, late ovatae distichae in glomerulam sphericam 1.5-2 cm diam. densissime agglomeratae, juvenem floccosum, demum glabrescentem. Squamae 5 mm longae, ovatae, carinatae, acuminatae, brunneae, subtiliter rubro-lineolatae, margine eroso-hyalinae. Nux 1 mm longa, ovalis, trigona, sub magnificatione subtiliter undulato-reticulata, albida, stylobasi brunnea. Stigmata 3 gracilia, longa. Figure 3.

MOÇAMBIQUE: Villa Luisa de Maracuena, Lourenço Marques. 1958 J.G. da Costa 23 (holotypus in herb. auct., MTJB; fotogr. in COI). — Lourenço Marques. *Plantae Schlechterianae Austro-Africanae*. 30-11-1897. *Schlechter 11543* (COI, BR).

Friedrich Richard Rudolf Schlechter (1872-1925), a German professional collector, worked in Lourenço Marques in 1897.

With its numerous distichous spikelets congested into a globular head, *Bulbostylis mozambica* is an unusual plant that I have not been able to match with any known species in the herbaria of Montreal, Coimbra and Brussels, all rich in African sedges. The Schlechter specimen, as well as the type, are so alike that they seem to have been collected from the same clump, at an interval of 60 years. Schlechter's gathering has been distributed to various herbaria as *B. (collina Kunth)*, a very variable species whose correct name is *B. contexta* (Nees) Bodard, based on *Ficinia contexta* Nees (1837). Even in its "congested" phase, *B. contexta* has little in common with *B. mozambica*. They do not even belong to the same section and are distinct in several respects: leaves, spikelets, akenes, etc. With the hundreds of sheets of African *Bulbostylis* that I have examined in recent years, I have a strong feeling that *B. mozambica* is an endemic of a very restricted range.

Acknowledgement

I wish to thank the Curators of various herbaria cited in this paper, either in letting me have access to their collections during my visits, or lending me critical material: Stockholm, Coimbra, Kew, British Museum, Port-of-Spain, to mention but a few. I wish also to thank Mr. Jenó Arros who made the drawings with great care and patience and to Mr. Roméo Meloche, who skilfully took the photographs. Both belong to the actual staff of the Montréal Botanical Garden.

References

AZANCOT, DE MENEZES, O. J., 1956. Ciperaceas de Angola existentes no herbario do Jardim e Museu Agrícola do Ultramar (LISJC). *Rev. Junta Missoes Geograficas e de Invest. do Ultramar*, 4 (2): 239-264.

- BODARD, M., 1961. Notes préliminaires à la revision du genre *Bulbostylis* (Cypéracées). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 108 (7-8): 307-310.
- BODARD, M., 1963. Notes préliminaires à la revision du genre *Bulbostylis* (Cypéracées). II. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 110 (3-4): 158-160.
- BODARD, M., 1963. Première contribution à la revision du genre *Bulbostylis* (Cypéracées) en Afrique. *Annls Fac. Sci. Univ. Dakar*, tome 9: 51-80.
- CHERMEZON, H., 1924. Sur quelques Cypéracées africaines critiques. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 71, (4e série, 24): 141-144.
- CHERMEZON, H., 1929. Les Cypéracées à feuilles ensiformes. *Archs Bot. Caen*, 3: 73-101.
- CHERMEZON, H., 1932. Sur quelques Cypéracées du Congo belge. *Revue Zool. Bot. afr.*, 22 (1): 63-71.
- CHERMEZON, H., 1935. Cypéracées nouvelles du Congo belge. *Bull. Jard. bot. État Brux.*, 13 (4): 277-283.
- HUMBERT, H., 1927. La destruction d'une flore insulaire par le feu. *Mém. Acad. malgache*, 5: 1-79.
- KÛKENTHAL, G., 1921. *Cyperaceae*. In R. E. Fries: *Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Rhodesia-Kongo-Expedition 1911-1912 unter Leitung von Eric Graf von Rosen*. Band 1, Erg.-Heft: 1-10.
- MARIE-VICTORIN, Frère, F.E.C. et LÉON, Frère, F.E.C., 1942. Itinéraires botaniques dans l'île de Cuba, première série. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, No 41, 1942, pp. 283-285, fig. 176 à 179, mention p. 288 et fig. 181.
- NAPPER, D. M., 1965. Cyperaceae of East Africa III. *Jl. E. Africa nat. Hist. Soc.*, 25 (1), 27 p.
- RAYMOND, M., 1962. An unusual African *Bulbostylis*. *Mém. Jard. bot. Montréal*, 55: 37-39.
- SCHNEE, L., 1943. Les Ciperaceas del Herbario Nacional de Venezuela. *Boll. Soc. veneziana Ci. nat.*, Tomo 9, no 57.
- SVENSON, H. K., 1957. North American Flora. 18, part 9, (Poales) (Cyperaceae), Scirpeae (Continuatio). *Jl N. Y. bot. Gdn*, Nov. 1957, p. 541.

- VAN DER VEKEN, P., 1965. Contribution à l'embryographie systématique des *Cyperaceae-Cyperoideae*. *Bul. Jard. bot. État Brux.*, 35 (3): 285-354.
- WALTER, H., 1939. Grassland, Savanne und Busch der ariden Teile Afrikas in ihrer ökologischen Bedingtheit. *Jb. Wiss. Bot.* 87: 750-860.
- WEBER, Hans, 1963. Über die Wuchsform von *Bulbostylis paradoxa* (Spreng.) Lindm. (Cyperaceae). *Abh. Akad. Wiss. Mainz, Math-Nat.* Nr. 5, 20 pp. mit 13 Abb. in text.

INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION IN BIRCH (*BETULA*)

M. T. ALAM¹, and W. F. GRANT

Genetics Laboratory, Macdonald Campus of McGill University,
Ste. Anne de Bellevue, Québec

Résumé

Des croisements expérimentaux furent tentés entre *B. populifolia* ($2n = 28$) et *B. papyrifera* ($2n = 84$), et entre *B. × caerulea* ($2n = 28$) et *B. papyrifera*. Du premier croisement, on a réussi à produire dix-sept plantules hybrides et du second croisement, deux seulement. Le nombre de chromosomes somatiques était de 56 pour tous les plants hybrides. Une étude des caractères juvéniles de quelques plantes âgées de 8 mois provenant du croisement *B. populifolia* × *B. papyrifera* nous montre qu'elles ne peuvent être distinguées du parent mâle *B. papyrifera* en ce qui regarde la forme de la feuille et le type de croissance. Les hybrides du croisement *B. × caerulea* × *B. papyrifera* ressemblaient aussi au parent mâle quant à ces traits et ne pouvaient être distingués des hybrides issus du croisement *B. populifolia* × *B. papyrifera*. Dans les hybrides des deux croisements, la dentelure des feuilles et la pubescence des tiges et des feuilles étaient intermédiaires entre les parents. La similarité de morphologie entre les hybrides et *B. papyrifera* rend très difficile la détermination de l'ascendance et la nomenclature des spécimens provenant de régions où l'hybridation peut avoir lieu.

Abstract

Experimental crosses were carried out between *B. populifolia* ($2n = 28$) and *B. papyrifera* ($2n = 84$) and *B. × caerulea* ($2n = 28$) and *B. papyrifera*. Seventeen hybrid seedlings were raised from the former cross and two from the latter. All hybrid plants had a somatic chromosome number of 56. A study of the juvenile characters of eight month old seedlings from the cross *B. populifolia* × *B. papyrifera* showed that they were indistinguishable in leaf shape and growth habit from the male parent, *B. papyrifera*. The hybrids of the cross *B. × caerulea* × *B. papyrifera* also resembled the male parent for these traits and could not be distinguished from hybrids of the cross *B. populifolia* × *B. papyrifera*. In hybrids of both crosses, the number of leaf serrations and the stem and leaf pubescence were intermediate between the parents. The morphological similarity between the hybrids and *B. papyrifera* indicate the difficulty in determining the parentage and nomenclature of specimens from areas where hybridization may occur.

Introduction

Interspecific hybrids in the genus *Betula* occur frequently in nature and were well documented as early as 1861 (Jack, 1895). Sporadic reports of natural

hybrids have been made by a number of investigators and lists have been compiled by Johnson (1939), and Richens (1945), who lists 33 crosses. At present, approximately 50 hybrid combinations have been reported. These natural hybrids have been identified mainly on the basis of morphological characteristics: pollen measurements (Rosendahl, 1928), biometrical studies (Jentys-Szaferowa,

¹ Present address: Ministère de la santé, Direction générale des laboratoires, Laboratoire de cytogénétique, C.P. 412, Ville de Laval, Québec.

1959 ; Gardiner and Jeffers, 1962 ; Kuzmanov *et al.*, 1966), hybrid indices (Froiland, 1952 ; Dugle, 1966 ; Brittain and Grant, 1969 ; Guerriero *et al.*, 1970) and chromatography (Clausen, 1963 ; Dugle, 1966 ; Grant, 1971 ; Koshy *et al.*, 1972). Studies correlating chromosome numbers and morphological analyses have been carried out by a number of investigators, notably Woodworth (1929, 1930, 1931), Johnsson (1949), Dugle (1966) and Brittain and Grant (1967). Natural crosses between diploid and tetraploid taxa have frequently resulted in the production of triploids and have been reported by a number of investigators. In contrast to the numerous reports and studies on natural hybrids, there are few studies on artificially produced birch hybrids. In a systematic study, Johnsson (1945, 1949) obtained a number of interspecific hybrids and carried out cytological and morphological analyses. Woodworth (1931) reported that he had made a large number of interspecific crosses but beyond reporting the successful production of hybrid seed, no further results were published. Likewise, Smith and Nichols (1941) produced a number of interspecific hybrids but no description of these hybrids has been published. Clausen (1966) produced a number of interspecific hybrids for which he estimated the most successful or compatible crosses based on the highest percentage of seed germination.

This study reports the juvenile characteristics of the artificial hybrids produced between *B. populifolia* Marsh. \times *B. papyrifera* Marsh., and *B. caerulea* \times *B. papyrifera*. Plants of the taxon *B. caerulea* are considered to be hybrids and/or introgressants between *B. cordifolia* and *B. populifolia* (Brittain and Grant, 1971). From a knowledge of juvenile characters of birch species, it should be possible to predict the parents involved in a particular hybrid in nature.

Materials and methods

The cross *B. populifolia* (Acc. No. 633 ; origin, Lac Carré, Québec) \times *B. papyrifera* (Acc. No. 19 ; origin, Morgan Arboretum, Québec) was made using *B. populifolia* as the female parent since preliminary crosses had shown that hybrid seedlings resulting from this cross resembled *B. papyrifera*. As a result, any selfed seedlings which arose accidentally could be removed without checking their chromosome number.

For the controlled production of crosses, a branch bearing a female catkin on a *B. populifolia* tree was covered with a cheese cloth bag well before the anthers were ready to dehisce. *Betula papyrifera* usually sheds pollen about one to two weeks before that of *B. populifolia*. Therefore, a branch bearing male catkins on a *B. papyrifera* tree was cut off and placed in a container of water in a cold room at 8°C to prevent the dehiscence of the anthers until the female bearing catkins of *B. populifolia* became receptive. About three days before the expected dehiscence of the pollen from the anthers of *B. populifolia*, the *B. papyrifera* branch was taken out of a cold room and kept at room temperature in order to allow the maturation of the pollen of this species. The pollen collected from the branch of *B. papyrifera* maintained under laboratory conditions was then used to pollinate *B. populifolia* flowers. After pollination the branch was recovered with the cheese cloth bag. The bag was removed two weeks after the date of pollination in order to allow the seeds to develop normally. Crosses were carried out in a similar manner with *B. caerulea* (Acc. No. 708 ; origin, Lac Carré, Québec) as the female parent. This tree (Acc. No. 708) resembled more closely Blanchard's *B. caerulea-grandis* than his *B. caerulea*. The seeds were harvested at the end of August and stored for three months before sowing in the greenhouse. Chrom-

osome numbers were determined for each putative hybrid seedling.

The number of leaf veins, number of serrations, length of guard cells and the stem and leaf pubescence were measured or observed for the parents and hybrids. Height measurements for each plant were made at the end of eight months

of growth on potted plants maintained in the greenhouse and later in cold frames outside.

Results

Seventeen hybrid seedlings were raised from the cross *B. populifolia* × *B. papyrifera*, and two from the cross *B.* × *caerulea*. The hybrid seedlings in both crosses had somatic chromosome numbers of 56, intermediate to that of the parents (Fig. 1).

As has been stated elsewhere (Grant, 1969), guard cell measurements are not reliable for distinguishing individuals of the different levels of polyploidy except in extreme cases such as between diploids (Acc. Nos 633 and 708) and hexaploids (Acc. No. 19; Table I). However, the average guard cell values determined for the hybrid seedlings were not proportionate to chromosome number but approximated or slightly exceeded (Table I) the average value for *B. papyrifera*, the species which has the highest chromosome number. It has been observed in general that guard cell length in leaves

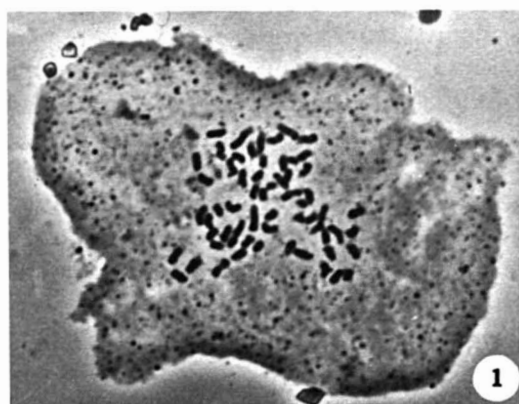


Figure 1. Somatic metaphase chromosome complement from a root tip of the hybrid *B. populifolia* × *caerulea* × *B. papyrifera*, $2n = 56$, ca. × 2000.

TABLE I

Average number of leaf veins, serrations, leaf pubescence, height and guard cell length of *B. papyrifera*, *B. populifolia*, *B. × caerulea* and hybrids

Accession number	Species	Number of leaf veins	Number of leaf serrations	Leaf pubescence	Height (cm)	Guard cell length (μ)	Chromosome number ($2n$)
19	<i>B. papyrifera</i>	8.00	52.51	Pubescent	62.71	39.75	84
	<i>B. populifolia</i> × <i>B. papyrifera</i>	8.50	48.75	Intermediate	61.19	38.44	56
633	<i>B. populifolia</i>	8.87	42.12	Glabrous	54.14	33.50	28
	<i>B. × caerulea</i> × <i>B. papyrifera</i>	8.67	49.33	Intermediate	63.00	40.12	56
708	<i>B. × caerulea</i>	7.50	44.00	Glabrous	40.00	35.85	28



Figure 2. A photograph of seedlings of *B. populifolia* (left), *B. populifolia* × *B. papyrifera* (center) and *B. papyrifera* (right).

of young seedlings may be longer than in mature leaves for the same species, however, it would appear that there is some heterotic effect on stomatal size. It should be noted that the leaf shape of the hybrids (Figs 2, 3) more closely resembles that of *B. papyrifera*, the parent with the largest leaves.

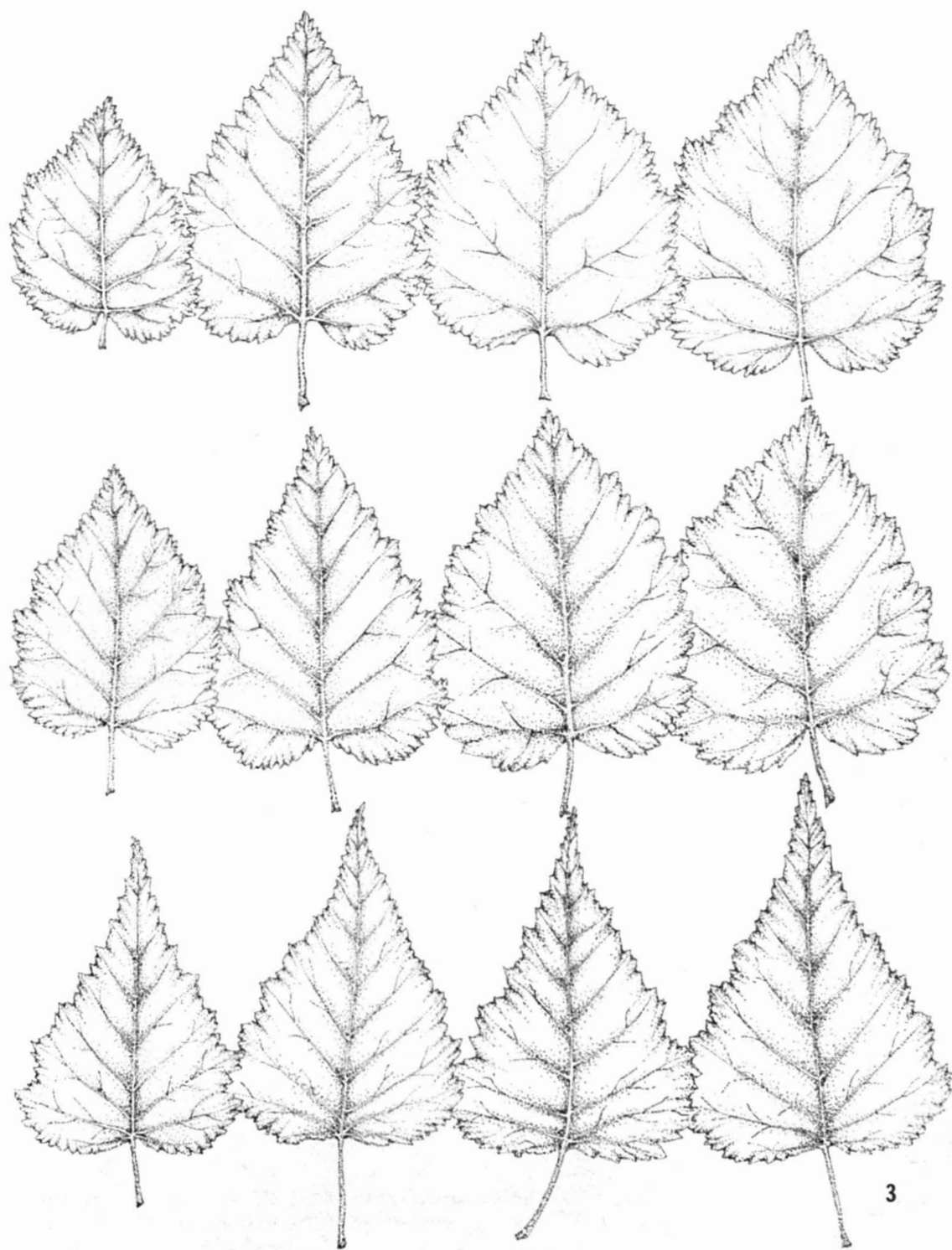
A similar comparison may be noted in plant height where the hybrid seedlings approximated or exceeded (Table I) the height of the tallest parent, *B. papyrifera*. As illustrated in Figures 2 and 3, there was no marked difference in the shape of the leaf between *B. papyrifera* and the hybrid *B. populifolia* × *B. papyrifera*. However, pubescence was intermediate in the hybrid (Fig. 4). The number of leaf veins and the number of leaf serrations were also intermediate in the hybrids (Table I). The hybrids between *B. × caerulea* and *B. papyrifera* were indistinguishable from those of the cross *B. populifolia* × *B. papyrifera*. In both crosses, the stem and leaf pubescence and the number of leaf veins and serrations were intermediate to that of the parents (Table I). As illustrated in Figures 2, 3 and 5, there is no marked difference in the leaf shape of the hybrids from that of the male parent, *B. papyrifera*.

Discussion

Betula papyrifera exhibits a wide range of variation in its morphological characteristics. Part of this variation may be the result of the intraspecific polyploid nature of this species in which individuals with euploid ($2n = 56, 70, 84$; Brittain and Grant, 1966) and aneuploid chromosome numbers (Johnsson, 1949; Dugle, 1966) have been reported.

As opposed to stem and leaf pubescence which are intermediate in the hybrids of both crosses, it is extremely difficult to distinguish the leaves of the hybrids from those of the male parent, *B. papyrifera*. A similar observation has been made by Brittain and Grant (1966) and Dugle (1966) in a natural population of *B. papyrifera* with 56 somatic chromosomes, in which the leaf shape of the lower ploidy trees ($2n = 56$) was remarkably similar to that of the higher ploidy trees ($2n = 84$). In contrast to our results, Johnsson (1949) found the leaves of artificial hybrids between *B. pubescens* × *B. papyrifera* and *B. verrucosa* × *B. papyrifera* to be intermediate in form to those of the parents.

While the average number of leaf serrations are in general intermediate in the hybrids, the values were closer to that of *B. papyrifera* (Table I). There is a considerable difference between the guard cell lengths for the hybrids and those of *B. populifolia* and *B. × caerulea* but little difference between the average values for the hybrids and that of *B. papyrifera*. It was also noted that certain plants of *B. papyrifera* which were cytologically examined and found to have a somatic chromosome number of 84, were superficially difficult to distinguish from the hybrids with 56 chromosomes. In our opinion, it would not be feasible to predict the hybrid nature of any particular tree without determining its chromosome number.



3

Figure 3. Drawings of leaves of *B. papyrifera* (top row), *B. populifolia* × *B. papyrifera* (center row) and *B. populifolia* (lower row).

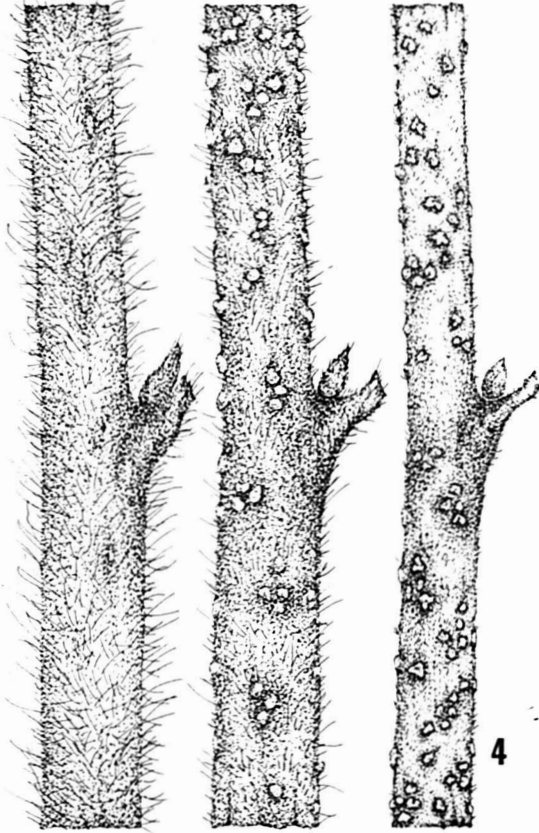


Figure 4. Drawings of seedling stems to show pubescence, *B. papyrifera* (left), *B. populifolia* \times *B. papyrifera* (center) and *B. populifolia* (right).

Hybrids between *B. \times caerulea* and *B. papyrifera* cannot be readily distinguished from the *B. populifolia* \times *B. papyrifera* hybrids. The number of leaf serrations do not differ significantly between the hybrids and the male parent, *B. papyrifera* (Table I). Likewise, there is little difference in the height or guard cell length between the hybrids and *B. papyrifera*, although there is a much greater difference between the hybrids and *B. populifolia* for these characters.

We have noted that in birch, which is a wind pollinated species, accidental self-pollination will occur even when considerable precaution is used in a controlled cross. The air was filled with pollen during the time of pollination and the authors found a high number of selfed seeds in these experimental crosses. Therefore, the confirmation of hybrids should be through chromosome number determination of the putative hybrids when the chromosome numbers of the parents differ in number.

Since the synthesized hybrids of the two crosses, *B. populifolia* \times *B. papyrifera* and *B. \times caerulea* \times *B. papyrifera*,

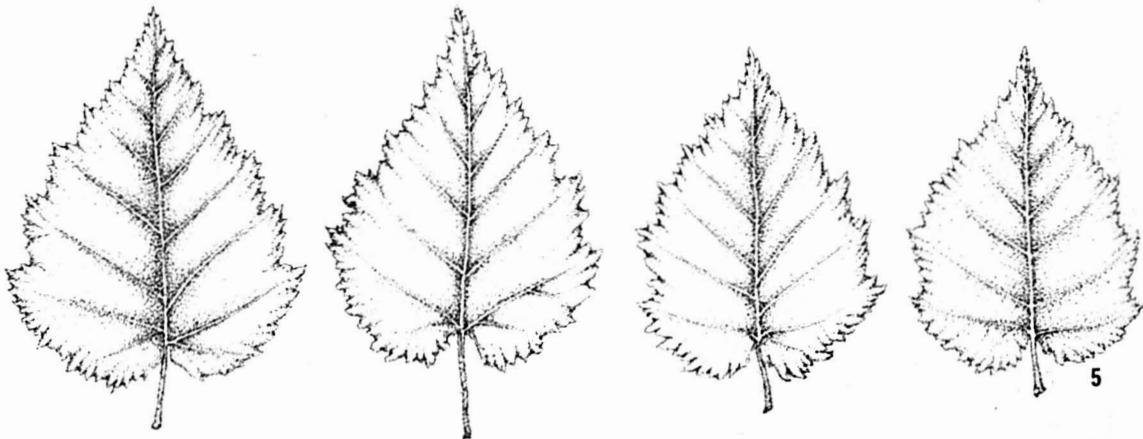


Figure 5. Drawings of leaves from the hybrid *B. \times caerulea* \times *B. papyrifera* to show leaf shape.

are indistinguishable from each other and both resemble *B. papyrifera*, it would not be possible to distinguish between *B. populifolia* or *B. × caerulea* as a parent in examining any one particular natural hybrid with $2n = 56$ chromosomes in which these taxa were involved. From this study of controlled crosses, it is clear that in cases where dominance may be expressed as in leaf shape, one may be misled in deciding the nomenclature of a birch specimen from a morphological examination only.

Acknowledgements

This study was partially supported by a grant to Dr. W. F. Grant from the Canadian Forestry Service. Certain aspects of the research have been supported by a grant to the late Dr. W. H. Brittain from the National Research Council of Canada, which is gratefully acknowledged. The figures were drawn by Mr. R. D. Magill.

References

- BRITTAIN, W. H. and W. F. GRANT, 1966. Observations on Canadian birch (*Betula*) collections at the Morgan Arboretum. III. *B. papyrifera* of British Columbia. *Can. Fld Nat.*, 80 : 147-157.
- BRITTAIN, W. H. and W. F. GRANT, 1967. Observations on Canadian birch (*Betula*) collections at the Morgan Arboretum. V. *B. caerulea-grandis* and hybrids. *Can. Fld Nat.*, 81 : 116-127.
- BRITTAIN, W. H. and W. F. GRANT, 1969. Observations on Canadian birch (*Betula*) collections at the Morgan Arboretum. VIII. *Betula* from Grand Manan Island, New Brunswick. *Can. Fld Nat.*, 83 : 361-383.
- BRITTAIN, W. H. and W. F. GRANT, 1971. Observations on the *Betula caerulea* complex. *Naturaliste can.*, 98 : 49-58.
- CLAUSEN, K. E., 1963. Characteristics of a hybrid birch and its parent species. *Can. J. Bot.*, 41 : 441-458.
- CLAUSEN, K. E., 1966. Studies of compatibility in *Betula*, p. 48-52. In Joint Proc. Second Genetics Workshop of the Soc. Am. Foresters and Seventh Lake States Forest Tree Improvement Conference, U.S. Forest Service Res. Paper NC-6.
- DUGLE, J. R., 1966. A taxonomic study of western Canadian species in the genus *Betula*. *Can. J. Bot.*, 44 : 929-1007.
- FROILAND, S. G., 1952. The biological status of *Betula andrewii* A. Nels. *Evolution*, 6 : 268-282.
- GARDINER, A. S. and J. N. R. JEFFERS, 1962. Analysis of the collective species *Betula alba* L. on the basis of leaf measurements. *Silvae Genet.*, 11 : 156-163.
- GRANT, W. F., 1969. Decreased DNA content of birch (*Betula*) chromosomes at high ploidy as determined by cytophotometry. *Chromosoma*, 26 : 326-336.
- GRANT, W. F., 1971. Species differentiation by quantitative evaluation of fluorescent compounds on thin-layer chromatograms using the Zeiss Chromatogram Spectrophotometer. *Zeiss-Mitteilungen*, 5 : 290-297.
- GUERRIERO, A. G., W. F. GRANT and W. H. BRITTAIN, 1970. Interspecific hybridization between *Betula cordifolia* and *B. populifolia* at Valcartier, Québec. *Can. J. Bot.*, 48 : 2241-2247.
- JACK, J. G., 1895. Hybrid birches. *Garden and Forest*, 8 : 243-244.
- JENTYS-SZAFEROWA, J., 1959. A graphical method of comparing the shapes of plants. *Rev. Pol. Acad. Sci.*, 4 : 9-37.
- JOHNSON, L. P. V., 1939. A descriptive list of natural and artificial interspecific hybrids in North American forest-tree genera. *Can. J. Res.*, 17 : 411-444.
- JOHNSON, H., 1945. Interspecific hybridization within the genus *Betula*. *Hereditas*, 31 : 163-176.
- JOHNSON, H., 1949. Studies on birch species hybrids. *Hereditas*, 35 : 115-135.
- KOSHY, T. K., W. F. GRANT and W. H. BRITTAIN, 1972. Numerical chemotaxonomy of the *Betula caerulea* complex. *Symposia Biologica Hungarica*, 12 : 140-146.

- KUZMANOV, B., S. KOZUHAROV and H. IVANOVA, 1966. Biometric studies on the genus *Betula* in Bulgaria. *Fragm. flor. geobot.*, 12 : 329-336.
- RICHENS, R. H., 1945. Forest tree breeding and genetics. *Jt Publs Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics, Cambridge, and Imperial Forestry Bureau, Oxford*, No. 8, p. 29-31.
- ROSENDAHL, C. O., 1928. Evidence of the hybrid nature of *Betula sandbergi*. *Rhodora*, 30: 125-129.
- SMITH, E. C., and C. NICHOLS Jr., 1941. Species hybrids in forest trees. *J. Arnold Arbor.*, 22 : 443-454.
- WOODWORTH, R. H., 1929. Cytological studies in the Betulaceae. *Bot. Gaz.*, 87 : 331-363.
- WOODWORTH, R. H., 1930. Cytological studies on the Betulaceae. *Bot. Gaz.*, 90 : 108-115.
- WOODWORTH, R. H., 1931. Polyploidy in the Betulaceae. *J. Arnold Arbor.*, 12: 206-217.

SARRACENIA PURPUREA L. AS HOST AND CARNIVORE AT LAC CARRÉ, TERREBONNE CO., QUÉBEC. PART II.

D. E. SWALES

Macdonald College of McGill University, Department of Plant Pathology,
Ste. Anne de Bellevue, Québec

Résumé

À la liste des commensaux déjà observés dans *Sarracenia purpurea* L. de la tourbière du lac Carré, Cté de Terrebonne, Québec, les rotifères, les nématodes, les copépodes et neuf familles d'insectes furent ajoutés. Environ le tiers des larves de *Metriocnemus knabi* Coq. et de *Wyeomyia smithii* (Coq.) et aucun *Blaesoxipha fletcheri* (Ald.) ne purent survivre aux conditions rigoureuses de l'hiver. Les acariens les plus abondants, *Anoetus gibsoni* (Nesbitt), passent l'hiver sous le stade hypopique. Deux nématodes, parasites des sauterelles, furent collectionnés à la fin de l'été. Deux espèces de *Blaesoxipha* semblent jouer un rôle important dans la fertilisation des fleurs de *Sarracenia*. Une liste des Lépidoptères capturés dans la tourbière pendant le mois de juin est également ajoutée.

Abstract

Rotifers, nematodes and copepods are added to the previously recorded list of inquilines in *Sarracenia purpurea* L. from Lac Carré bog, Terrebonne Co., Québec. About one-third of the larvae of *Metriocnemus knabi* Coq. and *Wyeomyia smithii* (Coq.) were killed by winter conditions, and no *Blaesoxipha fletcheri* (Ald.) survived that season. The most numerous mite, *Anoetus gibsoni* (Nesbitt), over-wintered in the hypopal stage. Two roundworm parasites of grasshoppers were found in a late summer collection and nine insect families are added to the previous list of victims. Two species of *Blaesoxipha* seemed to be important agents of pollination of the host plant. A list of Lepidoptera flying about in the bog in June is appended.

Introduction

In 1968, an early September collection of *Sarracenia purpurea* L. from the Lac Carré bog yielded the larvae of a mosquito, *Wyeomyia smithii* (Coq.), a midge, *Metriocnemus knabi* Coq., and a flesh fly, *Blaesoxipha fletcheri* (Aldrich). All were thriving in the fluid of the pitchers, while the adults of six insect orders were being digested slowly by the enzymes of that same fluid (Swales, 1969).

It was important to find out the fate of the inquilines after severe weather and to compare the winter mortality rate with that of late spring and early summer. To this end, total counts of the living and dead larvae were made from May 4,

when ice was still in the centre of the bog, to August 6, 1969, and from May 13 to June 25, 1970. All identifications possible from fragments of the victims were made at the same time.

A summary and comments on the 1969 and 1970 findings follow.

Animals living as inquilines in the pitcher plant for all or part of life cycle

Phylum Rotifera, Bdelloidea group. Usually in young leaves with little debris in base of pitcher. Food, micro-organisms of various kinds.

Phylum Nematoda, Dorylaimoidea group. Two carnivorous individuals were

seen attached respectively to a *Metriocnemus* and to an unidentified muscoid larva. Most were saprophagous, feeding on the decomposing bodies of the insects in the pitcher.

Phylum Arthropoda

Class Acarina, mites.

Found freely in pitchers throughout the season, particularly in young leaves. Micro-organisms are plentiful in *Sarracenia purpurea* (Hunter & Hunter, 1964) and no doubt supplied their food requirements along with the organic debris (See special section on mites).

Class Copepoda.

Order Eucopepoda, Sub-order Harpacticoida. Nesbitt (1954) found *Parastenocaris* of this sub-order in *Sarracenia*. Probably predacious.

Class Insecta.

Order Diptera. Larvae of Culicidae, *Wyeomyia smithii* (Coq.). Larvae of Chironomidae, *Metriocnemus knabi* Coq. Larvae of Sarcophagidae, *Blaesoxipha fletcheri* (Ald.). These larvae were always among the mass of insect debris at the base of the pitcher, apparently feeding on the remains.

Animals destroyed and utilized as food by the pitcher plant

Phylum Nematoda, family Mermithidae (See Goodey, T. and Goodey, J.B., 1963). Two leaves collected August 6, 1969, contained immature mermithids, one 15.5 cm × .4 mm, dead, and the other 17.7 cm × .4 mm, flesh-coloured, exhibiting sluggish movements. Remnants of the grasshopper, *Camnula pellucida* (Scudder) within the pitchers indicated what the host of this nematode parasite had been. The standard practice of nematologists of assigning them to

the genus *Agamomermis*¹, Stiles, was followed.

Phylum Arthropoda

Class Insecta.

Order Orthoptera. Gryllidae, crickets, *Nemobius palustris*, Blatchley and *Nemobius fasciatus* (De Geer); Acrididae, grasshoppers, *Boonacris glacialis glacialis* (Scudder) and *Camnula pellucida* (Scudder)².

Order Hemiptera³. Corixidae, Water boatmen; Miridae, leaf bugs; Nabidae, damsel bugs; Tingidae, lace bugs.

Order Coleoptera⁴. Carabidae, ground beetles; Staphylinidae, rove beetles; Lampyridae, fireflies; Elateridae, click beetles; Helodidae, marsh beetles; Monotomidae, small bark beetles; Coccinellidae, ladybird beetles; Chrysomelidae, leaf beetles; Curculionidae, weevils.

Order Lepidoptera⁵. Noctuidae, *Graphiophora haruspica* Grt.; others present were in too poor condition for identification.

Order Diptera³. Tipulidae, crane flies; Culicidae, mosquitoes; Bibionidae, March flies; Lonchopteridae, spear-winged flies; Syrphidae, syrphus flies; Sciomyzidae, marsh flies; Muscidae, house and stable flies; Sarcophagidae, flesh flies.

Order Hymenoptera³. Tenthredinidae, sawflies; Braconidae; Ichneumonidae, ichneumon flies; Vespidae, wasps; For-

¹ Determination by H.E. Welch, Department of Zoology, University of Manitoba.

² Determination by V. Vickery, Lyman Entomological Museum, Macdonald College.

³ Determination, from wings, by Felicity Ali Khan, Department of Entomology, Macdonald College.

⁴ Determination by Henri Goulet, Department of Entomology, University of Alberta.

⁵ Determination by D.F. Hardwick, Entomological Research Institute, Canada Department of Agriculture, Ottawa.

micidae⁶, ants; Apidae, bees, *Bombus terricola* Kby.

Three species of Formicidae, sufficiently whole to be identified, were picked from the leaves and determined by Dr. René Beïque⁶, *Camponotus herculeanus* (L.), an ant distributed generally over the boreal forest, *Dolichoderus taschenbergi* (Mayn.) which occurs in open country with *Betula* and *Populus*, particularly on sandy soil, and *Myrmica discontinua* Weber, an ant of bogs, near streams, and generally confined to wet places.

Several additional species of beetles were found in 1969 beyond those recorded in 1968 (Swales, 1969). They follow: Carabidae, *Agonum (Platynus)*

decentis (Say), *Bembidion* sp., *Cyminidus cribicollis* Dej., *Dyschirius globulosus* Say, *Pterostichus melanarius* Ill., *P. coracinus* Newn., and Coccinellidae, *Coccinella transversoguttata* Fald.

The 1969 collection, as that of 1968, showed a marked numerical dominance in the pitcher of two species of Helodiidae, *Cyphon variabilis* Thunb., and *Cyphon ruficollis* Say. These are bog species, and except for *Bembidion*, of the same family, other families and species within the pitchers could be considered accidental. Beetles are numerous in the surrounding areas, but are not normally active fliers. They must either fly into the pitchers, or climb up the slippery outside walls, conditions which cut down the potential numbers of victims.

⁶ Determination by René Beïque, Curator, Provancher Collection, Université Laval, Québec.

TABLE I

Occurrence of mites in leaves of *Sarracenia purpurea*, 1969

	May 4	June 16	Aug. 6
Sub-order Astigmata :			
Family Anoetidae			
* <i>Anoetus gibsoni</i> (Nesbitt)	112 hypopi 1 tritonymph 1 adult	Adults & nymphs numerous	Adults & nymphs numerous
Sub-order Cryptostigmata :			
Fam. Brachythoniidae			
<i>Liochthonius</i> sp.	1 adult	0	0
Fam. Nothridae			
<i>Nothrus</i> sp.	0	2 adults	2 adults
Fam. Nanhermannidae			
<i>Nanhermannia</i> sp.	0	1 adult	1 adult
Fam. Suctobelbidae			
<i>Suctobelba</i> sp.	0	0	1 adult
Fam. Tegerobatidae			
<i>Lepidozotes</i> sp.	1 adult	0	0
Fam. Ceratozetidae			
<i>Lobozetes</i> sp.	1 adult	0	0
<i>Fuscozotes</i> sp.	0	0	2 adults
Fam. Galumnidae			
<i>Pergalumna</i> sp.	1 adult	1 adult	1 adult

* Determination of *Anoetus gibsoni* (Nesbitt) by Dr. S.B. Hill, and the remaining Acarina by John Hill, both of the Department of Entomology, Macdonald College, Québec.

The most outstanding addition to the victims, and one not previously recorded, to my knowledge, was from the August 6 collection, when two leaves yielded large parasitic nematodes of the genus *Agomomermis* Stiles. It seemed remarkable that roundworms, 15.5 and 17.7 cm in length respectively, could have been accommodated in the small abdomens of the two grasshoppers whose remains were in the pitchers.

The list of partially decomposed insects duplicated in many instances the families recorded by Judd (1959) and Swales (1969), but nine new families were added, based mainly on a study of wings in the pitcher fluid, by Dr. Felicity Ali Khan³.

Next to the dipterous larvae, mites were the most conspicuous inquilines. Seven new genera were added to the 1968 records, and the over-wintering of *Anoetus gibsoni* in the hypopal stage was established, as shown in Table I.

In 1954 Nesbitt found and described *Zwickia gibsoni* (later put in the genus *Anoetus* by Hughes and Jackson, 1958) in *Sarracenia purpurea* in Gatineau Co., Québec, Mer Bleue, near Ottawa, Ontario, and Aylesford, Nova Scotia. Hunter and Hunter (1964) found the same species widely distributed in the U.S., from Minnesota to Georgia and North Carolina. They found it confined to *Sarracenia purpurea*, in spite of the fact that *Sarracenia flava* L. and *Sarracenia minor* Wall. occurred in the same bog and were hosts to a mite, *Anoetus hughesi*, Hunter and Hunter.

Judd's (1959) and Swales' (1969) records of *Histosoma* in *Sarracenia* probably refer to *Anoetus gibsoni*, in view of the generic wanderings of this species.

The life cycle of mites normally consists in turn of egg, larva, protonymph, deutonymph (may be missing or repre-

ented by hypopus), tritonymph, and adult. The hypopus is a non-feeding stage capable of carrying the mite over adverse conditions. It is therefore not surprising that the *Sarracenia* collection of May 4, 1969, made when the central part of the bog was still under ice, contained numerous hypopi of *Anoetus gibsoni*, while the June 16 and August 6 collections lacked them. The hypopus possesses a suctorial plate around the vestigial anus and it is possible that its suction cups could become firmly attached to the pupae of *Metriocnemus* in the gelatine blob at the water level in the pitcher, and later to the slowly emerging adult. They would then have winged transport to any distant pitcher the midge entered to deposit her eggs. As well, transportation could be by *Wyeomyia smithii* as suggested by Hunter and Hunter (1964). The other mites found, belonging to the sub-order Cryptostigmata, possess no hypopal stage, and their small numbers indicate they were less successful in colonizing the pitcher plant than *Anoetus gibsoni*.

Eighty-seven leaves were opened in 1969 and counts made of the dipterous larvae in each, but scrapings of the inside walls were made only where mites were readily visible. However, the relative numbers of different species may be an indication of some value.

It is noteworthy that rotifers, mites and nematodes were more numerous in young leaves with little or no insect debris than in older leaves with much debris. These animals may have been living on micro-organisms, said to be plentiful in the liquid of *Sarracenia purpurea* (Hunter and Hunter, 1964). The pH of the fluid in the young leaves was 7.0-7.8, which would favour the growth of bacteria, while that of the much greater volume of liquid in older leaves was 4.1-4.8 (Swales, 1969) which would repress most bacteria.

TABLE II

Percentage of leaves occupied by dipterous larvae, total number of individuals in the leaves and seasonal mortality.

	No. of leaves	Percentage containing larvae	Total no. individuals	Nos. living	Nos. dead	Percentage living
<i>Wyeomyia smithii</i>						
May 4, 1969	21	28.6	21	14	7	66.6
May 13, 1970	14	14.3	5	3	2	60.0
June 16, 1969	5	80.0	20	20	0	100.0
June 4, 1970	29	34.4	38	38	0	100.0
Aug. 6, 1969	61	24.6	32	25	7	78.2
June 25, 1970	15	20.0	4	3	1	75.0
<i>Metricnemus knabi</i>						
May 4, 1969	21	95.3	235	154	81	65.5
May 13, 1970	14	85.7	55	51	4	92.7
June 16, 1969	5	100.0	74	73	1	98.7
June 4, 1970	29	100.0	451	441	10	97.7
Aug. 6, 1969	61	65.6	140	138	2	98.5
June 25, 1970	15	100.0	166	164	2	98.7
<i>Blaesoxipha fletcheri</i>						
May 4, 1969	21	9.5	2	0	2	0
May 13, 1970	14	0.0	0	0	0	0
June 16, 1969	5	0.0	0	0	0	0
June 4, 1970	29	0.0	0	0	0	0
Aug. 6, 1969	61	11.5	7	6	1	85.7
June 25, 1970	15	20.0	3	3	0	100.0

Table II shows that the population of *Metricnemus* was much heavier than *Wyeomyia* in 1969 and 1970, both in numbers of leaves occupied and numbers of individuals present, the reverse of Judd's (1959) findings in the Byron Bog in southern Ontario. It would be of interest to study the population in other geographic areas to find out which species usually dominates.

The May 4 counts showed an overwinter mortality rate of 33-34% in *Metricnemus* and *Wyeomyia*. Later season mortality rates in the former were about 2%, and in the latter, zero for June 4 and 16, and up to 25% in late June and August, indicating that the environment

was more favorable for the midge than the mosquito, possibly because of selective predation by other inquilines.

No larvae of *Blaesoxipha fletcheri* survived the winter, although healthy ones were observed as late as Sept. 9 in the 1968 collection. They always occurred in low numbers, the first being noticed in 1969 in the June 25 batch of leaves. At that time *Sarracenia* was in full flower and adult flies of *Blaesoxipha fletcheri* (Ald.) and another species, *Blaesoxipha*, near *aculeata* (Ald.)⁷ were found sheltering under the umbrella-

⁷ Determination by G. Shewell, Ent. Res. Inst. C.D.A.

like expanded apex of the style. The numerous stamens of this flower ripen from the centre outwards, the first to shed pollen being next to the style, the period of possible pollination continuing until the outermost ring of stamens is ripe. The hairy bodies of the *Blaesoxipha* were dusted with pollen and were no doubt agents of pollination. Soldier beetles, *Cantharis* sp.⁸ were numerous in the flowers, but no pollen grains appeared to stick to their smooth bodies and their rôle in the life history of *Sarracenia* seemed negligible. On the other hand a lepidopterous larva, thought to be *Sparganothis sulfureana* Clem.⁹ was doing considerable damage to the flower in which it was found.

Laboratory production of adults

It seemed advisable to obtain adult midges and mosquitoes in order to check the identifications made from the larvae and to have these adults filed in the Lyman Ent. Museum for further reference. To this end, chironomid larvae of various stages from first to fourth instar, were put into small widemouthed jars containing a half inch of mixed pitcher fluid and tap-water. The jars were covered with fine copper screening soldered into their metal tops, and several pieces of *Sphagnum* moss added to give hiding and resting places. On May 21, 1970, seven days after starting the culture, four adults of *Metriocnemus knabi* emerged, leaving behind small irregular blobs of jelly on the glass wall just above the fluid. Johannsen (1937) and Judd (1959) both noted the jelly produced by the larvae prior to pupation. More adults emerged during the following week, and the culture was discontinued.

⁸ Determination by R. de Ruelle, Ent. Res. Inst. C.D.A.

⁹ Determination by M. MacKay, Ent. Res. Inst. C.D.A.

Wyeomyia larvae were introduced to the same type jars on June 6 and adults corresponding to *Wyeomyia smithii* as described by Carpenter and LaCasse (1955) emerged between June 12 and June 22. The remaining larvae were left in the jars and 3 pupae were noted floating on the surface of the fluid on July 6. They emerged on July 13 after seven days pupation. Price (1958) noted the duration of the larvae of this species was 20-30 days and the pupae 5-6 days, corresponding reasonably well with my findings.

Lepidopterous fauna of Lac Carré bog

The ecology of the bog must include both the listing of flora and fauna. The former was included in Part I of the present publication and the latter can be augmented by net collections of Lepidoptera made in 1970, any of which might become victims of the pitcher plant.

The following species of moths were determined by A.C. Sheppard of the Lyman Ent. Museum from the June 4 collection: Geometridae, *Apaecasia subaequaria* Wlk., *Ematurga amitaria* Guen., *Hethemia pistasciara* Guen., *Isturgia truncataria* Wlk., *Semiothisa sexmaculata* Pack. All live on bog plants except *Apaecasia*, which lives on bracken fern. The June 25 collection included: one butterfly, Nymphalidae, *Botoria silene* (Denis and Schiff.) and the moths, Noctuidae, *Baileya ophthalmica* Gn., *Scopula inductata* Gn. and Pyralidae, *Crambus hortuellus* Hbn.

Discussion

There remains much systematic work to be done on the inquilines — rotifers, nematodes, mites and copepods, by specialists in these groups. Undoubtedly, more families and more species will be added to the victims of the pitcher plant

in the same and other geographic areas, depending on the local populations, but this will add less important information than that on the mechanism of resistance to the enzymes in the pitcher plant fluid and the over-wintering of the forms which live successfully within the pitchers.

Acknowledgements

The author wishes to thank Dr. J. R. Bider, of the Wildlife Field Laboratory at Lac Carré, for the May 4, 1969 collection of leaves from the bog, and all those who assisted with the identifications of the inquilines and victims of the pitcher plant, as well as staff members of the Department of Entomology, Macdonald College, who furnished special information on some groups and checked the manuscript for errors.

References

- CARPENTER, S. and W.J. LACASSE, 1955. Mosquitoes of North America (north of Mexico). Univ. Calif. Press, lieu d'ed., 360 p.
- DODGE, H.R., 1947. A new species of *Wyeomyia* (Diptera, Culicidae) from the pitcher plant. *Proc. ent. Soc. Wash.*, 49 : 117-123.
- GOODEY, T. and J.B. GOODEY, 1963. Soil and freshwater nematodes. 2nd ed., pp. 1-544. N. Y. John Wiley and Sons, London, Methuen and Co.
- HUGHES, R.D. and C.G. JACKSON, 1958. A review of the Anoetidae (Acari). *Va J. Sci.*, 9 : 5-198.
- HUNTER, P.E. and C.A. HUNTER, 1964. A new *Anoetus* mite (Acarina, Anoetidae) from pitcher plants. *Proc. ent. Soc. Wash.*, 66 (1) : 39-46.
- JOHANNSEN, O.A., 1937. Aquatic Diptera, part III : Chironomidae. *Mem. Cornell Univ. agric. Exp. Stn*, 205 : 31-80.
- JUDD, W.W., 1959. Studies of the Byron Bog in southwestern Ontario. X. Inquilines and victims of the pitcher plant, *Sarracenia purpurea*. *Can. Ent.*, 91(3) : 171-180.
- NESBITT, H.H., 1954. A new mite, *Zwickia gibsoni* n. sp., fam. Anoetidae, from the pitchers of *Sarracenia purpurea* L. *Can. Ent.*, 86(5) : 193-197.
- PRICE, Roger D., 1958. Biology and laboratory colonization of *Wyeomyia smithii* (Coq.) (Diptera-Culicidae). *Can. Ent.*, 90(8) : 473-478.
- SWALES, D.E., 1969. *Sarracenia purpurea* L. as host and carnivore at Lac Carré, Terrebonne Co., Québec. *Naturaliste can.*, 96(5) : 759-763.

DÉCOUVERTE D'IMPORTANTES RÉSERVES DE SULFURES DE CUIVRE ET DE NICKEL DANS LE GABBRO DE DULUTH, RÉGION NORD-EST DE L'ÉTAT DU MINNESOTA

M. K. SEGUIN

Département de géologie, Université Laval, Québec

Résumé

Le gabbro de Duluth présente une des plus énormes masses de roches basiques au monde, s'étendant de la ville de Duluth au sud jusqu'à environ 20 milles à l'intérieur des frontières canadiennes dans la partie sud-ouest de l'Ontario. Plusieurs différenciations successives semblent s'être produites à l'intérieur de ce massif intrusif lors de son emplacement et de sa cristallisation. Les zones de troctolite riches en augite situées à proximité de la base de l'intrusif au contact d'une micropegmatite ou d'un granophyre semblent être des endroits favorables à une minéralisation primaire de nickel et de cuivre (chalcopryrite et pyrrhotine nickélique). La minéralisation est trop disséminée pour permettre l'emploi de méthodes électromagnétiques. La méthode des potentiels spontanés (PS) et la Mise-à-la-Masse ont permis de découvrir et de localiser approximativement des masses irrégulières de sulfures disséminés. À cause de la grande quantité de magnétite et d'ilménite présentes dans les roches gabbroïques, la méthode de polarisation provoquée n'a pas donné les résultats attendus. Un trou de forage profond indique que la meilleure minéralisation se situe à une profondeur de 6,000 pieds et que les sulfures qui sont des minéraux plus lourds que les silicates se sont déposés vers la base du massif.

Abstract

The Duluth gabbro is one of the large masses of basic rocks encountered in the world. This mass stretches from the city of Duluth, state of Minnesota, to the southwestern part of the province of Ontario, Canada. Many successive differentiations took place in this intrusive at the time of its setting and crystallisation. Zones of troctolite rich in augite and located close to the base of the intrusive in contact with a micropegmatite or a granophyre are regions favourable to a primary mineralization of nickel and copper (pyrrhotite and chalcopryrite). The mineralization is quite disseminated and the use of electromagnetic methods is not successful. The self-potential method and the Mise-à-la-Masse technique allowed the discovery and approximate determination of the location or irregular masses of disseminated sulfides. Because of the presence of large quantities of magnetite and ilmenite in the gabbroic rocks, the induced polarisation method did not yield the results expected. A deep diamond drill hole suggests that the best quality of mineralisation is located at a depth of 6000 feet and that the sulfides which are minerals heavier than the silicates were deposited at the base of the mass most probably by the mechanism of gravity setting.

Introduction

L'exploitation de gisements possibles de cuivre et spécialement de nickel dans la région nord-est de l'État du Minnesota est une des phases les plus importantes

dans l'histoire de l'industrie minérale des États-Unis. Le gisement de Riddle en Oregon, géré et opéré par la firme Hanna Mining, est le seul producteur de nickel aux États-Unis ; le nickel est ex-

trait de latérites nickélifères. La minéralisation en sulfures de cuivre et de nickel est localisée dans le complexe pétrologique qu'est l'intrusif gabbroïque à plusieurs phases de Duluth. Ce complexe de roches ignées basiques à ultra-basiques prend la forme d'un croissant distribué sur les terres hautes à l'ouest du lac Supérieur. Les sulfures sont dispersés dans la partie inférieure de la masse gabbroïque et localement ils forment des cônes ou cheminées (de turbulence ?) qui s'élèvent de la base à quelques dizaines ou centaines de pieds de la surface. La géophysique, la cartographie géologique et le forage sont les techniques utilisées pour déterminer les dimensions et la teneur des zones minéralisées.

Inco, en 1951, a été la première compagnie à s'intéresser à la région et elle obtint des permis de prospection sur des terrains appartenant au gouvernement américain dans la forêt nationale Superior ; en 1956, Inco avait déjà délimité de grandes réserves de minéralisation de cuivre et de nickel. Les travaux d'exploration sérieux n'ont cependant débuté qu'en juin 1966 lorsque des concessions minières ont été acquises du gouvernement américain. En 1952, la firme Bear Creek Mining a fait l'acquisition de terrains privés qu'elle a exploré jusqu'à ce jour ; Bear Creek n'a pas encore fait de découvertes dans la région. Le 29 décembre 1966, des terrains localisés sur le complexe gabbroïque de Duluth et appartenant à l'État ont été mis aux enchères, la durée de la location étant de 50 ans. Les acquérants sont les firmes : Phelps Dodge, Bear Creek, Inco, AMAX, Hanna Mining, Warren S. Moore, Duval Corporation, U.S. Steel, Newmount Exploration et New Jersey Zinc. Inco, Hanna et Duval sont les firmes qui possèdent actuellement des zones minéralisées rentables. La minéralisation la plus pauvre appartient à Phelps Dodge

tandis que la minéralisation la plus riche de tout l'intrusif appartient à Hanna. Inco possède le plus grand volume de minéralisation.

Géologie de la région

Dans le secteur nord-est de l'État du Minnesota, les roches très anciennes que l'on rencontre sont classifiées en trois âges différents, soient celles du Précambrien inférieur, celles du Précambrien moyen et celles du Précambrien supérieur (Morey, Green, Ojakangas et Sims, 1970). Au Précambrien inférieur, la plus vieille unité géologique rencontrée est celle des schistes verts d'Ely qui consiste en un minimum de 20,00 pieds de méta-andésites et metabasaltes (Green, 1970). De minces couches de formations de fer (Soudan) à chert et sidérose ou chert et magnétite sont interstratifiées avec les laves dont bon nombre sont à coussinets. Au moins 5,000 pieds de grauwackes, d'argillites, d'ardoises, de roches volcaniques felsiques à intermédiaires constituent le groupe Knife Lake qui est situé au-dessus des schistes verts d'Ely. Le long de la rivière Kawishiwi, un autre groupe représentant une grande épaisseur de métaconglomérats et de métagrauwackes (maintenant des gneiss et des schistes) et appartenant vraisemblablement au groupe Knife Lake, est faillé contre les schistes verts d'Ely. Au-dessus du groupe Knife Lake, on observe une séquence épaisse, soit la formation de Newton Lake, composée de couches volcaniques felsiques à intermédiaires (en grande partie des pyroclastiques) qui ont une épaisseur de quelque 8,500 pieds et qui cèdent peu à peu leur place à des metabasaltes vers l'ouest.

Ces roches épiciastiques, volcanoclastiques et sédimentaires mal différenciées ainsi que les roches extrusives mafiques qui les accompagnent sont recoupées

96° 30'

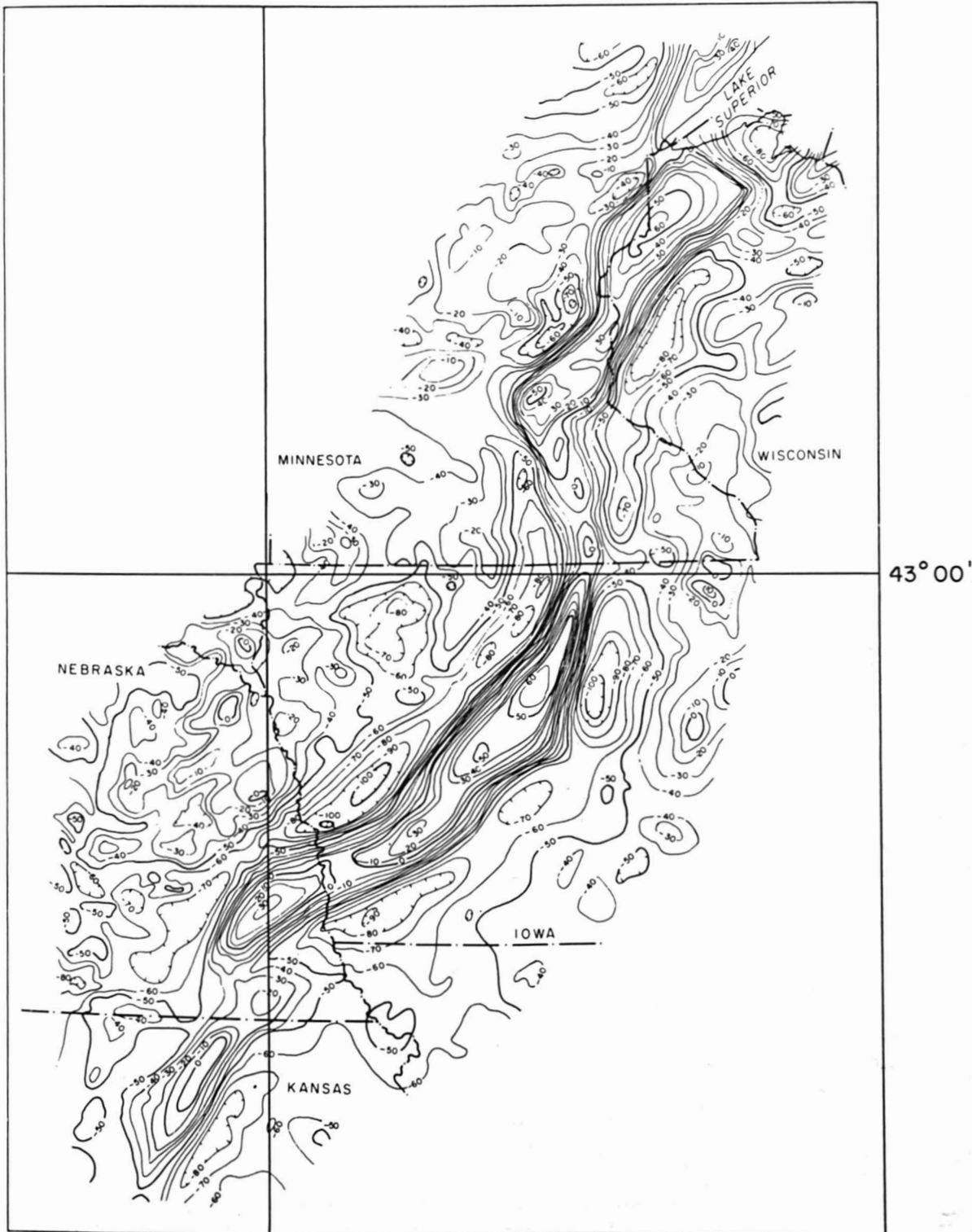


Figure 1. Carte d'anomalie de Bouguer à l'emplacement du "haut" gravimétrique midcontinental. Échelle: 80 milles = 1".

par des intrusions granitiques telles que le batholithe (partiellement porphyrique) du Giants Range (monzonite, granodiorite, adamellite et dykes d'aplite et de pegmatite) au sud de la région, le batholithe de Vermilion (granite et granodiorite) au nord et le batholithe de Saganaga (granite) à l'extrême est.

Au Précambrien moyen (groupe Animikie), on rencontre les formations de fer du Biwabik et du Gunflint (principalement chert, hematite, magnetite et silicates de fer) surmontées des formations de Virginia et de Rove (ardoises). Le Précambrien supérieur inclut les roches du Keweenawien du nord- et du centre-est du Minnesota qui sont constituées en plus grande partie du complexe gabbroïque du Duluth.

Les anomalies de Bouguer suggèrent la présence de masses rocheuses de forte et de faible densité dans le socle Précambrien sous les roches Phanérozoïques dans la portion sud du Minnesota. L'anomalie de Bouguer la plus évidente est une anomalie positive orientée vers le nord à partir de la frontière de l'Iowa et passant dans la région des villes jumelles de Minneapolis-St. Paul ; cette anomalie représente la partie nord du "haut" gravimétrique midcontinental qui s'allonge en direction sud-ouest vers l'Iowa, le Nebraska et le Kansas (figure 1). Cette anomalie gravimétrique positive semble être causée par le soulèvement d'un long bloc de coulées volcaniques basiques du Keweenawien moyen et ayant quelque 20,000 pieds d'épaisseur en bordure d'un contact faillé (horst) avec des roches sédimentaires clastiques (surtout des grès) du Keweenawien supérieur (Craddock, Mooney et Kolehmainen, 1969) ; l'épaisseur des sédiments est d'environ 25,000 pieds. Le déplacement suivant le pendage de la faille est estimé à environ 8,000 - 9,000 pieds.

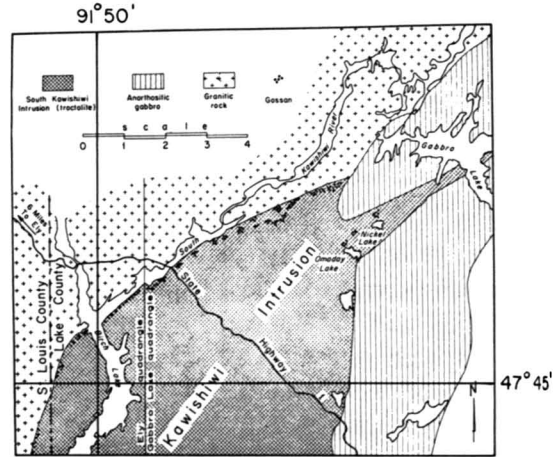


Figure 2. Distribution des zones de concentration de sulfures de cuivre et de nickel dans le gabbro de Duluth. Échelle: 4 milles = 1".

Exploration

On estime maintenant que le complexe gabbroïque de Duluth est une des plus grandes sources de cuivre et surtout de nickel au monde venant au deuxième rang après Sudbury et comparable aux gisements de Thompson au Manitoba et ceci en dépit du fait que la teneur actuellement connue des zones minéralisées soit relativement faible. La Commission géologique du Minnesota a publié une carte aéromagnétique couvrant le complexe gabbroïque de Duluth en 1965 et 1968 (Bath, Schwartz et Gilbert, 1965) une carte géologique en 1966 (Green, Phinney et Weiblen) et une carte gravimétrique de l'anomalie de Bouguer en 1968 et 1970 (Ikola). Excepté à Duluth où le complexe gabbroïque est sous-jacent et sus-jacent aux coulées volcaniques d'âge Précambrien supérieur (Keweenawien), la gabbro est introduit le long d'une discondance angulaire entre les couches volcaniques du Keweenawien et les roches du Précambrien inférieur (Archéen), i.e. roches granitiques, roches vertes, ardoises, grauwackes et formations de fer (figure 2). L'intrusif basique à la forme d'un bassin ou lopolithe mais

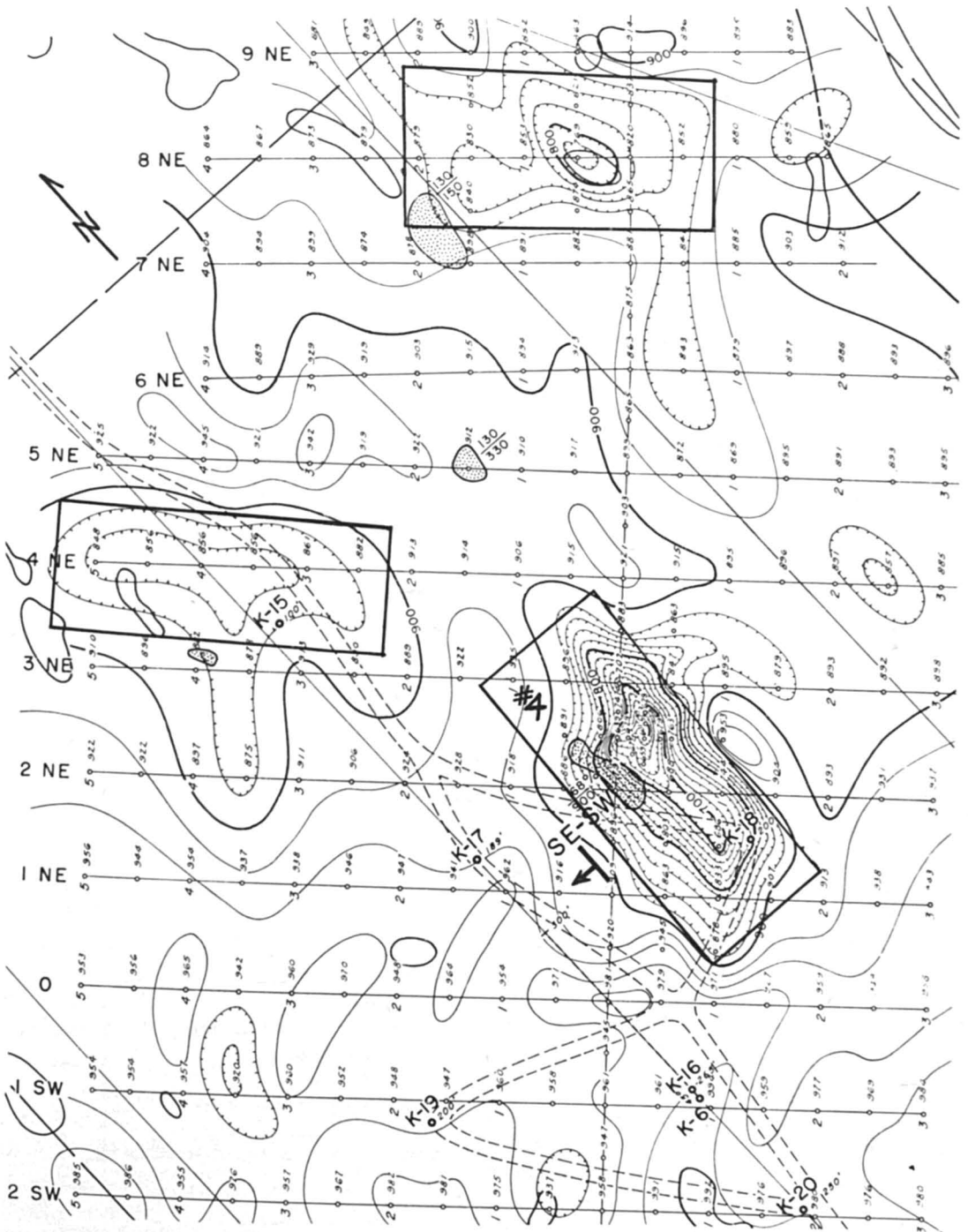


Figure 3. Relevé de polarisation spontanée (PS) sur des zones de minéralisation sulfurée dans le gabbro de Duluth. Échelle: 200' = 1".
Les régions pointillées représentent les zones minéralisées.

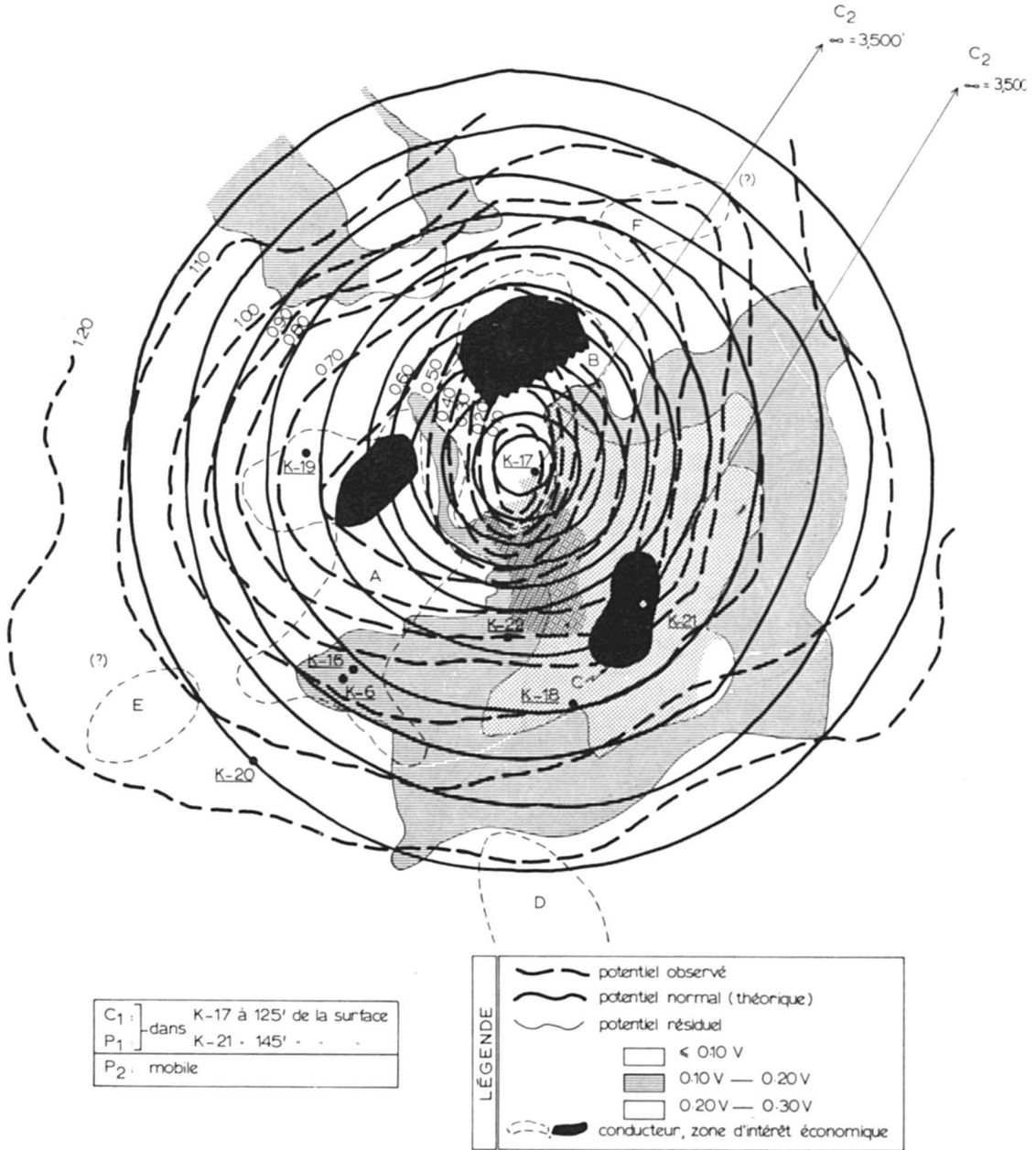


Figure 4. Relevé de Mise-à-la-Masse. L'électrode de courant C₁ est placée tour à tour dans les trous de forage K-17 et K-21 tandis que l'autre électrode de courant C₂ est localisée à l'infini (≈ 4,000 pieds). Échelle: 200' = 1".

ce dernier est formé d'intrusions multiples, son pendage a une allure modérée dans la direction du lac Supérieur. Le gabbro anorthositique d'âge Précambrien supérieur a été recoupé par deux intrusions lamellaires indépendantes de troctolite contenant en plus des gabbros feldspathiques et des syenogabbros (Taylor, 1964). C'est dans l'un de ces intrusifs à troctolite appelé l'intrusion de la rivière Kawishiwi sud que l'on trouve la minéralisation de chalcopyrite, pyrrhotine, pentlandite, cubanite et localement de sulfures accessoires tels la bornite et la pyrite (Sims, 1967). Le rapport du cuivre au nickel est de l'ordre de deux.

Relevés géophysiques

Les relevés aéromagnétique et gravimétrique sont tout au plus des techniques de reconnaissance permettant de localiser de façon grossière la base de la masse gabbroïque ou le contact gabbro-Précambrien inférieur. Un relevé aéro-électromagnétique Input(R) a ensuite permis de localiser les zones conductrices, soit des bandes de troctolite serpentinisées ou des horizons riches en magnétite et en ilménite généralement associées aux sulfures disséminés.

On a ensuite procédé à un relevé de polarisation spontanée (Seguin, 1970d). Les résultats obtenus ont été concluants. Dans la région étudiée en détail, on a obtenu 17 anomalies dont l'intensité est d'au moins - 40 mV. Six anomalies du PS ont une amplitude d'au moins - 100 mV et celles-ci ont été interprétées de façon quantitative, c'est-à-dire qu'on a calculé la profondeur de la zone d'oxydation, les coordonnées de location de la partie supérieure de la masse conductrice, l'orientation du corps tabulaire, son épaisseur et son pendage. À titre d'exemple, on prendra l'anomalie la plus favorable, soit l'anomalie no 4. Les calculs démontrent que la masse conductrice est

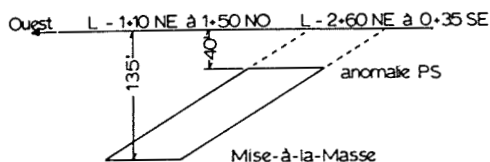
centrée sur la station O + 35 SE de la ligne 2 + 60 NE. Il s'agit d'un corps tabulaire orienté dans la direction N11°E et ayant un pendage de 42° vers l'ouest. La profondeur de la zone d'oxydation est estimée à 40 pieds et l'épaisseur du feuillet épais à environ 60 pieds (figure 3). Les trois anomalies du PS les plus favorables ont été forées et ont donné des zones productrices. On procède maintenant au forage des trois autres. Dans tous les cas on a remarqué que la zone d'oxydation est très mince (moyenne, 10 pieds) ce qui augmente le tonnage de la zone productrice de façon considérable.

Les résultats obtenus à partir du relevé de polarisation provoquée sont moins concluants (Noorgaard et Steele ; Seguin, 1970a). Les mesures ont été effectuées dans le domaine des temps et les deux propriétés mesurées sont la résistivité électrique apparente et la chargeabilité apparente. On a employé une configuration d'électrodes avec réseau de type gradient, et avec séparation à l'électrode du potentiel de 200 pieds. Les chargeabilités égales ou plus grandes que 40 millisecondes et les résistivités électriques moindres que 50 ohm-mètres sont considérées comme des anomalies intéressantes mais malheureusement elles correspondent souvent à des anomalies magnétiques qui indiquent entre 5 et 30% de magnétite disséminée et souvent de l'ilménite. Lorsque les anomalies de polarisation provoquée ne correspondent pas à une anomalie magnétique, la serpentine qui est un matériel polarisable en est souvent la cause, de sorte qu'il devient très difficile de discriminer entre les sulfures disséminés et les diverses autres sources. Des recherches plus poussées sont actuellement en cours.

Dans le but de déterminer l'extension de conducteurs connus ou afin de savoir

si deux masses conductrices avoisinantes sont contigues, on a utilisé la méthode de Mise-à-la-Masse (Seguin, 1970 b,c). À titre d'exemple, on fera voir les résultats de deux séries de relevés. Un premier relevé a été effectué dans la région de la localité d'Ely entre les lignes 1 + 00 SW et 6 + 00 NE du relevé SP précédent. L'électrode de courant C_1 a été abaissée à une profondeur de 125 pieds sous la surface dans le trou de forage K-16, dans une zone conductrice riche en minéralisation, tandis que l'électrode de courant C_2 est orientée dans la direction du trou de forage no K-1 à une distance de quelque 3,500 pieds de C_1 , c'est-à-dire à l'infini pour toute fin pratique. Le contact des électrodes de courant avec le roc est établi à l'aide d'un électrolyte (sulfate de cuivre). Le courant électrique est distribué par une génératrice opérée par un moteur à gazoline de 1,500 watts fonctionnant à une fréquence de 60 hertz. Une électrode du potentiel (P_1) est fixe et située près de C_1 tandis que l'autre (P_2) est mobile. La différence de potentiel est lue de station en station à l'aide d'un voltmètre digital avec une précision de 2 mV. Un relevé similaire a été effectué avec C_1 dans les trous de forage K-17 et K-21 (figure 4). Lorsque l'électrode de courant C_2 est placée à l'infini, la distribution des lignes équipotentiels autour de l'électrode de courant C_1 , lorsque le milieu est homogène et isotrope, forme une série de cercles concentriques. Comme les corps géologiques n'ont pas souvent de propriétés électriques homogènes, on utilise cette caractéristique pour détecter la présence de sulfures disséminés dans le gabbro de Duluth. La technique de la Mise-à-la-Masse est extrêmement simple mais l'interprétation des résultats est difficile car elle ne se prête pas particulièrement bien à une interprétation quantitative.

Cette dernière affirmation est d'autant plus vraie que plusieurs variables qui sont le contraste de résistivité électrique, la forme de la masse anomalique (plus résistante ou plus conductrice), la configuration des électrodes de courant et enfin la position relative des électrodes de courant par rapport au corps anomalique sont observées. Il s'agit donc de construire un réseau de lignes isopotentiels (potentiel normal) que l'on soustrait des valeurs du potentiel observé afin d'obtenir le potentiel résiduel qui est causé en plus grande partie par les hétérogénéités électriques dans le gabbro. La difficulté principale réside donc dans le choix et la construction d'un réseau de lignes équipotentiels normales. On peut imaginer différentes façons de construire un tel réseau. Si les lignes équipotentiels sont quasi-isodimensionnelles, on essaie de construire des lignes équipotentiels normales circulaires de superficie environ identique et on soustrait alors les valeurs du potentiel normal des valeurs du potentiel observées aux points d'intersection suivant les différents cercles. Lorsque les lignes équipotentiels observées présentent des contours allongés, on peut alors concevoir des lignes équipotentiels normales centrées à l'intersection des axes des courbes elliptiques ou ovales du potentiel observé et ayant une superficie équivalente. Le rayon du cercle est alors seulement fonction du petit et du grand axe de l'ellipse de sorte que $R = (a b)^{1/2}$. C'est ce qu'on a fait en figure 4. Afin d'obtenir plus de précision dans l'interprétation, on peut intégrer au planimètre la superficie de chacune des lignes équipotentiels observées et construire des lignes équipotentiels normales à intervalles plus rapprochés. L'interprétation des potentiels résiduels tels qu'indiqués sur la figure 4 permet de localiser les zones conductrices (sulfures disséminés) avec une bien meilleure



Section schématique du conducteur qui cause l'anomalie No. 4.

Figure 5. Représentation d'une section de la masse conductrice à partir de l'interprétation des relevés PS et de la Mise-à-la-Masse.

précision qu'on peut le faire avec la distribution des potentiels observés. Enfin, l'interprétation indique clairement que les masses conductrices sont isolées les unes des autres.

Conclusion

En plus des zones de sulfures minéralisées localisées en ou près de la surface et qui ont relativement une haute teneur ($\div 1.5\%$ Cu + Ni), les forages profonds ont démontré l'existence d'une couche de sulfures disséminés d'une épaisseur de 100 à 200 pieds, ayant une teneur variable entre 0.6 et 1.5% en Cu et Ni qui s'est probablement décantée par gravitation lors de la cristallisation du magma gabbroïque différencié. Cette couche se situe entre 3,000 et 6,000 pieds de profondeur. On estime le volume total du gisement à quelques centaines de million de tonnes. La figure 5 fait voir la reconstitution d'une section de la masse conductrice à l'aide de l'interprétation de l'anomalie du PS no 4 et du relevé de la Mise-à-la-Masse (De Witte, 1948 ; Yüngül, 1945, 1947 ; Stern, 1945 ; Slichter, 1955 ; Becker et Telford, 1965 ; Parasnis, 1966).

Références

BATH, G. D., G. M. SCHWARTZ and F. P. GILBERT, 1965. Aeromagnetic and geologic map of northeastern Minnesota. *U. S. geol. Surv., geophys. Inves. Map GP-472.*

BECKER, A., and W. M. TELFORD, 1965. Spontaneous polarization studies. *Geophys. Prospect.*, 13 (2): 173-188.

CRADDOCK, C., H. M. MOONEY and V. KOLEHMAINEN, 1969. Simple Bouguer gravity map of Minnesota and Northwestern Wisconsin. *Bull. Minn. geol. Surv.*, 14 p.

DE WITTE, L., 1948. A new method of interpretation of self-potential field data. *Geophysics*, 13: 600-608.

GREEN, J. C., W. C. PHINNEY and P. W. WEIBLEN, 1966. Geologic map of Gabbro Lake Quadrangle, Lake County, Minnesota. *Minn. geol. Surv., Misc. Map M-2.*

GREEN, J. C., 1970. Lower Precambrian rocks of the Gabbro Lake Quadrangle, northeastern Minnesota. *Spec. Publs Ser. SP-13, Minn. geol. Surv.*, p. 1-96.

IKOLA, R. J., 1968. Simple Bouguer gravity map of southern part of Duluth Complex and adjacent areas, Minnesota. *Minn. geol. Surv., Misc. Map M-4.*

IKOLA, R. J., 1970. Simple Bouguer gravity map of Minnesota; Two Harbors Sheet. *Minn. geol. Surv., Misc. Map M-9.*

MOREY, G. B., J. C. GREEN, R. W. OJAKANGAS and P. K. SIMS, 1970. Stratigraphy of the Lower Precambrian rocks in the Vermilion district, Northeastern Minnesota. *Rep. Invest. 14, Minn. geol. Surv.*, p. 1-33.

NOORGAARD, P. and J. STEELE, 1969. Report of induced polarization surveys in the Kawihiwi River Area, Lake County, Minnesota, for the Hanna Mining Company by Geoterrax Limited.

PARASNIS, D. S., 1966. *Mining Geophysics.* Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 356 p.

SEGUIN, M. K., 1970a. Preliminary interpretation of the SP and IP anomalies on the Duluth Gabbro in the Ely Area. Private report to Hanna Mining on the 29th/05/1970.

SEGUIN, M. K., 1970b. Interpretation of the Mise-à-la-Masse Survey conducted on the Duluth gabbro in the Ely area. Private report for Hanna Mining on the 11th/07/1970.

SEGUIN, M. K., 1970c. Quantitative interpretation of the Mise-à-la-Masse Survey in the Duluth gabbro nearby Ely, Minnesota, on the 20th, 21th, 25th and 26th of August 1970. Private report for Hanna Mining on the 1st/09/1970.

- SEGUIN, M. K., 1970d. Quantitative interpretation of the Self-Potential Survey in the Duluth gabbro nearby Ely, Minnesota. Private report for Hanna Mining on the 3rd/09/1970.
- SIMS, P. K., 1967. Exploration for Copper-Nickel in Northeastern Minnesota. 28th Annual Mining Symposium and the 40th Annual Meeting of the Minnesota Section, A.I.M.E.; p. 59-64.
- SLICHTER, L. B., 1955. Geophysics applied to prospecting for ores. *Econ. Geol.*, 50, 885-969 and in particular 940-944.
- STERN, W., 1945. Relation between spontaneous polarization curves and depth, size, and dip of ore bodies. *Trans, A.I.M.E.*, No. 21, p. 189-197.
- TAYLOR, R. B., 1964. Geology of the Duluth Gabbro Complex near Duluth, Minnesota. *Bull. Minn. geol. Surv.*, No. 44, 62 p.
- YÜNGÜL, S., 1945. Some uses of the spontaneous polarization method. Prof. Thesis, California Institute of Technology, (February).
- YÜNGÜL, S., 1947. Interpretation of spontaneous polarization anomalies caused by spheroidal orebodies. *Geophysics*, 15: 237-246.

COMMUNICATIONS BRÈVES

INTRODUCED PERENNIAL SPECIES OF *STELLARIA* IN QUÉBEC

J. McNEILL and Judy N. FINDLAY
 Plant Research Institute
 Canada Department of Agriculture, Ottawa.

In an account of recent additions to the Québec flora, Cinq-Mars *et al.* (1971) report the occurrence, as an adventive, of the European *Stellaria holostea* L. This record is based on a specimen collected on the shores of the St. Lawrence river at Verchères (*M. Raymond & L. Cinq-Mars*, 24.VI.1952) which was originally identified as *Stellaria graminea* L. but which J.K. Morton has recently re-determined as *S. holostea*.

collections were made of material in full flower (*J.N. Findlay 711*). However, the species at Verchères is found not to be *S. holostea* L. but *S. palustris* Retz., a species already known from several localities on the shores of the St. Lawrence river. J.K. Morton was probably misled by the fact that the Raymond & Cinq-Mars specimen (at DAO) is scarcely in flower and the scarious bracts which characterize *S. palustris* (and *S. graminea*) are not immediately apparent.

One of us (J.N.F.) revisited the Verchères locality on 25 June 1971, to ascertain if the species still survived there and to investigate the probable date and source of introduction. The introduced stitchwort was found in quantity and

Some of the characters which distinguish *S. graminea*, *S. holostea* and *S. palustris* are listed in Table I, and from this there is no doubt that both collections from Verchères represent *S. palus-*

TABLE I

	<i>graminea</i>	<i>holostea</i>	<i>palustris</i>
Leaves	ciliate at base	ciliate throughout	entirely glabrous
Bracts	scarious, ciliate at base	herbaceous, ciliate	scarious, glabrous
Pedicels	glabrous	pubescent	glabrous
Sepals	3.5-5 mm long, often ciliate, distinctly 3-veined	6-9 mm. long, glabrous indistinctly 5- to 11-veined	5-8 mm long, glabrous, distinctly 3-veined
Petals	shorter to scarcely longer than sepals	1¼-2 times as long as sepals	1-1½ times as long as sepals
Petals	bifid almost to base	notched to less than half-way	bifid almost to base

tris, although the leaves are a little broader than is usual in this species. Therefore, *S. holostea* has yet to be found in Canada, although it occurs as an introduced plant in Massachusetts and Connecticut (Seymour, 1970). *Stellaria palustris* on the other hand does not appear to occur in New England (in the USA it is only recorded from Michigan and that possibly in error for the native *S. longifolia*), and in Canada is confined to Québec province, where it was first recorded under the synonym *S. glauca* at Ste - Anne - de - Beaupré (Robinson, 1904). To our knowledge it has since been collected from the following localities, all on the St. Lawrence river :

MONTMORENCY COUNTY : Château-Richer, prairies inondées, 1.VIII.1943, *Marie-Victorin, Rolland-Germain et Rouleau 3040* (DAO), prairie submergée, 29.VIII.1943, *Marie-Victorin et Rolland-Germain 1959* (DAO) ; L'Ange-Gardien, prairie inondée, 23.VIII.1942, *Marie-Victorin et Rolland-Germain 1960* (DAO) ; Ste-Anne-de-Beaupré, Station, 3 miles west, 4.VIII.1902, *J.R. Churchill* (GH), Station at shrine of Ste-Anne, 22.VI.1903, *J. Murdoch* (GH), along railway 13.VII.1914, *C.H. Knowlton* (GH), grèves intercotidales, 12.VII.1942, *Rolland-Germain 2682* (DAO) ; ÎLE D'ORLÉANS : grèves de St-François, 24.VIII.1922, *Marie-Victorin 15,820* (sub *S. longifolia*) (GH) ; QUEBEC COUNTY :

Everell, lieux humides, 28.VI.1940, *A. Morin 585* (QFS), fossés, 24.VI.1944, *Cinq-Mars* (sub *S. longifolia*) (DAO), St-Pascal, Limoilou, près et lieux humides, 10.VI.1942, *Cinq-Mars* (herb. *Cinq-Mars*). YAMASKA COUNTY ; Baie-du-Febvre, 27.VI.1951, *L.-P. Gagnon et D. Doyon* (sub *S. graminea*) (DAO) ; VERCHÈRES COUNTY, Verchères, bord du fleuve, 24.VI.1952, *Raymond et Cinq-Mars* (DAO), between Highway 3 & St. Lawrence river, 25.VI.1971, *J. & M. Findlay 711* (DAO). The record from Rougemont (*L. Cinq-Mars*, 6.VI.1954) is erroneous, this specimen being referable to *S. graminea*, which is relatively commonly naturalized in Eastern Canada (cf. Rousseau, 1968).

We are indebted to Dr. B. Boivin of this Institute for making available to us his notes on some of the records of *S. palustris* in Canada.

References

- CINQ-MARS, L. *et al.*, 1971. Notes sur la flore du Québec : Additions. *Naturaliste can.*, 98: 194-197.
- ROBINSON, B.L., 1904. *Stellaria glauca* established in the province of Québec. *Rhodora*, 6: 90.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, 95: 49-169.
- SEYMOUR, F.C., 1970. *The Flora of New England*. Tuttle, Rutland, Vermont.

NOTES SUR LES PÉRIODES D'ACCOUPEMENT DE QUELQUES CARABIDAE DU QUÉBEC

André LAROCHELLE

Collège Bourget, Rigaud, Québec

Cet article réunit un certain nombre de faits sur les périodes d'accouplement des Carabidae du Québec. Sur notre territoire, ces insectes hivernent généralement à l'état adulte et s'accouplent au printemps et au début de l'été.

Pendant l'accouplement, le mâle chevauche la femelle. À l'aide de ses tarses dilatés ou de ses mandibules (*Cicindela*), le mâle s'accroche au thorax de la femelle, puis incurve ventralement son organe copulateur, qu'il fera pénétrer dans le vagin de la femelle.

Jusqu'ici, dix personnes ont contribué à des renseignements de cet ordre et il est à noter que, parmi toutes ces observations, les accouplements ont été observés durant le jour. La seule exception à cette règle implique des insectes d'un groupe un peu à part, les *Omophronini* dont l'accouplement a été observé la nuit.

Liste des accouplements

Agonum cupripenne Say

St-Fidèle, Cté Charlevoix ; 24 juin 1967, un couple.

Agonum extensicolle Say

Ste-Mélanie, Cté Joliette ; 7 juin 1970, temps clair, un couple observé par F. Liard et A. Larochelle.

Agonum muelleri Herbst

Lac Chicobi, Cté Abitibi ; 2 juillet 1968, un couple.

Agonum placidum Say

Bonaventure, Cté Bonaventure ; 16 juillet 1970, temps clair, un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Agonum retractum Leconte

Baie Ste-Catherine, Cté Charlevoix ; 28 juin 1969, temps clair, deux couples observés par C. Chantal et A. Larochelle.

Amara carinata Leconte

a) Ile du Cap-aux-Meules, Cté Iles de la Madeleine ; 30 juillet 1970, temps clair, deux couples observés par J.-P. Lebel et A. Larochelle ; 4 août 1970, temps clair, deux couples observés par les mêmes personnes.

b) Ile de la Grande-Entrée, Cté Iles de la Madeleine ; 4 août 1970, temps nuageux, deux couples observés par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

c) Grosse-Ile, Cté Iles de la Madeleine ; 7 août 1970, temps clair et chaud, trois couples observés par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Anisodactylus kirbyi Lindroth

Rigaud, Cté Vaudreuil ; 31 mai 1969, temps clair, un couple observé par J.-P. Laplante.

Bembidion chalceum Dejean

Matapédia, Cté Bonaventure ; 12 juillet 1970, temps clair, un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Bembidion frontale Leconte

Rigaud, Cté Vaudreuil ; 15 mai 1970, temps nuageux, un couple observé par T. Moreau et A. Larochelle.

Bembidion petrosum Gebler

a) Rivière-à-Claude, Cté Gaspé-Ouest ; 24 juillet 1970, temps clair, un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

b) Ile du Havre-Aubert, Cté Iles de la Madeleine ; 2 août 1970, temps clair, vers 12 heures A.M., un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Bembidion planatum Leconte

Nouvelle, Cté Bonaventure ; 14 juillet 1970, temps clair, vers 12 heures A.M., un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Bembidion rusticum Casey

Nouvelle, Cté Bonaventure ; 14 juillet 1970, temps clair, vers 12 heures A.M., deux couples observés par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Bembidion scopulinum Kirby

a) Macamic, Cté Abitibi ; 14 juin 1968, un couple.

b) Escuminac, Cté Bonaventure ; 13 juillet 1970, temps clair, un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

c) Maria, Cté Bonaventure ; 15 juillet 1970, temps nuageux, un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Bembidion stehpensi Crotch

Rigaud, Cté Vaudreuil ; 24 octobre 1968, un couple.

Calathus gregarius Say

Ayer's-Cliff, Cté Stanstead ; 21 juillet 1969, un couple observé par J.-P. Lebel.

Carabus nemoralis Müller

a) Rigaud, Cté Vaudreuil ; du 14 au 16 avril 1969, en laboratoire, plusieurs couples observés par J. Fortin.

b) Cartierville, Ile de Montréal ; 22 mai 1970, vers 12 heures A.M., un couple observé par C. Gélinas. Selon Balduf (1935, p. 19), le coût dure presque un jour.

Carabus serratus Say

Rivière Port-au-Saumon, Cté Charlevoix ; 19 juin 1967, un couple. À Pacquet, Terre-Neuve ; 18 juin 1951, un couple (Lindroth, 1955, p. 26).

Chlaenius emarginatus Say

Ste-Foy, Cté Québec ; 7 juillet 1969, un couple observé par C. Chantal.

Chlaenius sericeus Forster

Rigaud, Cté Vaudreuil ; 31 mai 1969, un couple observé par J.-P. Laplante.

Cicindela duodecimguttata Dejean

Réserve Aiguebelle, Cté Abitibi ; 10 juin 1968, temps clair, deux couples. À Kings Point, Terre-Neuve ; 19 juin 1951 (Lindroth, 1955, p. 17).

Cicindela hirticollis Say

Ile du Cap-aux-Meules, Cté Iles de la Madeleine ; 29 juillet 1970, temps clair et chaud, quatre couples (Larochelle, 1971, p. 6).

Cicindela limbalis Klug

Rivière Port-au-Saumon, Cté Charlevoix ; 26 juin 1967, un couple.

Cicindela longilabris Say

Ste-Mathilde, Cté Charlevoix ; 27 juillet 1967, un couple.

Cicindela punctulata Olivier

Rigaud, Cté Vaudreuil ; 10 août 1969, temps clair et chaud, quatre couples observés par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Cicindela repanda Dejean

Sud du Québec ; mi-mai (Henri Goulet).

Cicindela tranquebarica Herbst

Rivière Port-au-Saumon, Cté Charlevoix ; 2 juillet 1970, temps clair et chaud, six couples observés par C. Gélinas, J.-P. Lebel et A. Larochelle. Shelford (1911) mentionne avoir vu cette espèce s'accoupler en laboratoire les jours nuageux et humides.

Elaphrus clairvillei Kirby

Choisy, Cté Vaudreuil ; 24 mai 1970, un couple observé par C. Gélinas et A. Larochelle.

Harpalus affinis Schrank

a) Montréal, Ile de Montréal ; 6 mai 1962, un couple observé par H. Latendresse et A. Larochelle.

b) Rigaud, Cté Vaudreuil ; 18 juin 1969, un couple.

c) Ile du Cap-aux-Meules, Cté Iles de la Madeleine ; 30 juillet 1970, temps clair, un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

d) Ile du Havre-Aubert, Cté Iles de la Madeleine ; 3 août 1970, temps clair, deux couples observés par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Harpalus rufipes De Geer

Ile Brion, Cté Iles de la Madeleine ; 10 août 1970, temps clair, entre 6 heures et 9 heures A.M., un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Loricera pilicornis Fabricius

a) Rollet, Cté Témiscamingue ; 24 mai 1968, trois couples.

b) St-Fidèle, Cté Charlevoix ; 6 juillet 1970, temps nuageux, un couple observé par C. Gélinas et A. Larochelle.

Nebria gyllenhalii Schönherr

Val-d'Or, Cté Abitibi ; 12 juillet 1968, un couple.

Nebria nivalis Paykull

Mont Albert, Cté Gaspé-Ouest ; 23 juillet 1970, temps clair, vers 12 heures A.M., un couple.

Omophron tessellatum Say

Lac Labelle, Cté Labelle ; 30 juin 1968, la nuit, entre 11 heures et 12 heures P.M., un couple observé par J.-P. Lebel ; 7 juillet 1968, la nuit, entre 10 heures et 11 heures P.M., un couple observé par la même personne.

Patrobus longicornis Say

Rigaud, Cté Vaudreuil ; 4 juin 1969, un couple.

Pterostichus brevicornis Kirby

Baie Ste-Catherine, Cté Charlevoix ; 28 juin 1970, un couple observé par C. Gélinas et A. Larochelle.

Pterostichus corvinus Dejean

Rigaud, Cté Vaudreuil ; 9 mai 1970, un couple ; 12 juin 1969, un couple.

Pterostichus lucublandus Say

a) Belleterre, Cté Témiscamingue ; 9 mai 1968, un couple.

b) La Ferme, Cté Abitibi ; 22 mai 1968, un couple.

c) Macamic, Cté Abitibi ; 14 juin 1968, un couple.

d) Rigaud, Cté Vaudreuil ; 13 mai 1970, vers 7 heures A.M., un couple observé par C. Gélinas ; 14 mai 1970, vers 5 heures P.M., un couple observé par la même personne ; 16 mai 1969, un couple ; 21 mai 1969, un couple ; 29 mai 1969, un couple ; 4 juin 1969, un couple ; 11 juin 1969, quatre couples ; 18 juin 1969, deux couples.

e) Rivière Port-au-Saumon, Cté Charlevoix ; 19 juin 1967, un couple ; 3 juillet 1969, deux couples observés par J.-P. Lebel.

Pterostichus melanarius Illiger

a) Rigaud, Cté Vaudreuil ; 14 septembre 1968, un couple.

b) Ile Brion, Cté Iles de la Madeleine ; 10 août 1970, temps clair, entre 6 heures et 9 heures A.M., trois couples observés par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Pterostichus punctatissimus Randall.

Rivière Port-au-Saumon, Cté Charlevoix ; 19 juin 1967, un couple ; 2 juillet 1969, un couple observé par J.-P. Lebel.

Sphaeroderus canadensis Chaudoir

a) Rigaud, Cté Vaudreuil ; 2 mai 1970, un couple ; 3 mai 1970, un couple ; 8 mai 1970, un couple.

b) Rivière Port-au-Saumon, Cté Charlevoix ; 4 juillet 1970, un couple observé par J.-P. Lebel et A. Larochelle.

Sphaeroderus lecontei Dejean

a) Chandler, Cté Gaspé-Est ; 27 septembre 1967, trois couples observés par J.-P. Laplante.

b) Mont Yamaska, Cté Yamaska ; 9 octobre 1969, un couple observé par C. Chantal.

c) Rigaud, Cté Vaudreuil ; 29 avril 1965, quatre couples observés par H. Goulet ; 29 avril 1968, trois couples ; 16 mai 1970, un couple ; 30 septembre 1967, un couple observé par J.-P. Lebel ; 8 octobre 1969, un couple observé par C. Chantal.

d) Ville-Marie, Cté Témiscamingue ; 7 mai 1968, un couple.

Sphaeroderus nitidicollis brevoorti Leconte

a) Ste-Marthe, Cté Vaudreuil ; 21 octobre 1961, un couple.

b) Baie Ste-Catherine, Cté Charlevoix ; 28 juin 1969, deux couples observés par C. Chantal, J.-P. Lebel et A. Larochelle ; 9 août 1969, un couple observé par C. Chantal.

Références

- BALDUF, W.V., 1935. Bionomics of entomophagous Coleoptera. New York. 220 p.
- LAROCHELLE, A., 1971. Tiger Beetles of the Magdalen Islands. *Cicindela*, 3 (1) : 5-7.
- LINDROTH, C. H., 1955. Carabid Beetles of Newfoundland. *Opuscula entomologica*, 12 : 1-168.
- SHELFORD, V. E., 1911. Physiological animal geography. *J. Morph.*, 551-618.

REVUE DES LIVRES

SMALL, R.J., 1970. *The study of landforms*. Cambridge University Press et MacMillan Canada, Toronto. 486 p., 200 fig. 16 X 23, 5 cm. Relié, \$14.50.

La multiplication des ouvrages de géomorphologie depuis une quinzaine d'années témoigne en elle-même de la vitalité de cette science devenue un des principaux champs d'intérêt de tous ceux qui s'intéressent à la surface de la Terre, en particulier de ceux qui s'occupent de l'environnement. Aussi étrange que cela puisse paraître, c'est probablement dans les départements de géologie, du moins au Québec, que cette science est la plus méconnue et parfois hautainement méprisée, faute d'une connaissance adéquate de sa nature, de ses buts, de ses méthodes et de son utilité. Est-il possible de nos jours de faire une étude écologique sérieuse d'un milieu donné en ignorant tout de la géomorphologie? Heureusement, de plus en plus de biologistes constatent l'utilité d'une bonne connaissance du milieu dans lequel évoluent les êtres vivants qu'ils étudient. La conservation et la mise en valeur intelligente de l'environnement reposent en partie sur une bonne connaissance de la géomorphologie du milieu. Hélas! en dehors des géographes, peu d'étudiants québécois ont l'opportunité d'acquiescer les notions géomorphologiques fondamentales. Il existe des lacunes qu'il faudrait combler dans les plus brefs délais.

Parmi les ouvrages récents, il convient de signaler celui de Small: un manuel de conception anglo-saxonne, relativement bien fait, bien écrit et illustré, et de lecture facile et agréable, du moins pour les initiés. Ce manuel de portée générale s'adresse aux cégépiens et aux universitaires du premier cycle. Il comprend 12 chapitres assez bien équilibrés dans lesquels l'auteur rappelle les notions fondamentales du façonnement des formes et de l'évolution des reliefs. L'accent n'a pas été mis sur la géomorphologie dynamique comme l'indique la notice de présentation sur la couverture de l'ouvrage, mais plutôt sur l'observation, l'identification et la description des formes, l'explication du modelé venant en dernier lieu. On démontrerait beaucoup de conservatisme en taxant l'ouvrage de révolutionnaire surtout quand l'auteur revient sans cesse aux idées de Davis et consacre deux chapitres au cycle d'érosion et

aux surfaces d'aplanissement, sujet fort populaire à l'époque de Baulig. Il faut savoir toutefois que l'école anglaise est demeurée fascinée par ces recherches spéculatives qui pour être réussies requièrent des qualités de détective. Pourtant plusieurs maîtres anglais ont déjà opté, avec raison, pour la géomorphologie dynamique telle qu'elle se pratique dans les pays les plus progressistes.

Après avoir défini les buts et les méthodes de la géomorphologie, l'auteur aborde la question de l'altération des roches (altération physique et chimique), du transport et de l'érosion, une question fondamentale pour le façonnement des reliefs qui ne sont pas d'origine tectonique. Puis il montre l'incidence de la structure et de la lithologie sur le modelé, et traite ensuite du cycle d'érosion, des surfaces d'aplanissement, du façonnement des versants, de l'établissement d'un système de drainage et de l'érosion des cours d'eau. Dans les quatre derniers chapitres, il considère la géomorphologie sous l'angle morpho-climatique et azonal: reliefs des régions arides et semi-arides, reliefs et formes des régions froides (glaciaires et périglaciaires), et enfin formes littorales. L'ouvrage comprend en outre une orientation bibliographique pour chaque chapitre placé à la fin et un index d'une dizaine de pages. Malheureusement la table des matières n'est pas détaillée et il n'y a pas de table des figures; un détail technique fort ennuyeux qui est propre à plusieurs manuels de langue anglaise. Il convient de souligner la bonne qualité des illustrations photographiques. Les figures au trait fin sont nombreuses, simples, assez expressives mais parfois un peu trop sombres.

L'ouvrage étant destiné aux sujets de sa Majesté, il va de soi que la majorité des exemples sont tirés du Royaume et des colonies, dont le Canada. Le lecteur francophone cherchera en vain des noms familiers comme ceux de De Martonne, Birot, Tricart et Cailleux. Faut-il en conclure que la Manche constitue encore une frontière efficace contre la renommée et entrave la propagation des idées? Pourtant les théories désuètes de Depéret sur les niveaux marins quaternaires de la Méditerranée définis dans une région tectoniquement très instable qui ne saurait servir d'étalon, sont mises à l'honneur. Plusieurs trouveront peut-être déce-

vants les efforts pédagogiques, puisque l'auteur "is closely concerned with improved geography teaching methods". Si la lecture de l'ouvrage est intéressante et relativement facile, nous aurions souhaité une présentation plus systématique, mieux structuré et plus encyclopédique. Il ne faut pas oublier qu'à ce niveau, il importe d'abord de définir des termes, des expressions, de connaître le sens des choses avant de pouvoir discuter sur leur genèse, de fabriquer des théories séduisantes. Tout compte fait, le manuel de Small rendra d'utiles services à ceux qui n'auront pas besoin de recourir en même temps à l'Oxford Dictionary. À l'aurore de la civilisation de l'image, c'est un bel exemple de dissertation pour la jeunesse qui malheureusement n'apprendra peut-être jamais à écrire.

Jean-Claude DIONNE

Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère de l'environnement, Québec

BARKMAN, J.J., 1970. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes, including a taxonomic survey and description of their vegetation units in Europe. 2nd ed. Van Gorcum Ltd., Assen, Netherlands. xiii + 628 p., 20 figs., 50 maps, 16 plates and supplement of tables on 39 loose pages. 24 × 17 cm. Clothbound, Guilders 98, U.S. \$27.50.

Lately among botanists and ecologists an increasing interest for cryptogamic epiphytes is noted. In the first place it concerns various aspects of ecology of cryptogamic epiphytes, and to a smaller extent questions relevant to their community life problems /synecology/. One of the important stimuli which animated studies in this field is the great sensitivity with which some of the epiphyte groups /mainly lichens/ react to disturbances in the natural conditions of habitats. This sensitivity manifests itself not only in the commonly known decline of a great many epiphytic species in air pollution zones, but also in other effects of human activity in nature, which can be designated as anthropogenic changes in vegetation and landscape. The increasing number of researchers studying the flora of town epiphytes, the vegetation of industrialized, irradiated, and the like territories in many countries of the world made the basic work, as regards information on cryptogamic epiphytes, by J.J. Barkman *Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes* edited 1959, to disappear so fast from bookshelves. In fact for several years this book has been unobtainable. Since the moment of its appearance this

work enjoyed the good reputation of a book of key-importance for cryptogamic vegetation researchers, and it remains recognized as the "Braun-Blanquet of epiphytic vegetation" till to-day. To meet the needs of the still increasing number of those interested in lower epiphytic plants, the outstanding Publishing House Van Gorcum — Assen /Netherlands/ reprinted J.J. Barkman's book, and offers now its second, unaltered edition. Since 1959 there was, admittedly, no stagnancy in the various fields of studies on bryophytes, lichens and epiphytic algae, on the contrary — a number of new data in this field have been provided. However, the essence of the research problems remains the same; so there is even an increasing demand for a handbook of this sort. The book includes 628 pages, 16 photographs, 50 maps and 71 phytosociological tables. Unlike the first edition, the tables are not bound in a separate volume, but are put under a cover-band at the end of the text. The enclosed list of book references includes 264 authors and 421 items.

The book is divided into 5 chapters /apart from the foreword/. In chapter *Ecology* the author deals with the terminology of epiphytes, and further the environmental factors influencing their distribution, particularly correlations between epiphytes and phorophytes. There we can find information on descriptive ecology as well as results of experimental field — and laboratory studies. The second part /chapter III/ concerns the composition, structure and dynamics of epiphytic vegetation. Among issues most place is devoted to the discussion and description of growth-forms and life-forms, and to problems on competition and succession in epiphytes. Chapter IV refers to broadly constructed problems of chronology analyzed from the dynamic, static, causal and historical point of view. Like in his whole work, the starting point in Barkman's considerations are his original data obtained during field-studies in the Netherlands and in neighbouring countries, as well as taken from literature. The latter were exploited by the author with an extremely meticulous care.

Barkman's views on epiphytes distribution and the role of ecological factors influencing them, reveal at every step a profound knowledge of literature on one hand, and on the other there are the results of his own experiences gained in Western — and Central Europe. A synthetic picture of it is chapter V, discussing systematic problems of epiphytic lower plants, together with an extensive special part, giving a review of european associations of epiphytic algae, li-

chens and bryophytes. In this chapter the rules of the phytosociological analysis and synthesis of cryptogamic vegetation are presented. Barkman sticks here to the phytosociological rules and methods of Braun-Blanquet. These have been applied with regard to cryptogamic vegetation, and in the discussed work they have been comprehensively "adapted" for studies on epiphytic algal —, lichen — and bryophyte associations. This chapter is of special importance to geobotanists and phytogeographers working in the western hemisphere, where the "Braun-Blanquet's School" has gained not less critics than adherents, and certainly not many experts. It gives a "fresh" and suggestive description of Braun-Blanquet's methods, and besides is presented in accessible language, which undoubtedly will secure them new followers.

Almost 250 pages enclose the special part of this work, in which consecutively 97 European epiphytic association units are discussed /3 algal —, 54 lichen —, and 40 bryophyte units/. The descriptions of the particular associations give their synonymics, composition of species, their ecology and distribution. In case of associations to be found in the Netherlands — original tables of phytosociological pictures and distribution maps are included. It is clear that in such a compilatory work the descriptions of associations include lots of data obtained from scattered field-observations of various authors as well as their intuitive assumptions. Most of Barkman's data display a similar descriptive character. Without this "descriptive" ecology, or "desk ecology" as some call it with contempt, we would not have entered "experimental" ecology which besides, as regards lower epiphytic vegetation, virtually does not exist.

To summarize, Barkman's work combines in a very lucky way the systematic phytosociological, and so rather a static, together with the causal — ecologic, thus the dynamic point of view of cryptogamic vegetation. It brings an extremely rich material in the field of systematics, and above all in ecology of epiphytic associations, giving a versatile and comprehensive picture of European epiphytic vegetation. From this point of view it surely will be, for many years, a classic work of fundamental meaning. Of course, there can also be found some controversial questions, some scarcities which need to be supplemented. They should rise the activity of researchers working in various countries, directing them for where more work is needed. Impressive is the construction of this work, and so is the erudition of the author, who working over a ten years period on this book was able

to collect and elaborate such an enormous material, giving a work in every respect excellent.

Jerzy FABISZEWSKI

*Department of Plant Biology
Agriculture University of Wrocław
Wrocław, Poland*

DUXBURY, A.C., 1971. **The Earth and its oceans**. Addison-Wesley, Reading, Mass. et Don Mills, Ont. xv + 381 p., 196 fig., 41 tab. 17 × 24 cm. Relié, prix non indiqué.

Si l'on vient à peine de prendre conscience dans nos universités francophones du Québec (GIROQ) de la nécessité d'étudier les nappes d'eau qui baignent notre territoire, d'autres ont depuis longtemps compris que l'hydrosphère occupant plus de 75% de la planète devait être parfaitement bien connue des terriens. Les ouvrages consacrés aux océans et aux mers bordières se multiplient. Parmi les plus récents, il convient de signaler le manuel de Duxbury, rédigé à l'intention des étudiants au niveau du baccalauréat. De conception nouvelle et originale, l'ouvrage cherche à replacer les océans dans un cadre planétaire, à les définir par rapport à la lithosphère et à l'atmosphère. L'auteur parle d'abord de la géodésie, de la structure et du mouvement de la terre, puis de l'hydrosphère, de l'atmosphère et de la circulation des masses d'air. Les 14 autres chapitres sont consacrés aux divers aspects des océans et des mers bordières: la géomorphologie sous-marine, les sédiments marins, la chimie et les propriétés physiques de l'eau de mer, le budget thermique des océans, la circulation océanique, les aspects biologiques, les vagues, la marée et finalement les instruments de recherches océanographiques. L'ouvrage, qui est accompagné d'un index, est illustré de nombreux croquis et graphiques, de photographies choisies bien reproduites et comprend de nombreux tableaux et un petit questionnaire exercice à la fin de chaque chapitre. La bonne qualité de l'édition frappe le lecteur et plaira certainement aux étudiants.

Bien que les données réunies dans ce livre apparaissent ailleurs sous diverses formes et qu'il ne semble pas y avoir là d'apports nouveaux, il faut reconnaître à l'auteur le mérite d'avoir su les présenter d'une manière claire et dynamique. Le plan de l'ouvrage s'écarte des sentiers battus. Plusieurs se demanderont pourquoi avoir placé à la fin les chapitres sur les vagues et la marée et en plein centre le chapitre sur l'atmosphère et la circulation atmosphéri-

que ? L'auteur justifie son choix dans la préface en disant que cet ordre est conforme à sa conception du milieu océanique. Quoi qu'il en soit, chaque chapitre forme une unité qui peut facilement être déplacée au caprice du maître et de l'élève. Comme il n'y a pas encore chez nous de département d'océanographie, peu d'étudiants auront le plaisir d'utiliser cet ouvrage pour acquérir les notions fondamentales leur permettant de percevoir le système océanique comme un système dynamique en évolution constante. C'est une lacune fort regrettable puisque le Québec est entouré d'eau. Il serait temps qu'au moins une université francophone fonde un département complet des Sciences de la mer.

Jean-Claude DIONNE

Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère de l'environnement, Québec

ANONYME, 1970. *The Biosphere. A Scientific American book*. Freeman, San Francisco. viii + 134 p., 101 ill. dont 83 en couleurs. 23 × 30.5 cm. Relié, U.S. \$6.50; cartonné U.S. \$3.25.

ANONYME, 1971. *Man and the Ecosphere. Readings from Scientific American*. Freeman, San Francisco. 307 p., 236 ill. dont 129 en couleurs. 22 × 28.5 cm. Relié, U.S. \$11.00; cartonné U.S. \$5.75.

Le contenu du premier livre fut publié dans le numéro de septembre 1970 du *Scientific American*. Le grand succès obtenu par ce numéro a amené l'éditeur à réunir onze des articles publiés dans un volume séparé intitulé *The Biosphere*. À l'exception du premier article, rédigé par Hutchinson, qui tente de décrire les mécanismes de la vie à l'échelle du globe, les autres textes sont concentrés sur l'analyse des divers cycles et processus de production en cours dans la biosphère. Ainsi, Oort examine la distribution de l'énergie solaire dans l'atmosphère et les océans, cependant que Woodwell analyse le cycle d'énergie fixée par les plantes vertes et utilisée par les diverses biocénoses. Le cycle de l'eau fait le sujet d'un texte rédigé par Penman, ceux du carbone, de l'oxygène, du nitrogène et des éléments minéraux sont traités par Bolin, Cloud et Gibar, Delwiche et Deevey Jr., respectivement. Viennent alors les chapitres consacrés aux divers processus de production humaine, telle la production alimentaire par L. R. Brown, la production de l'énergie par Singer et la production de matériaux inorganiques par H. Brown.

Par opposition au premier volume, bâti autour d'un seul sujet bien délimité, *Man and the Ecosphere* contient un éventail plus vaste de matières touchant divers aspects de la crise actuelle liée à l'augmentation de la population humaine, à la diminution des ressources naturelles et à la détérioration de l'environnement. Vingt-sept articles, au total, y sont réunis et augmentés de commentaires de Paul R. Ehrlich, John P. Holdren et Richard W. Holm. Ces articles furent publiés dans *Scientific American* au cours des quinze dernières années. Tous visent, d'une manière ou d'une autre, à démontrer la nature et l'importance de l'impact de l'homme sur la biosphère¹. Ils complètent admirablement le premier volume. Les textes sont réunis dans quatre chapitres intitulés, respectivement, l'écosphère et l'homme pré-industriel, des limites rarement perçues, les dimensions de l'intervention et l'aménagement. À l'exception des articles de L.R. Brown et H. Brown, repris du premier volume, tous les autres textes sont "nouveaux" et proches par leur actualité. En voici quelques titres : les ressources alimentaires des océans, les dimensions mondiales de la pauvreté, la pollution de l'air et la santé publique, le climat dans les villes, les engrais chimiques, les pesticides de la troisième génération, le processus de l'urbanisation, la technologie militaire et sécurité nationale, etc.

Les deux volumes sont d'une facture impeccable, abondamment et bien illustrés, relativement peu coûteux, en particulier dans l'édition cartonnée. Les articles sont rédigés clairement et simplement et représentent une source considérable de renseignements didactiques. Ils peuvent même être achetés séparément, en fonction de l'intérêt du lecteur. Pour toutes ces raisons, nous ne saurions trop recommander leur acquisition à tous, professeurs comme étudiants.

Miroslav M. GRANDTNER

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec

¹ Biosphère et écosphère peuvent être considérées comme synonymes.

ESSER, A.H., (éditeur), 1971. *Behavior and Environment. The Use of Space by Animals and Man*. Plenum Press, New York, London. 409 p. 26 × 17.5 cm. Relié, \$17.50.

Cet ouvrage contient des travaux présentés au symposium international tenu en 1968 sous les auspices de la AAAS (Association américaine

pour l'avancement des sciences). L'éditeur, et organisateur de ce symposium, fait bénéficier le lecteur des discussions qui ont suivi la présentation des travaux qui consistaient en des résultats d'observations sur le comportement naturel. Les discussions devaient forcément s'orienter sur les influences des conditions expérimentales ainsi que sur les influences culturelles. En effet, les participants à ce symposium appartenaient à des disciplines diverses, soit la Biologie, la Psychologie, la Sociologie, l'Architecture...

L'étude du comportement, jusqu'à récemment réservée aux éthologistes, aux écologistes et aux sociopsychologistes, est, dans ce symposium pluridisciplinaire, l'objet d'une analyse critique qui jette un éclairage nouveau sur ce problème. En effet, le comportement, envisagé comme réaction au milieu, soulève des problèmes qui intéressent plusieurs disciplines; et quand il s'agit d'extrapoler les résultats obtenus chez des animaux pour les appliquer à l'Homme, le sujet devient plus complexe, mais aussi plus intéressant. L'ouvrage de Esser, par les discussions qu'il contient, montre assez clairement que les notions de territorialité et de dominance ne sont pas si simples qu'on l'avait cru, mais elles font ressortir le fait que ces deux notions se complémentent.

Nous tenons à souligner que les biologistes, les sociologues, les psychologues et les architectes trouveront dans ce livre une profitable documentation, ils participeront à une discussion très vivante, et aussi très constructive.

J.L. TREMBLAY

*Département de biologie
Université Laval, Québec*

LOVE, G.A. and LOVE, R.M., (éditeurs), 1970. *Ecological crisis. Readings for survival*. Harcourt Brace Jovanovich, New York. vii + 342 p., ill. 14 × 21 cm. Broché, \$4.35.

Ce livre réunit vingt-deux articles publiés dans différentes revues et traitant de la crise écologique. Il diffère des autres ouvrages du genre par le fait qu'il présente, à la fois, les aspects scientifiques, techniques, politiques et économiques du problème de la dégradation de l'environnement. Les articles des biologistes côtoient ceux des politiciens, des juges, des historiens, des journalistes, des sociologues, etc...

Ces articles furent rassemblés de manière à présenter, en premier lieu, ce qu'est l'écologie

et comment s'organise l'écosystème humain. Vient le grave problème de l'explosion démographique, ainsi que la description d'exemples précis de contamination de l'eau, de l'air et des milieux terrestres. La question de surpopulation est longuement débattue et avec beaucoup de pessimisme. Tous préconisent des mesures extrêmement sévères pour réduire le taux de croissance à zéro. Comment? Par la planification familiale, la limitation rigoureuse des naissances permises par le mariage, des subventions gouvernementales pour les programmes de stérilisation et des possibilités de taxation pour les enfants. Il faudra, de plus, prévoir une éducation des peuples à cette cause.

Mais, même les populations actuelles sont menacées. Le smog est considéré comme l'une des premières manifestations de la destruction de l'homme par la pollution. Les exemples de la Belgique (1930) et de la Pennsylvanie (1948), où plus d'une centaine de personnes sont mortes de ses effets en sont le tragique tableau. À un degré moindre, la pollution des Grands Lacs et la mort de millions de poissons dans le Mississippi constituent des exemples de la gravité du problème. Les causes en sont si nombreuses et les responsables tellement bien placés, qu'on ne peut les pointer avec précision. Les gouvernements, pour leur part, agissent trop tard et sans vigueur, ni avec des sommes budgétaires suffisantes.

Les sources d'énergie utilisées actuellement, surtout celles reliées à la pollution par les automobiles méritent d'être révisées. Ces gaz d'échappement entraînent chez l'homme des effets néfastes à sa santé et, chez les végétaux, des conséquences sur la croissance. D'autres sources d'énergie sont suggérées: vapeur, électricité, énergie solaire, etc... L'énergie atomique, de son côté, est fortement critiquée. Elle s'avère trop risquée, car, la moindre défaillance causerait des dommages irréversibles sur l'homme et ses descendants. En relation avec cela, les responsabilités des scientifiques quant à leur découverte sont discutées. Il en ressort qu'à l'avenir, les effets écologiques des interventions scientifiques devraient être déterminés à l'avance plutôt qu'après que les dommages aient été causés et que jamais plus cette leçon ne devrait être ignorée. Du point de vue économique, il faudrait changer le système de production ouverte que nous connaissons par un système fermé, où les besoins seraient minimisés et où il y aurait maintien d'un certain niveau de production à ne pas dépasser. Ceci impliquerait ne plus avoir comme but la production et la consommation en soi.

Il est à remarquer que l'assemblage d'articles d'auteurs différents entraîne trop de répétitions. Beaucoup d'auteurs reprennent la théorie de Malthus sur les populations, ainsi que les effets des divers polluants, des descriptions de chaînes alimentaires et des concepts de l'écologie humaine. De plus, ce livre présente peu d'intérêt scientifique. Seuls les chapitres traitant du contrôle biologique des insectes, de même que ceux relatifs aux différents mécanismes de l'écosystème humain où l'homme a tendance à raccourcir et à simplifier ses propres écosystèmes dénotent un souci de rigueur. D'autre part, quoique les articles n'aient que peu de lien entre eux tous tendent au même but : montrer la dégradation du milieu et y apporter des solutions.

En principe, ce livre s'adresse à tous. Sa lecture ne requiert aucune formation spéciale ; il n'y a que la bonne volonté de reconnaître les faits actuels qui soit nécessaire. L'impression générale qui s'en dégage c'est que la science peut révéler la réelle profondeur de la crise, mais que seule une action sociale concertée pourra la résoudre.

Léopold GAUDREAU

*Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec*

CARRE, J., 1971. *Lecture et exploitation des photographies aériennes*. Tome I: Lecture des photographies aériennes. *Collection technique de l'Institut géographique national*. Eyrolles, Paris. x + 213 p., 122 fig. 16 × 25 cm. Broché, 64.90 FF.

Les photographies aériennes apportent une aide devenue irremplaçable à de nombreux spécialistes : cartographes, géographes, géologues, forestiers, agronomes, urbanistes, géomètres, militaires, etc. C'est à eux que s'adresse ce livre, dans lequel ont été rassemblés les éléments essentiels de nature géométrique, physique et physiologique qui constituent le fonds des connaissances théoriques et pratiques dont doit disposer l'utilisateur normal des photographies aériennes.

L'ouvrage comprend deux tomes. Le premier traite de la lecture alors que le second traitera de l'exploitation des photographies aériennes. La lecture est entendue ici comme la possibilité d'identifier des objets en partant de l'examen de leurs images photographiques. L'exploitation, par contre, correspondant à la recherche des caractéristiques métriques des objets, c'est-à-dire à leurs dimensions horizontales et verticales et à leur place dans un système de référence, ainsi qu'à leur traduction sous forme commode, généralement cartographique.

Le premier tome, qui vient de sortir des presses, comprend les chapitres suivants. Généralités sur les photographies aériennes. Nécessité d'une double perspective pour reconstituer la forme d'un objet. Photographie et carte. Mécanismes de la vision. Prise de vues. Photographie isolée à axe vertical : problèmes géométriques : grandeur et forme des images ; problèmes physiques : émulsions, netteté de l'image. L'examen stéréoscopique. Différents systèmes d'examen. Perception du relief ; altérations des reconstitutions. Identification des objets. Interprétation des photographies.

(Résumé de l'auteur).

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au *Naturaliste canadien* des *articles inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des *articles courts* (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussions, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes infra-marginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la liste, à la fin du manuscrit, elles seront citées

par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In : D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

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

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numérotter proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

Original papers in French or in English based on research in basic and applied ecology, taxonomy, morphology and earth sciences will be considered for publication in this journal. The papers will be judged on the basis of their contribution of original data and ideas or interpretation. *Review articles* will not be accepted unless they lead to new and important generalizations. *Short articles* (no more than four pages in the journal) may be accepted as "Communications brèves". They should be distinguished from papers on the basis of scope rather than quality of the research.

GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in double spacing throughout on one side of bond paper 21.5 x 28 cm, and submitted in triplicate to the Secretary of the Editorial Board.

The sequence of material in the manuscript as submitted should be: (1) title; (2) author's name; (3) author's affiliation and address; (4) a condensed running head of no more than 60 letters and spaces (on a separate page); (5) French and English abstracts limited to 300 words; (6) the manuscript proper; (7) on separate pages references, tables (numbered consecutively in Roman numerals) and figure legends (numbered consecutively in Arabic numerals).

MANUSCRIPT DETAILS

The arrangement of the contents should generally be as follows: Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, and References.

In preparing copy please take account of the following remarks: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided and wherever impossible they should be consecutively numbered; (3) either metric or English units may be used; however use of the former is recommended; (4) appendixes should be avoided and will not be usually accepted if exceeding one page.

REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All

papers referred to in the manuscript should be listed alphabetically by first author, according to the following examples:

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5): 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In: D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Abbreviations for periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals" (1963 edition).

ILLUSTRATIONS

The first two figures of a manuscript will be free of charge. Additional figures will be charged to the author.

Prints of photographs should be made on glossy paper with a wide range in tone. They should be cropped, mounted with rubber cement on white card-board, and clearly numbered at the right corner of each photograph. Three complete sets of photographs must be included.

Drawings are made with black india ink on white drawing paper and all lettering should be made with a lettering system. All lettering must be sufficiently large to be at least 1.5 mm on final reproduction. One original and two clean copies of each drawing should be submitted.

Drawings and photographs must be made to a scale allowing reduction to an area not exceeding 12.5 x 20 cm, inclusive of captions.

Captions for illustrations should be typed in paragraph form on a separate page. Moreover each illustration should be clearly labelled on back, giving the name of the author and the figure number.

PROOFS AND REPRINTS

Galley proofs will be sent to the author together with an order blank for reprints. The corrected proof with the order for reprints should be returned immediately.

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

Extrait de la revue *Le naturaliste canadien*, Volumes 93 et 94.

Liste des espèces, variétés, formes et hybrides de plantes vasculaires reconnues comme spontanées au Canada. Une bibliographie pertinente précède chaque genre. L'auteur présente la distribution géographique de chacun des taxons au nord des États-Unis, dans une perspective critique. Les botanistes y trouveront une mine de renseignements de première valeur.

An enumeration of the species, varieties, forms and hybrids known as spontaneous in Canada. Nearly all genera are preceded by an essential bibliography of recent monographs and other main papers relevant to each genus in Canada. Each taxon is followed by an abbreviated summary of its distribution north of the U.S.A. A distinction has been made between verified and unverified distributions and, in the latter case, whether or not justifying collections have been located yet.

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Janvier-Février 1972

N° 1

SOMMAIRE

PAYETTE, Serge et Benoit GAUTHIER. Les structures de végétation : interprétation géographique et écologique, classification et application	1-26
RAYMOND, Marcel. New species of <i>Bulbostylis</i> (Cyperaceae) from Africa.....	27-32
ALAM, M. T. and W. F. GRANT. Interspecific hybridization in Birch (<i>Betula</i>).....	33-40
SWALES, D. E. <i>Sarracenia purpurea</i> L. as host and carnivore at Lac Carré, Terrebonne Co., Québec, Part II	41-47
SÉGUIN, M. K. Découverte d'importantes réserves de sulfures de cuivre et de nickel dans le gabbro de Duluth, région nord-est de l'état du Minnesota.....	49-58

COMMUNICATIONS BRÈVES

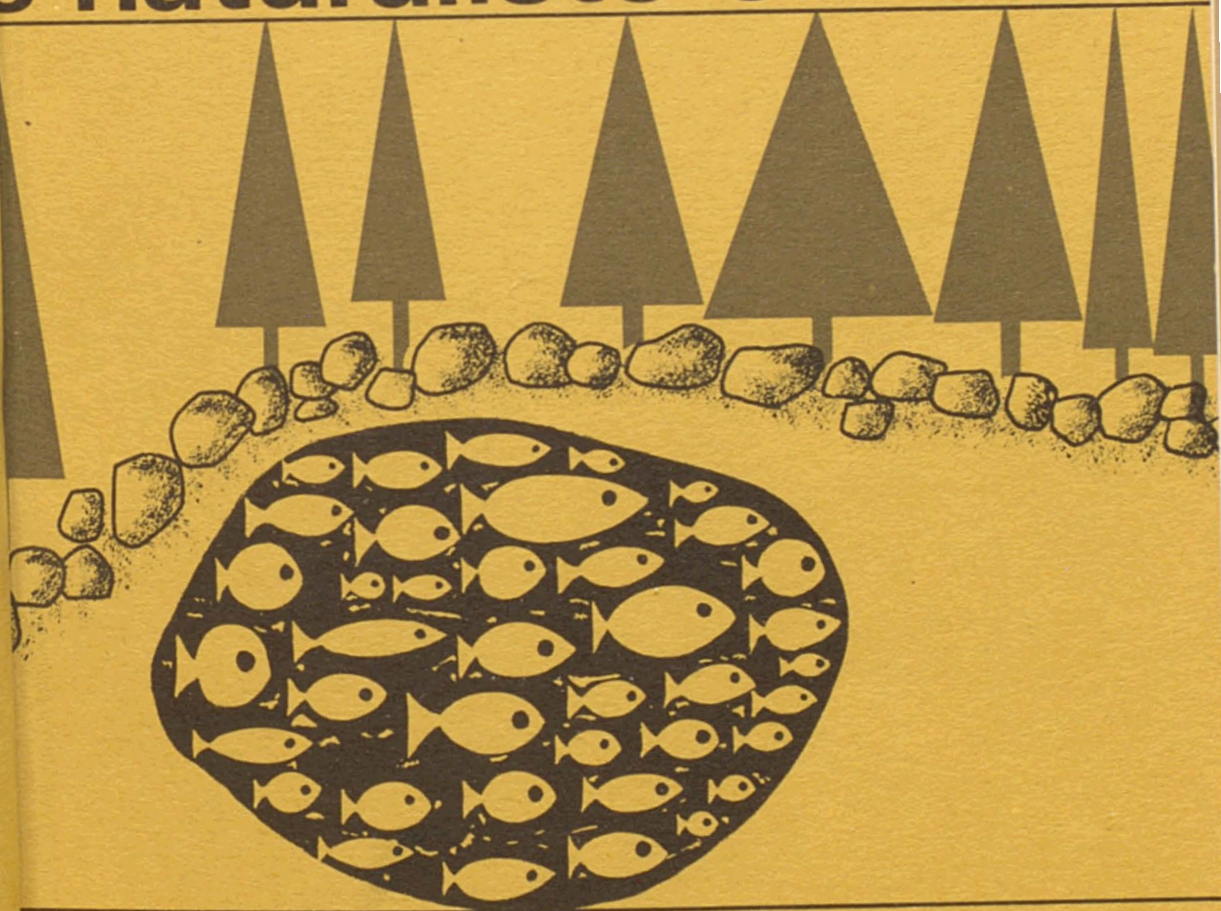
McNEIL, J. and Judy N. FINDLAY. Introduced perennial species of <i>Stellaria</i> in Québec	59-60
LAROCHELLE, André. Notes sur les périodes d'accouplement de quelques carabidae du Québec	61-63
REVUE DES LIVRES	65-70



Volume 99,
n° 2,
mars-avril 1972

BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

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

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉRIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*

JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*

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 océanographique 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, *Service de la faune du Québec*

A. C. NEISH, *Conseil national des recherches 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 : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le **NATURALISTE CANADIEN** accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agricoles 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 **Secrétariat 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 de l'éducation du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec — Premier trimestre 1972.

ÉCOLOGIE DES POPULATIONS DE *LEPTOTHORAX LONGISPINOSUS* ROGER ET *STENAMMA DIECKI* EMERY DANS LES PEUPELEMENTS FORESTIERS DES BASSES LAURENTIDES, QUÉBEC (HYMENOPTERA : FORMICIDAE) ¹

Michel LETENDRE ² et Jean-Guy PILON

Département des sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal, Québec

Résumé

Dans le cadre d'une étude plus générale sur la faune myrmécologique de différents peuplements forestiers occupant le territoire de la Station de biologie de l'Université de Montréal, à St-Hippolyte, il nous fut possible d'apporter quelques précisions sur la distribution, les préférences nidicoles, la population et le cycle annuel des colonies de deux espèces de fourmis, *Leptothorax longispinosus* Roger et *Stenamma diecki* Emery. Un certain nombre de données déjà publiées sur le sujet ont également été incluses pour fin de comparaison.

Abstract

In the course of a more general study on the ant fauna of various forest stands occurring on the territory of the biological station of the University of Montréal, at St-Hippolyte, it was possible to gather information relative to the distribution, nest preference, number of individuals per colony and annual cycle of the colonies of two species, *Leptothorax longispinosus* Roger and *Stenamma diecki* Emery. A number of data already published on the subject are also included for comparison.

Introduction

Durant l'été de 1967, les auteurs ont amorcé une série de travaux portant sur l'analyse de la faune myrmécologique de quelques peuplements forestiers de la zone des basses Laurentides, notamment ceux rencontrés dans la région de St-Hippolyte, site de la Station de biologie de l'Université de Montréal. Ces travaux avaient pour but, avant tout, de connaître les principales associations de fourmis occupant les milieux inventoriés,

le rôle et la position écologique de ces associations à l'intérieur des milieux, et leurs variations en fonction de ces différents milieux.

Letendre *et al.* (1971) ont publié, en guise d'introduction, l'inventaire des fourmis de la Station de biologie de l'U-

¹ Extrait d'un mémoire de maîtrise présenté à la Faculté des sciences de l'Université de Montréal en mai 1971.

² Adresse actuelle: Département de biologie, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

niversité de Montréal. Cette étude couvrirait évidemment un territoire beaucoup plus vaste que celui où se sont effectuées nos recherches écologiques proprement dites. Les travaux plus poussés qui ont suivi, nous ont permis, entre autres, de recueillir un certain nombre de données sur l'écologie des populations de deux espèces de fourmis, *Leptothorax longispinosus* Roger et *Stenamma diecki* Emery.

L'étude de ces deux espèces s'avéra particulièrement intéressante du fait que l'écologie de leurs populations est encore très mal connue. En effet, *L. longispinosus* n'a fait l'objet que d'un seul travail vraiment compréhensif, celui de Headley (1943a). De son côté, *S. diecki*, malgré sa grande abondance en Amérique du Nord, n'a été étudiée sous ce rapport que dans les travaux récents de Francoeur (1966a et b) et de Smith (1957). Ces fourmis se caractérisent de plus par des colonies de petite taille et des nids en général bien délimités, ce qui permettait un comptage direct des individus de la colonie.

Quatre aspects de l'écologie des populations de ces deux espèces ont pu être abordés au cours de la présente étude : le nombre moyen d'individus (oeufs, larves, nymphes et adultes) par colonie et sa variation selon les colonies ; l'évolution quantitative et qualitative de ces formes dans le temps (cycle annuel et cycle de la colonie) et dans l'espace (distribution) ; l'emplacement et la structure des nids ; et finalement, l'activité des adultes à l'intérieur et à l'extérieur du nid. Une description générale de la région d'étude a déjà été présentée par Letendre *et al.* (1971).

Résultats

Écologie des populations de *Leptothorax longispinosus* Roger

Cette petite fourmi sombre et en général assez lente, ne fût rencontrée

qu'à deux reprises sous forme de butineuse, dans la région d'étude. Pourtant, plusieurs auteurs (Amstutz, 1943 ; Carter, 1962 ; Cole, 1940 ; et Dennis, 1938) s'accordent pour la reconnaître comme fréquente, ailleurs sur les feuilles des plantes herbacées et des arbustes bas. Parallèlement, cinq colonies seulement de cette espèce ont pu être mises à jour dans les différents milieux inventoriés.

Distribution

Toutes les colonies récoltées furent exclusivement retrouvées dans deux habitats de feuillus : un peuplement décidu mélangé, constitué principalement de bouleaux à papier, de peupliers et d'érables, et un peuplement décidu à forte dominance de bouleaux à papier. Toutes, de plus, y occupaient des endroits très ouverts, à la surface de gros rochers nus. Ceci pourrait alors signifier que, quoique considérée comme une forme nordique (Dennis, 1938), *L. longispinosus* nicherait ici près de la limite nord de son territoire.

La distribution connue de cette espèce semble confirmer ce fait. En effet, dans les états du sud des États-Unis (Tennessee, Caroline du Nord et le sud de la Virginie), là où elle est assez rare, cette fourmi se rencontre presque uniquement à l'intérieur des forêts de chênes et de conifères, dans des endroits élevés, frais et très ombragés (Carter, 1962 ; Cole, 1940 ; Dennis, 1938 ; Van Pelt, 1963). Dans l'État de l'Ohio, par contre, situé à mi-chemin environ entre ces derniers états et notre latitude, *L. longispinosus* habite surtout les forêts denses de chênes, où elle serait très abondante (Headley, 1943a et b). Enfin, dans l'État de New York (Davis et Bequaert, 1922) de même que dans notre région d'étude, on retrouve cet insecte à l'état sporadique et dans des lieux très ouverts, c'est-à-dire des milieux totale-

ment différents de ceux qu'il occupe dans le sud des États-Unis. Ceci correspondrait à la notion de variation d'habitat décrite par Bey-Bienko (1965), pour les espèces à distribution étendue.

Il semble donc que, pour retrouver ici les conditions écologiques nécessaires à sa survie, *L. longispinosus* doit passer de la forme sylvicole à une forme de lieux ouverts, essayant de s'établir dans des endroits recevant le maximum de rayons solaires, soit à la surface des rochers nus. L'insecte se voit par conséquent dans l'impossibilité de compenser pour tout niveau de température inférieur à celui rencontré à cette latitude, et ceci est confirmé par son absence apparente dans la région de Québec, sise à quelques degrés de latitude au nord de la région présentement étudiée.

Préférences nidicoles

Tout comme son emplacement, la structure du nid démontre aussi une ten-

dance à recevoir et à conserver le maximum de chaleur. En effet, quatre des cinq nids récoltés avaient été érigés sous de petites roches reposant directement sur le roc, i.e. dans un endroit assez restreint et facile à réchauffer. De plus, ces nids se trouvaient totalement démunis de sol, éliminant ainsi les pertes de chaleur occasionnées par la présence de celui-ci. Le cinquième nid présentait une structure identique aux quatre autres, sauf pour la présence d'un mince dépôt de sol entre la roche et le roc.

Or, dans les régions plus méridionales, *L. longispinosus* niche typiquement dans le bois mort (brindilles, billots, glands de chênes et de noyers) et, parfois même, dans des micromilieus essentiellement endogés. Néanmoins, Davis et Bequaert (1922) de même que Wesson et Wesson (1940) ont, eux aussi, rencontré cette espèce à quelques reprises entre deux surfaces rocheuses et ce, dans des milieux assez semblables aux nôtres.

TABLEAU I

Composition de trois colonies complètes de *Leptothorax longispinosus*

Colonies		Oeufs	Larves	Nymphe		Sexués ailés	Ouvrières	Reines	Total
No	Date			ouvrières	sexuées				
1	4-7-69	127	127	7	35	0	175	1	472
2	7-7-69	70	96	4	4	0	33	1	208
3	7-7-69	27	35	3	16	0	44	0	125
Total		224	258	14	55	0	252	2	805
Moyenne		74.7	86.0	4.7	18.3	0	84.0	0.7	268.3

Nombre d'individus par colonie

Le dénombrement de trois des cinq colonies de *L. longispinosus* récoltées (tableau I) donne une idée de la structure des populations de cette espèce. Selon toute évidence, cette fourmi maintiendrait des colonies relativement peu peuplées, comprenant en moyenne 268 individus dont 84, soit environ 31%,

l'absence de parasitisme de la part d'autres espèces comme celles du genre *Harpagoxenus*. D'un autre côté, ni la période de récolte ni la taille du nid ne semblent être en cause; selon Headley (1943a), en effet, notre période de récolte correspondrait, au contraire, à celle où la population des colonies est à son niveau le plus bas, tandis que la grandeur du

TABLEAU II

Comparaison de nos résultats avec ceux de Headley (1943a) en ce qui concerne les nombres moyens et extrêmes d'individus par colonie de *Leptothorax longispinosus*.

Source des données	Population moyenne par colonie	Populations extrêmes		Nombre moyen d'ouvrières par colonie	Nombres extrêmes d'ouvrières		Pourcentage d'ouvrières par colonie
		min.	max.		min.	max.	
Headley	135.9	7	419	45.8	1	141	33.7
Auteurs	268.3	125	472	84.0	33	175	31.3

sont des ouvrières. Il va sans dire que ces données valent uniquement pour cette période du cycle annuel pendant laquelle les colonies furent récoltées, et qu'elles varient aussi selon la région étudiée et l'âge de la colonie considérée. La colonie la plus importante comprenait 472 individus, dont 175 ouvrières.

Si on compare ces chiffres avec ceux de Headley (1943a) (tableau II), il apparaît que les valeurs obtenues par ce dernier sont nettement inférieures à celles obtenues au cours de notre étude, quoique la proportion entre les différentes formes à l'intérieur des colonies reste sensiblement la même. Cette différence pourrait être une conséquence, directe ou indirecte, de l'action du milieu physique sur ces populations, de la faible densité de nos colonies, ou encore, de

le nid ne constituerait pas, en elle-même, un facteur limitant pour ces colonies. Le petit nombre de colonies examinées de même que l'absence, parmi celles-ci, de colonies en début de développement influencèrent certainement aussi les valeurs obtenues.

L'absence fréquente de la reine dans les colonies de *L. longispinosus* est un autre phénomène que Headley (1943a) a pu mettre en évidence au cours de ses travaux. Ce phénomène a pu également être observé dans l'une des trois colonies dénombrées au cours de la présente étude (tableau I). Différentes causes peuvent être à l'origine de cette absence; la plus fréquente est le parasitisme des colonies par les espèces du genre *Harpagoxenus*. Un tel facteur n'a pu être mis en évidence dans notre cas toutefois.

TABLEAU III

Cycle annuel des populations de *Leptothorax longispinosus*: comparaison avec les résultats obtenus par Headley (1943a)

Dates limites de capture des différentes formes présentes dans la colonie pendant l'année		Oeufs	Larves	Nymphes		Sexués ailés		Ouvrières	Reines
				ouvrières	sexuées	♂	♀		
Première date de collection	Headley	17-5-42	28- 3-42	7-6-42	28-6-42	12-7-41	12-7-41	28- 3-42	28- 3-42
	Auteurs	21-5-69	21- 5-69	20-6-69	4-7-69	—	—	21- 5-69	4- 7-69
Dernière date de collection	Headley	4-9-41	24-12-40	4-9-41	16-8-41	16-8-41	16-8-41	24-12-40	24-12-40
	Auteurs	7-7-69	7- 7-69	7-7-69	7-7-69	—	—	7- 7-69	7- 7-69

Cycle annuel de la colonie

Les résultats obtenus nous renseignent très peu sur le cycle annuel des populations de *L. longispinosus* (tableau III), étant donné le fait que presque toutes les colonies ont été récoltées à quelques jours d'intervalle seulement. Un certain nombre d'observations semblent néanmoins intéressantes.

Il est évident, par exemple, que les oeufs d'été sont déjà présents dans le nid dès le 21 mai et que la ponte se continue au moins jusqu'au début de juillet. L'apparition des premières nymphes (ouvrières) se ferait apparemment vers le début de juin et celle des premières nymphes sexuées un peu plus tard, probablement vers la fin de juin ou au début de juillet. Dans notre région d'étude, l'apparition des premiers adultes sexués ne se fait pas avant le 7 juillet, quoique Wesson et Wesson (1940) aient déjà rencontré des individus ailés dès le début de juin dans le centre-sud de l'Ohio.

Toutes ces observations coïncident avec les résultats obtenus par Headley (1943a). Celui-ci a de plus observé que, outre la reine et les ouvrières, seules les larves passaient l'hiver dans le nid. Ces larves seraient à l'origine des premières

nymphes présentes dans la colonie la saison suivante.

Écologie des populations de *Stenamma diecki* Emery

Contrairement à *L. longispinosus*, qui semble approcher ici la limite nord de son aire de distribution, tout indique que *S. diecki* retrouve dans la région d'étude les conditions idéales pour son implantation, à un tel point qu'elle peut être considérée comme l'espèce prédominante de cette région (Letendre *et al.*, 1971).

Distribution

On serait donc en présence ici d'une espèce beaucoup plus nordique que *L. longispinosus*, et les travaux récents de Francoeur (1966a) le confirment. Celui-ci situe, en effet, la limite nord de l'aire de distribution de *S. diecki* au niveau du 49° lat. N., soit 3° plus au nord que notre région d'étude. La limite sud de cette espèce a, pour sa part, été déterminée de façon assez précise par Smith (1957) et atteindrait les états du Tennessee, de la Caroline du Nord et du Nouveau-Mexique. À cette latitude, on la rencontre généralement entre 900 et 2,400 mètres d'altitude. La distribution

est-ouest de cette espèce est aussi très étendue puisqu'on la retrouve de l'Atlantique au Pacifique, à l'exception du centre et du centre-sud des États-Unis (Smith, 1957).

À l'intérieur de son aire de distribution, *S. diecki* habite typiquement les lieux boisés et, en général, assez denses, ombragés et frais. Elle est fréquente entre autre dans les forêts d'érables rouges et d'érables à sucre (Francoeur, 1965, 1966a, 1966b et 1966c), les forêts de conifères (Cole, 1940, 1950 ; Smith, 1957), les forêts de hêtres (Smith, 1957), les forêts de chênes mixtes (Carter, 1962 ; Francoeur, 1965) et les forêts de bouleaux (Gregg, 1946 ; Wheeler et Wheeler, 1963). Elle constitue aussi, au niveau de la région d'étude, l'espèce la plus abondante dans les différents types de peuplements inventoriés, même les plus humides et les plus secs.

Activité

En dépit de sa grande abondance, il est assez rare de rencontrer *S. diecki* sous forme de butineuse durant l'été ; elle semble toutefois devenir beaucoup plus active au début du printemps ou tard à l'automne (Smith, 1957). Au cours de toute notre étude, nous n'avons pu récolter que quatre butineuses de cette espèce, deux au mois d'août, et les deux autres vers la fin de septembre. Il se pourrait, d'un autre côté, que le pic d'activité de cette espèce se produise durant la nuit et, dans ce cas, les chiffres obtenus seraient bien loin de leur valeur réelle.

En général, *S. diecki* présente une démarche extrêmement timide et lente, et il lui arrive souvent, lorsqu'elle est dérangée, de feindre la mort en restant immobile pendant quelques secondes.

Préférences nidicoles

Le comportement nidificateur de *S. diecki* a fait l'objet d'études assez pous-

sées de la part de Francoeur (1966a) et Smith (1957) et nos résultats corroborent relativement bien leurs observations. La majorité des nids récoltés se situaient dans le bois mort, tantôt en surface du sol, tantôt dans le sol. Tous les autres ont été trouvés soit dans la litière de surface ou dans le bois mort sous celle-ci.

Il s'agit, en général, de petites structures avec une ou quelques fois plusieurs chambres occupant la partie creuse de petites brindilles évidées. Dans certains cas, ces chambres occupent aussi une région très limitée à l'intérieur de plus grosses charpentes comme les souches, les troncs morts et les branches de grande taille. Les nids creusés directement dans le sol ou l'humus consistent habituellement d'une seule chambre assez mal délimitée. Il arrive également qu'un même nid ait à la fois des composantes dans le sol et le bois mort, ce qui expliquerait la grande variabilité de ces nids dans la région d'étude.

Bien que nos observations diffèrent quelque peu de celles de Cole (1940 et 1950), de Smith (1957), de Carter (1962) et de Francoeur (1966a) en ce que ces auteurs retrouvent les nids surtout dans le sol, sous couvert de roches, de litière ou de bois mort, il n'en demeure pas moins que toutes ces observations présentent un certain nombre de points en commun, à savoir : la petite taille des nids récoltés, la faible profondeur à laquelle on les rencontre et le grand nombre de micromilieus de nidification utilisés.

Nombre d'individus par colonie

Le dénombrement de dix colonies complètes de *S. diecki*, récoltées sur une période allant de mai à août, donne une moyenne de 202 individus par colonie dont 53, soit environ 26%, sont des ouvrières (tableau IV). La colonie la plus

TABLEAU IV

Composition de 10 colonies complètes de *Stenamma diecki*

Colonies		Oeufs	Larves	Nymphe		Sexués ailés	Ouvrières	Reines	Total
No	Date			ouvrières	sexuées				
1	30-5-67	35	132	0	0	0	58	1	226
2	11-6-69	40	130	0	0	0	60	1	231
3	18-6-69	50	126	0	0	0	53	0	229
4	27-6-69	62	84	0	0	0	49	1	196
5	5-7-67	71	91	0	0	0	26	1	189
6	9-7-68	29	83	0	0	0	50	1	163
7	21-7-67	23	60	48	0	0	28	1	160
8	7-8-68	43	31	16	0	0	25	1	116
9	8-8-68	37	69	40	39	0	139	0	324
10	10-8-68	12	14	60	59	0	40	0	185
Total		402	820	164	98	0	528	7	2019
Moyenne		40.2	82.0	16.4	9.8	0	52.8	0.7	201.9

TABLEAU V

Comparaison de nos résultats avec ceux de Francoeur (1966b) en ce qui concerne les nombres moyens et extrêmes d'individus par colonie de *Stenamma diecki*

Source des données	Population moyenne par colonie	Populations extrêmes		Nombre moyen d'ouvrières par colonie	Nombres extrêmes d'ouvrières		Pourcentage d'ouvrières par colonie
		min.	max.		min.	max.	
Francoeur	219.7	28	438	62.2	4	154	28.3
Auteurs	201.9	116	324	52.8	25	139	26.2

populeuse comprenait 324 individus, dont 139 ouvrières. Il est évident que ceci ne vaut encore une fois que pour les conditions déjà considérées dans le cas de *L. longispinosus*, soit : l'âge des colonies dénombrées, la période durant laquelle ces colonies ont été récoltées et les conditions écologiques du milieu dans lequel elles ont été récoltées.

Si on compare ces résultats avec ceux obtenus par Francoeur (1966b) dans le

cas de 25 colonies originaires des peuplements d'érables à sucre de la région de Québec (tableau V), on obtient des données d'une grande similitude. Ceci est intéressant si l'on considère que les deux régions étudiées présentent, dans une certaine mesure, des conditions écologiques semblables. La variation est plus grande, cependant, lorsqu'on considère les nombres extrêmes d'individus et d'ouvrières par colonie, et ceci dé-

pend probablement du petit nombre de colonies recueillies au cours de notre travail. Des études sur les populations de *S. diecki* dans les Montagnes Blanches du Maine (Smith, 1957) situent le nombre moyen d'ouvrières par colonie aux alentours de 40 à 60, ce qui est en accord avec les résultats précédents.

Enfin, malgré l'absence de la reine dans trois colonies, il ne semble pas que ceci soit un phénomène fréquent chez cette espèce. Il ne semble pas non plus y avoir plus d'une reine par colonie.

Cycle annuel de la colonie

Le tableau IV, en plus de nous renseigner sur le nombre moyen d'individus par colonie, nous permet aussi d'obtenir des informations sur l'évolution numérique de ces colonies dans le temps.

On remarque, en particulier, que la population totale est influencée presque uniquement par le nombre de larves dans la colonie, pour une bonne partie de la période d'étude. Par la suite, une fois les nymphes écloses, ce sont ces dernières surtout qui semblent devenir le facteur important. Il est intéressant aussi de signaler la tendance qu'ont les colonies récoltées de subir une baisse constante de leur population larvaire et de leur population totale durant la période allant du début de juin au début d'août ; par après, les nymphes éclosent et la population s'accroît de nouveau. Le nombre d'oeufs et d'ouvrières est assez variable durant toute cette période et ne semble pas montrer de tendance particulière. Il est probable, toutefois, que par suite de la transformation des nymphes d'ouvrières en adultes, ces dernières augmentent graduellement en nombre pour atteindre un maximum vers la fin de l'été (Francoeur, 1966b). Elles constitueraient alors le facteur principal déterminant la grandeur des populations.

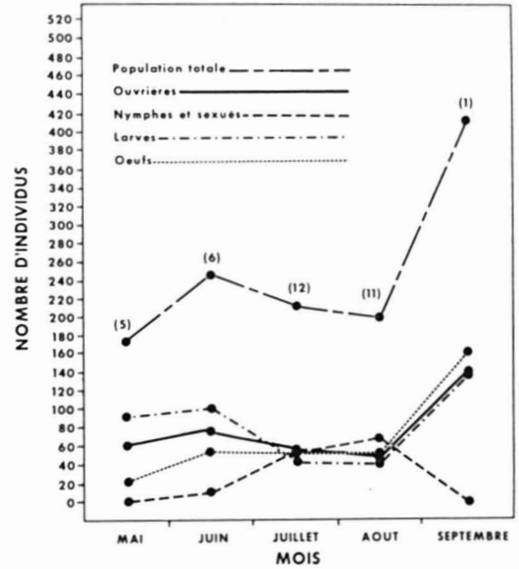


Figure 1. Variation numérique des différentes formes présentes dans les colonies de *Stenamma diecki* durant la saison estivale (données combinées des auteurs et de Francoeur (1966b)). Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de colonies considérées.

Toutes ces constatations sont, en général, conformes avec les résultats obtenus dans la figure I où apparaissent, sous forme combinée, nos données et celles de Francoeur (1966b). Cette figure met de plus en évidence la grande corrélation qui semble exister entre le nombre d'ouvrières et le nombre total d'individus dans la colonie, corrélation qui n'était aucunement apparente dans le tableau IV. Elle permet également de constater que toutes les formes trouvées dans la colonie suivent d'assez près l'évolution quantitative de la population totale durant la période d'étude, sauf les formes nymphales et sexuées qui suivent une évolution tout à fait contraire. Le niveau annuel le plus bas de la population s'observe au début de la période d'étude et doit être encore plus bas au tout début du printemps.

TABLEAU VI

Cycle annuel des populations de *Stenammas diecki*: comparaison avec les résultats obtenus par Francoeur (1966b)

Dates limites de capture des différentes formes présentes dans la colonie pendant l'année		Oeufs	Larves	Nymphes		Sexués ailés		Ouvrières	Reines
				ouvrières	sexuées	♂	♀		
Première date de collection	Francoeur	20-5-65	20-5-65	30-6-65	—	—	—	20-5-65	20-5-65
	Auteurs	30-5-67	30-5-67	4-7-68	4-7-68	16-8-67	10-8-67	27-5-69	28-5-68
Dernière date de collection	Francoeur	16-9-65	16-9-65	—	—	5-8-65		16-9-65	16-9-65
	Auteurs	21-9-68	21-9-68	21-9-68	12-8-68	24-8-67	21-9-68	19-10-68	21-9-68

D'après le tableau VI, les individus sexués ailés seraient présents dans le nid de la mi-août à la mi-septembre (ou plus tard) dans le cas des femelles, et jusqu'à la fin d'août dans le cas des mâles. Le vol nuptial doit survenir vers le début de septembre, car l'unique femelle ailée fécondée fut trouvée un 15 septembre, seule, en surface du sol. Il semble toutefois que, dans les grosses colonies, les mâles et les femelles produits au cours de l'année passent souvent l'hiver dans le nid pour ne s'accoupler qu'au printemps suivant. Dans ce cas, les vols nuptiaux pourraient alors s'accomplir du printemps à l'automne (Smith, 1957).

La production des individus sexués semble s'arrêter vers la fin d'août, si on considère la date extrême à laquelle les nymphes de sexués ont été rencontrées dans le nid. Les ouvrières de l'année, par contre, sont produites du milieu de juillet au début d'octobre ou plus tard ; les ouvrières rencontrées dans la colonie avant cette date représenteraient celles qui ont passé l'hiver dans le nid. Les seules autres formes qui paraissent hiberner chez *S. diecki* sont les larves et la reine, et ce, même si des oeufs ont été retrouvés dans le nid durant toute la période de récolte.

Conclusion

L'analyse détaillée des populations de *L. longispinosus* et *S. diecki* dans les différents peuplements forestiers inventoriés a permis d'accroître nos connaissances sur la distribution, les préférences nidicoles, l'activité, la population et le cycle annuel des colonies de ces deux espèces de fourmis.

Avec les données obtenues, il a été possible, entre autres, de situer avec plus de précision la limite nord de l'aire de distribution de *L. longispinosus*, et de montrer comment l'écologie et le comportement de cette espèce pouvaient être modifiés au voisinage de cette limite. Signalons que Bey-Bienko (1965) avait déjà décrit un tel phénomène de modification du comportement chez certaines espèces d'Orthoptères. D'un autre côté, *S. diecki*, qui est une espèce bien adaptée aux conditions prévalant dans la région d'étude, présente un mode de vie similaire à celui qu'elle manifeste ailleurs dans son aire de distribution.

Les quelques données quantitatives obtenues sont sans aucun doute très incomplètes, mais permettent quand même d'apprécier l'influence du milieu sur la population et le cycle annuel des colonies des espèces considérées.

Nous avons passé sous silence, vu l'orientation avant tout synécologique de nos travaux, les questions de relations intra et interspécifiques de même que celle de la nourriture des populations. Ces questions demandent en effet des techniques d'étude fort différentes de celles employées dans le cadre de nos recherches, et nécessitaient de plus des périodes d'observation sur le terrain beaucoup trop prolongées pour le temps mis à notre disposition. Par ailleurs, le problème de la nourriture a déjà été abordé par Francoeur (1966a) dans le cas de *S.diecki*.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude au personnel de la Station de biologie de l'Université de Montréal pour l'aide apportée au cours de ce travail. Nous remercions également MM. André Francoeur et René Béique, respectivement professeur de biologie à l'Université du Québec à Chicoutimi et conservateur de la collection Provancher; l'expérience de ces myrmécologistes fut particulièrement utile dans l'élaboration de notre projet. Ce travail a pu être effectué grâce à une subvention du Conseil national des recherches du Canada.

Références

- AMSTUTZ, M. E., 1943. The ants of the Kildeer Plain area of Ohio. *Ohio J. Sci.*, 43(4): 165-173.
- BEY-BIENKO, G. Y., 1965. Habitat changes by insects and other terrestrial organisms as an ecological principle. *Proc. XII Int. Congr. Ent.*, 1: 402.
- CARTER, W. G., 1962. Ant distribution in North Carolina. *J. Elisha Mitchell scient. Soc.*, 78(2): 151-204.
- COLE, A. C., 1940. A guide to the ants of the Great Smoky Mountains National Park, Tennessee. *Am. Midl. Nat.*, 24(1): 1-88.
- COLE, A. C., 1950. Some observations on *Stenamma* Westwood (Hymenoptera: Formicidae). *J. Tenn. Acad. Sci.*, 25(4): 297.
- DAVIS, R. B. and J. BEQUAERT, 1922. An annotated list of the ants of Staten Island and Long Island, N.Y. *Bull. Brooklyn ent. Soc.*, 17: 1-25.
- DENNIS, C. A., 1938. The distribution of ant species in Tennessee with (special) reference to ecological factors. *Ann. ent. Soc. Am.*, 31(2): 267-308.
- FRANCOEUR, A., 1965. Écologie des populations de fourmis dans un bois de chênes rouges et d'érables rouges. *Naturaliste can.*, 92 (10-11): 263-276.
- FRANCOEUR, A., 1966a. Le genre *Stenamma* (Formicidae, Hymenoptera) au Québec. *Annls. Soc. ent. Québ.*, 11(2): 115-119.
- FRANCOEUR, A., 1966b. La faune myrmécologique de l'érablière à sucre de la région de Québec. Thèse de Maîtrise, Faculté de Foresterie, Univ. Laval, 78p.
- FRANCOEUR, A., 1966c. La faune myrmécologique de l'érablière à sucre (*Aceretum saccharophori* Dansereau) de la région de Québec. *Naturaliste can.*, 93(5): 443-472.
- GREGG, R. E., 1946. The ants of northeastern Minnesota. *Am. Midl. Nat.*, 35(3): 747-755.
- HEADLEY, A. E., 1943a. Population studies of two species of ants, *Leptothorax longispinosus* Roger and *Leptothorax curvispinosus* Mayr. *Ann. ent. Soc. Am.*, 36(4): 743-753.
- HEADLEY, A. E., 1943b. The ants of Ashtabula County, Ohio. *Ohio J. Sci.*, 43(1): 23-31.
- LETENDRE, M., A. FRANCOEUR, R. BÉIQUE et J.-G. PILON, 1971. Inventaire des fourmis de la Station de biologie de l'Université de Montréal, St-Hippolyte, Québec (Hymenoptera: Formicidae). *Naturaliste can.*, 98(4): 591-606.
- SMITH, M. R., 1957. Revision of the genus *Stenamma* Westwood in America north of Mexico (Hymenoptera: Formicidae). *Am. Midl. Nat.*, 57(1): 133-174.
- VAN PELT, A. F., 1963. High altitude ants of the Southern Blue Ridge. *Am. Midl. Nat.*, 69(1): 205-223.
- WESSON, L. G. and R. G. WESSON, 1940. A collection of ants from southcentral Ohio. *Am. Midl. Nat.*, 43: 89-103.
- WHEELER, G. C. and J. WHEELER, 1963. The ants of North Dakota. Univ. North Dakota Press, Grand Forks, 326p.

INFLUENCE DE L'ENRICHISSEMENT EN LYSINE D'UNE PROTÉINE VÉGÉTALE SUR L'ACTIVITÉ CORTICO-SURRÉNALIENNE CHEZ LE RAT EN CROISSANCE

A. KAMOUN

Unité de biologie-physiologie animale, Faculté des sciences, Tunis

Résumé

La fonction cortico-surrénale a été étudiée chez trois lots de rats en croissance en fonction de la qualité des protéines de la ration alimentaire. Le premier lot reçoit de la protéine animale, le deuxième la protéine de la farine de blé et le troisième cette dernière mais enrichie en lysine. La croissance ainsi que le rendement protidique des animaux du deuxième lot sont moins importants que ceux déterminés chez les animaux du premier lot mais l'activité cortico-surrénale ne semble pas avoir été affectée. L'enrichissement de la protéine de la farine en lysine améliore la croissance et le rendement protidique mais provoque une baisse de la concentration de la corticostérone dans la circulation. Le mécanisme de cette action reste à préciser.

Abstract

The adrenocortical function is studied with three groups of growing rats, following the variations in the quality of the protein used in the ration. The first group receives animal protein and the second wheatmeal protein, the third one receives wheatmeal protein enriched with lysin.

The growth and the protein efficiency of the second group are less important than those observed in the first group, but the adrenocortical activity does not seem affected. The addition of lysin in the wheatmeal protein improves the growth and the protein efficiency, but induces a diminution of the concentration of corticosterone in the blood circulation. More investigation is necessary to explain this last finding.

Introduction

De nombreux auteurs ont montré qu'il existe une relation entre la composition en acides aminés des protéines d'une ration alimentaire et leur valeur nutritive (Block et Mitchell, 1946 ; Hegsted et Worcester, 1966 ; Miladi et coll., 1970). Osborne et Mendel (1911), chez le rat, mettent en évidence la présence indispensable de la lysine dans la gliadine pour assurer la croissance de l'animal. Dans le présent travail nous avons essayé d'étudier, chez le rat en croissance, l'influence sur l'activité cortico-surré-

lienne de rations alimentaires ayant une teneur faible ou normale en lysine (farine de blé normale ou enrichie en lysine) par rapport à une ration alimentaire équilibrée en acides aminés (lait écrémé). Nous avons pris comme critères de l'activité cortico-surrénale le poids relatif de la surrénale et la concentration de corticostérone dans la glande et dans le plasma. L'augmentation du poids par rapport à la quantité de protéine consommée et la teneur de l'organisme en azote (protéine) et en eau ont été aussi examinées.

Matériel et méthodes

Cette étude a été effectuée sur 3 lots de rats mâles, de souche Wistar, de 21 jours, pris juste après le sevrage à raison de 7 rats par groupe. Leur poids moyen est compris entre 50 et 51 g. La ration alimentaire contient 8 p. 100 de matière grasse, 4 p. 100 de mélange de sels minéraux (Hegsted Salt Mixture)¹, 2 p. 100 d'huile de foie de morue, 1 p. 100 de mélange vitaminique², 8.6 p. 100 de protéine. L'amidon constitue le reste de la ration. Durant 30 jours les animaux reçoivent une alimentation qui comprend soit la protéine du lait écrémé (groupe I) soit celle de la farine de blé

(groupe II) soit cette dernière enrichie en lysine à raison de 0.3 p. 100 (groupe III). La prise alimentaire et le poids corporel sont déterminés régulièrement tous les jours. La veille de l'expérience, les animaux sont pesés et isolés dans des cages individuelles pour éviter l'influence du groupement sur l'axe hypophyso-surrénalien (Christian et coll., 1965). Les prélèvements des échantillons sont faits à une heure fixe afin d'éviter les variations dues au cycle nyctéméral (Guillemin et coll. 1959a; Critchlow et coll. 1963). Le matin de l'expérience, les animaux sont décapités rapidement le sang artério-veineux est recueilli dans des béchers, hépariné et centrifugé immédiatement à 4000 t/mn, pendant 10 minutes. Les surrénales sont prélevées, débarrassées du tissu adipeux environnant et pesées à 0.05 mg près. Pour doser la corticostérone dans le plasma et dans la surrénale, nous avons appliqué la technique fluorimétrique de Silber et coll. (1958) modifiée par Guillemin et coll. (1959b). L'azote de l'organisme est dé-

¹ USP Mixture XIV.

² Complément (mg/kg de la ration): thiamine, 5; pyridoxine, 5; menadione, 5; cabalamine concentrée (3 mg/g), 5; riboflavine, 10; acide p-aminobenzoïque, 10; acide nicotinique, 20; pantothénate de calcium, 20; succinate-d-tocophérol, 75; acide folique, 5.5; biotine, 0.3; inositol, 400; chlorure de choline, 1000.

TABLEAU I

Augmentation du poids du corps en fonction de la qualité des protéines alimentaires

	<i>GRUPE I</i> (Lait écrémé)	<i>GRUPE II</i> (Farine de blé)	<i>GRUPE III</i> (Farine de blé + lysine)
Poids initial (g)	50.0 ± 6.7 { 34.5 (1) 78.0 (2)	51.6 ± 5.0 { 34.0 70.2	50.8 ± 4.8 { 32.0 66.0
Poids final (g)	101.0 ± 12.3 { 72.5 131.0	62.0 ± 5.9 { 40.0 87.1	76.6 ± 7.2 { 49.0 103.0
Augmentation du poids (g)	51.0 ± 4.1 *	10.4 ± 1.4 *	25.8 ± 4.0 *
Augmentation en pourcentage du poids initial	102.0 ± 8.2% *	20.2 ± 2.7%*	50.7 ± 7.8%*

(1) poids extrême inférieur

(2) poids extrême supérieur

* p. < 0.01 d'un groupe à l'autre.

TABLEAU II

Teneur en eau et en protéine du corps et de l'encéphale en fonction de la qualité des protéines alimentaires

	<i>GROUPE I (Lait écrémé)</i>	<i>GROUPE II (Farine de blé)</i>	<i>GROUPE III (Farine de blé + lysine)</i>
Poids du corps (g)	101.0 ± 6.7	62.0 ± 5.9	76.6 ± 7.2
Poids absolu de l'encéphale après traitement (g)	1.560 ± 0.120	1.492 ± 0.075	1.496 ± 0.042
% Humidité dans l'encéphale	79.1 ± 0.2	79.5 ± 0.2	79.7 ± 0.4
% Protéine dans l'encéphale relatif au poids sec	49.7 ± 1.3	46.7 ± 1.4	46.4 ± 2.9
% Humidité du corps	70.9 ± 0.5	70.8 ± 0.4	71.0 ± 0.5
% Protéine du corps relatif au poids sec	53.2 ± 1.5 *	41.8 ± 0.5	42.6 ± 0.7

* p. < 0.01 par rapport aux groupes II et III.

terminé d'après la méthode mise au point par Cox et Pearson (1962).

Résultats

L'augmentation du poids des animaux par rapport au poids initial est de 102.0 de 20.0 et de 50.7 p. 100 respectivement chez le groupe I, le groupe II et le groupe III (tableau I). Cette augmentation est statistiquement hautement significative d'un groupe à l'autre.

La teneur en humidité de l'organisme qui est d'environ 70 p. 100 n'a pas changé statistiquement pour les 3 groupes expérimentaux. Par contre la teneur en protéine, par rapport au poids sec, est plus importante chez le groupe I (53.21 p. 100) que chez le groupe II (41.85 p. 100) et le groupe III (42.64 p. 100). La différence est statistiquement significative (tableau II). Accessoirement, nous avons examiné l'évolution de la teneur en

TABLEAU III

Prise azotée, augmentation du poids et rendement protidique en fonction de la qualité des protéines alimentaires *

	<i>GROUPE I (Lait écrémé)</i>	<i>GROUPE II (Farine de blé)</i>	<i>GROUPE III (Farine de blé + lysine)</i>
Prise alimentaire par animal (g)	368.9	241.4	272.2
Prise azotée par animal (g)	31.7	20.7	23.4
Augmentation du poids du corps (g)	51.0	10.4	25.8
Rendement protidique	1.61	0.50	1.10

* Les conditions expérimentales étant telles que les animaux d'un même groupe ont été observés globalement, il n'a pas été possible d'estimer la variabilité biologique intra-groupe.

TABLEAU IV

Poids de la surrénale et concentration de la corticostérone dans la glande et dans le plasma en fonction de la qualité des protéines alimentaires

	<i>GROUPE I</i> (Lait écrémé)	<i>GROUPE II</i> (Farine de blé)	<i>GROUPE III</i> (Farine de blé + lysine)
Poids du corps (g)	101.0 ± 6.7	62.0 ± 5.9	76.6 ± 7.2
Poids relatif de la surrénale (mg)	10.80 ± 0.63	14.03 ± 1.65	12.39 ± 1.03
Corticostérone dans la surrénale (µg/g)	11.10 ± 2.06	8.30 ± 0.40	7.57 ± 1.20
Corticostérone dans le plasma (µg/100 ml)	15.90 ± 1.54	16.31 ± 1.32	9.90 ± 1.95 *

* P./<0.05 par rapport au groupe I et p. <0.01 par rapport au groupe II.

humidité et en protéine au niveau de l'encéphale, aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence entre les trois groupes (tableau II).

Nous avons trouvé des rendements protidiques de 1.61 de 0.50 et de 1.10 respectivement chez le groupe I, le groupe II et le groupe III (tableau III).

Les poids de la surrénale, relatifs à 100 g de corps, sont de 10.80 mg chez le groupe I de 14.03 mg chez le groupe II et de 12.39 mg chez le groupe III. Bien que l'augmentation du poids de la glande soit la plus importante chez les animaux recevant la protéine de la farine de blé, aucune différence statistiquement significative n'est mise en évidence entre les 3 groupes (tableau IV). Il en est de même en ce qui concerne les concentrations de la corticostérone dans la surrénale. Les valeurs trouvées sont de 11.10, de 8.30 et de 7.57 µg/g de surrénale, respectivement chez le groupe I, le groupe II et le groupe III (tableau IV). Par contre, la concentration de l'hormone dans la circulation subit une baisse chez le groupe III (9.90 µg/100 ml de plasma) par rapport aux valeurs trouvées chez le groupe I (15.90 µg/100 ml) et chez le groupe II (16.31 µg/100 ml). La différence entre la première et les deux

dernières valeurs est statistiquement significative.

Discussion et conclusions

D'après nos résultats, nous constatons que, chez le rat en croissance, la protéine de farine de blé, bien qu'elle ne favorise ni la croissance ni le rendement protidique, n'affecte pas la valeur de la concentration de la corticostérone dans la glande et dans le plasma. L'enrichissement de la farine de blé en lysine à raison de 0.3 p. 100 favorise la croissance et le rendement protidique mais ne semble pas augmenter la teneur protidique des tissus. Par ailleurs cet acide aminé provoque une baisse de la concentration de la corticostérone dans la circulation. Le mécanisme de cette action reste à étudier. En particulier, comme la concentration de l'hormone circulante dépend de son taux de sécrétion et de son taux d'utilisation, il reste à préciser l'évolution de ces deux facteurs en fonction de la qualité des protéines alimentaires. L'exploration de la fonction corticotrope hypophysaire pourrait montrer si la baisse de la concentration de la corticostérone dans la circulation, enregistrée après addition de lysine, est due à une hypoactivité de l'axe hypophyso-surrénalien ou à un autre mécanisme.

Références

- BLOCK, R. J. and H. H. MITCHELL, 1946. The correlation of the amino-acid composition of proteins with their nutritive value. *Nutr. Abstr. Rev.*, 16 : 249.
- CHRISTIAN, J. J., J. A. LLOYD and D. E. DAVIS, 1965. The role of endocrines in the self-regulation of mammalian populations. *Recent Prog. Horm. Res.*, 21 : 501-578.
- COX, H. E. and D. PEARSON, 1962. The chemical analysis of food. 1st american ed., Chemical Publishing Co. Inc., N. Y.
- CRITCHLOW, V., R. A. LICHELT, M. BARSELA, W. MOUNTCASTLE and H. S. LIPSCOMB, 1963. Sex difference in resting pituitary-adrenal function in the rat. *Am. J. Physiol.*, 205 : 807-815.
- GUILLEMIN, R., W. E. DEAR and R. A. LIEBELT, 1959a. Nychthemal variations in plasma free corticosteroid levels of the rat. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 101 : 394-395.
- GUILLEMIN, R., H. W. CLAYTON, H. S. LYPS-COMB and J. D. SMITH, 1959b. Fluorometric measurement of rat plasma and adrenal corticosterone concentration. *J. Lab. clin. Med.*, 53 : 830-832.
- HEGSTED, D. M. and J. WORCESTER, 1966. Assessment of protein quality with young rats. *Proc. 7th Int. Congr. Nutr.*, 4 : 318-325.
- MILADI, S., D. M. HEGSTED, R. M. SAUNDERS and G. O. KOHLER, 1970. The relative nutritive value amino acid content and digestibility of the protein of wheat mill fractions. *55th ann. Meeting of the American Association of cereal*, p. 1-12.
- OSBORNE, T. B. and H. B. MENDEL, 1911. Feeding experiments with isolated food-substances. *Bull. Carnegie Inst.*, no. 156, part II Washington.
- SILBER, R. H., R. D. BUSCH and R. OSLAPAS, 1958. Practical procedure for estimation of corticosterone or hydrocortisone. *Clin. Chem.*, 4 : 278-285.

INFLUENCE DES COUPES DIFFÉRENTIELLES SUR LES RÉSERVES NUTRITIVES DE LA LUZERNE ^{1, 2}

J.-C. ST-PIERRE ³ et Paul GERVAIS

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec

Résumé

On a étudié les fluctuations des hydrates de carbone totaux disponibles (H.C.T.D.), de l'azote hydrosoluble et du potassium dans les racines de luzerne soumise à différents régimes d'exploitation à St-Hyacinthe et à La Pocatière, en 1964 et en 1965. Les résultats démontrent que les pourcentages de ces fractions ont été affectés par le stade de croissance à la coupe. Les pourcentages des H.C.T.D. et de l'azote hydrosoluble ont été les plus élevés au stade pleine floraison, intermédiaires au stade 1/10 en fleurs et les plus bas au stade boutons. Le pourcentage de potassium a varié de façon inverse des deux premières fractions.

Au cours de la saison, il y a eu diminution, en pourcentage, des H.C.T.D. et de l'azote hydrosoluble au printemps et après chaque coupe, suivie d'une remontée graduelle de ces composés jusqu'à la coupe suivante et à l'automne. Plus l'intervalle entre les défoliations a été court, plus les pourcentages de ces deux fractions des réserves ont été bas pour un même stade de croissance. Le temps sec et chaud des mois de juin et juillet a hâté la maturité de la luzerne et n'a pas permis une accumulation des réserves aussi élevée que durant des périodes plus favorables à une bonne croissance végétative. Le pourcentage de potassium a eu tendance à s'élever au printemps et après chaque coupe puis à s'abaisser graduellement jusqu'à la coupe suivante et à l'automne.

Abstract

This work was undertaken to study the effect of cutting management on alfalfa root reserves at St-Hyacinthe and La Pocatière in 1964 and in 1965. Total available carbohydrates (TAC), water soluble nitrogen and potassium (expressed as percent of dry matter) were affected by the stage of growth at the time of harvest. Percentages of TAC and water soluble nitrogen were highest at the full bloom stage, intermediate at the 1/10 bloom stage and lowest at the bud stage. The percent of potassium showed an opposite response being lower at the full bloom stage than at the bud stage.

In the spring and after each cut, the TAC and the water soluble nitrogen decreased in percentage for a period of about 3 weeks. Then, they increased until the next cut and in the fall. For a given stage of growth, the longer the interval between cuts, the higher the food reserves in the roots. Warm dry weather in June and July shortened intervals between cuts and prevented normal accumulation of TAC and water soluble nitrogen. The percentage of potassium increased in the spring and after each cut and decreased before the next cut and in the fall, showing trends opposite to those of TAC and water soluble nitrogen.

¹ Contribution n° 126, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec.

² Extrait d'une thèse présentée à l'École des gradués de l'Université Laval pour l'obtention d'une maîtrise ès sciences par le premier auteur.

³ Adresse actuelle : Station de recherche, Ministère de l'agriculture du Canada, Ste-Foy, Québec (10^e), Québec.

Introduction

La luzerne fait depuis longtemps l'objet de recherches intensives. Au Québec, la plupart des travaux se sont jusqu'ici limités surtout à des essais de variétés et de mélanges fourragers et à des études de fertilisation. L'extension de cette culture dans notre province nécessite aussi une connaissance plus approfondie de la régie à lui appliquer sous nos conditions.

Le nombre de coupes et le stade de croissance à la défoliation sont parmi les plus importants facteurs de régie à considérer. Plusieurs travaux démontrent qu'un nombre élevé de coupes à des stades de croissance hâtifs diminue le rendement de la luzerne et compromet sa durée alors que des coupes moins nombreuses à des stades plus avancés ont un effet plus favorable (Graber *et al.*, 1927; Jackobs et Oldemeyer, 1955; Kust et Smith, 1961; Langille *et al.*, 1965; Smith, 1960a; Smith *et al.*, 1962). Un régime de coupes fréquentes et précoces tend aussi à diminuer les réserves dans les racines (Calder et MacLeod, 1966; Graber *et al.*, 1927; Grandfield, 1935; Smith, 1960a; Smith, 1960b). De nombreux résultats de recherche indiquent que le rendement de la partie aérienne est en corrélation positive avec les hydrates de carbone disponibles contenus dans les parties souterraines. En maintenant un haut niveau de ces composés dans les racines, on obtient une repousse plus rapide et plus abondante et une plus longue durée de la luzerne (Feltner et Massengale, 1965; Grandfield, 1935; Kust, 1960; Smith, 1960b).

Au printemps et après chaque coupe, il y a diminution rapide des hydrates de carbone en réserve dans les racines; ils sont utilisés pour l'élaboration de la partie aérienne et la respiration. Quand la plante atteint un développement végétatif suffisant, elle refait ses réserves

(Kust et Smith, 1961; Reynolds et Smith, 1962; Smith, 1950; Smith, 1962; Weinmann, 1961; Wood et Sprague, 1952). Wolf (1967) a noté que l'acheminement, vers les racines, des produits de photosynthèse marqués au ^{14}C est plus intense quand la luzerne atteint le stade des boutons que lorsqu'elle est encore à un stade plus jeune. La connaissance du cycle des réserves peut permettre de déterminer l'époque où elles sont maximales ou très élevées et, partant, le moment propice de la coupe.

L'accumulation maximale des réserves survient normalement à la pleine floraison (Graber *et al.*, 1927; Kust, 1960; Reynolds et Smith, 1962; Smith, 1960a). Cependant, à ce stade, la luzerne contient moins de protéines et plus de fibres quoique son rendement est plus élevé; il faut alors faire un compromis entre le rendement d'un côté et la qualité de l'autre. Aussi, plusieurs auteurs recommandent-ils de récolter la luzerne au stade 1/10 en fleurs (Dotzenko et Ahlgren, 1950; Kust, 1960; Kust et Smith, 1961; Smith, 1960a; Smith, 1960b; Smith *et al.*, 1962). Le rendement et les réserves nutritives à ce stade sont élevés, sans être maximaux, et la qualité du fourrage est plus satisfaisante qu'à un stade plus avancé.

On souligne, de plus, qu'il existe une période critique à l'automne au cours de laquelle il faudrait s'abstenir de couper la luzerne pour lui permettre d'accumuler des réserves et de s'endurcir (Kust et Smith, 1961; Rather et Harrison, 1938). Smith (1960a) recommande de ne pas couper la luzerne entre le 1er septembre et le 15 octobre. Jung *et al.* (1969) ont récemment fait une revue de la littérature concernant la régie de la luzerne à l'automne.

Les réserves radiculaires ne sont pas formées exclusivement d'hydrates de carbone. Certaines substances azotées

en font aussi partie. L'azote total dans les racines subit à peu près les mêmes fluctuations que les hydrates de carbone totaux disponibles (H.C.T.D.) durant la saison (Bula et Smith, 1954; Graber *et al.*, 1927; Smith, 1960b). Les fluctuations de l'azote ne sont différentes de celles des H.C.T.D. que durant la période hivernale; l'azote augmente en pourcentage durant l'hiver alors que les H.C.T.D. diminuent (Bula et Smith, 1954; Jung et Smith, 1961; MacLeod, 1965). L'augmentation de l'azote en pourcentage n'est probablement due qu'à la diminution des H.C.T.D.

La fertilisation au potassium favorise l'accumulation des H.C.T.D. dans les racines (Calder et MacLeod, 1966; MacLeod, 1965; Matches *et al.*, 1963; Reid *et al.*, 1965). L'influence des coupes sur la teneur en potassium des racines a cependant été très peu étudiée. Les résultats de Calder et MacLeod (1966) montrent que le pourcentage de potassium est plus élevé dans les plants coupés fréquemment. Ceci peut résulter de l'abaissement des H.C.T.D. après la coupe et du bas niveau des réserves chez les plants défoliés trop souvent.

La présente étude a pour but de déterminer le cycle des réserves nutritives dans les racines de luzerne cultivée sous les conditions du Québec. Les hydrates de carbone totaux disponibles et l'azote hydrosoluble servent d'indicateurs de l'amplitude et du moment des fluctuations provoquées par les saisons ou par des coupes différentielles. À l'étude de ces fractions est jointe celle de la teneur des racines en potassium dans le but d'établir les fluctuations de cet élément minéral au cours de la saison, étant donné son importance dans l'élaboration des substances de réserves.

Méthodologie expérimentale

Cette étude a débuté au printemps 1963 dans la ferme de l'Institut de technologie agricole de St-Hyacinthe, sur limon sableux St-Damase, et à la Station de recherches de La Pocatière, Québec, sur loam sablo-graveleux St-André. La luzerne DuPuits, *Medicago savita* L., dont la semence avait été inoculée préalablement, a été ensemencée à la volée, sans plante-compagne, à raison de 13.4 kg par hectare.

TABLEAU I

Stades de croissance à la défoliation de la luzerne sous 8 régies différentes, 1964 et 1965

Régies	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe	4ème coupe
1	boutons	boutons	boutons	boutons
2	boutons	boutons	pleine floraison	
3	boutons	pleine floraison	boutons	
4	pleine floraison	boutons	boutons	
5	pleine floraison	boutons	1/10 en fleurs	
6	pleine floraison	1/10 en fleurs	boutons	
7	boutons	1/10 en fleurs	pleine floraison	
8	1/10 en fleurs	1/10 en fleurs	1/10 en fleurs	

Une fertilisation de 336 kg de 4-24-20 à l'hectare a précédé le semis à St-Hyacinthe. À La Pocatière, on a appliqué 6720 kg de pierre à chaux moulue et 448 kg de 4-24-20 plus 2% de borax à l'hectare. Durant les années d'expérience 1964 et 1965, aux deux stations, on a eu recours à une application de 448 kg de 0-15-30 à l'hectare à chaque printemps. L'expérience comprenait deux parties.

Stades de croissance à la défoliation

On a appliqué 8 régies dont l'une comportait 4 coupes et les autres 3 coupes par saison faites à des stades de croissance différents, comme l'indique le tableau I. Une grande parcelle d'environ 37 m² pour chacune des régies a été utilisée pour le prélèvement des échantillons de racines en vue d'établir le ni-

la survie de la luzerne (formation de couches de glace) et non aux régies appliquées en 1964. Tout en réduisant la valeur de l'expérience, cette destruction partielle n'a pas empêché de continuer l'étude du cycle des réserves dans les racines.

Cycles des réserves nutritives dans les racines

On a ensemencé 4 grandes parcelles (185 m²) pour le prélèvement des racines. On a fauché les parcelles aux dates et aux stades de croissance indiqués au tableau II.

Le prélèvement des racines a débuté chaque année entre le 21 et le 28 avril, lors du démarrage de la luzerne, et de 10 jours en 10 jours (± 2 jours) par la suite jusqu'à la fin d'octobre, date à la-

TABLEAU II

Dates et stades de croissance à la défoliation de la luzerne sous 4 régies différentes, 1964 et 1965

Régies	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe
I	20 juin	10 août	—
II	pleine floraison	1/10 en fleurs	boutons
III	boutons	1/10 en fleurs	pleine floraison
IV	1/10 en fleurs	1/10 en fleurs	1/10 en fleurs

veau des réserves nutritives au moment de chaque coupe. Le plan original de l'expérience incluait aussi des parcelles (plus petites) pour la détermination du rendement en matière sèche de la partie aérienne et de la qualité du fourrage récolté, mais cette section a dû être abandonnée après la première année d'exploitation. L'hiver 1964-65 a détruit environ 50% des plants dans les parcelles à St-Hyacinthe et près de 90% à La Pocatière. Ces dommages ont été attribués à des conditions climatiques préjudiciables à

quelle la dormance automnale est habituellement commencée. Lorsque la luzerne a atteint, dans chaque régie, le stade de croissance assigné, elle a été coupée et on a fait coïncider une date de prélèvement de racines avec celle de la coupe.

À chaque prélèvement, on a arraché avec précaution une vingtaine de racines prises au hasard dans chaque parcelle. Les racines ont été immédiatement lavées et amputées de leurs racines laté-

rales et des radicules. Les racines principales, après avoir été écourtées à environ 12 cm de longueur, ont été gelées à -26°C et conservées ainsi jusqu'à la préparation pour l'analyse chimique. Les racines congelées ont alors été hachées en longueurs de 0.6 à 1.3 cm, lyophilisées pour en déterminer la matière sèche, puis moulues et gardées dans des bouteilles hermétiquement fermées.

La méthode décrite par Smith (1962) a servi à l'extraction des H.C.T.D.. Des échantillons en double d'un demi-gramme chacun ont été soumis à une hydrolyse d'une heure dans 50 ml d'acide sulfurique à 2% sous un condensateur de vapeurs. La quantité de glucose de l'hydrolysate a été déterminée d'après la méthode de Somogyi (1945 et 1952). Les résultats sont exprimés en pourcentage d'hydrates de carbone totaux disponibles sur une base de matière sèche.

me a été minéralisé dans un mélange de 12 ml d'acide nitrique et 2 ml d'acide perchlorique 72-74% et porté à ébullition. La minéralisation complétée, on a ajouté 10 ml d'eau bi-distillée et le tout a été de nouveau porté à ébullition pendant 2 minutes, puis dilué avec de l'eau bi-distillée de façon à obtenir un volume de 50 ml. L'échantillon minéralisé et dilué était dilué une autre fois pour obtenir une concentration approximative de 1 à 10 ppm. La concentration exacte de l'échantillon était alors déterminée par absorption atomique.

Résultats et interprétation

ST-HYACINTHE

Stades de croissance à la défoliation

Hydrates de carbone totaux disponibles : Les pourcentages des H.C.T.D. ont varié selon les stades de croissance à la

TABEAU III

Pourcentages des hydrates de carbone totaux disponibles dans les racines de luzerne coupée à 3 stades de croissance à St-Hyacinthe, 1964-1965

Stades de croissance à la défoliation	% des hydrates de carbone totaux disponibles 1964-65		
	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe
Boutons	24.2	21.8	21.8
1/10 en fleurs	29.2	23.0	27.6
Pleine floraison	30.4	25.5	28.4

On a fait l'extraction de l'azote hydro-soluble selon la méthode décrite par Jung et Smith (1961). Cette fraction de l'azote a été déterminée sur l'analyseur automatique d'azote Technicon Control Inc.

Pour déterminer le potassium, un échantillon de racines d'un demi-gram-

me (tableau III). Ils ont été les plus élevés au stade pleine floraison, intermédiaires au stade 1/10 en fleurs et les plus bas au stade boutons. Ces résultats confirment ceux obtenus par Graber *et al.* (1927), Reynolds et Smith (1962) et Smith (1960a). On note que le pourcentage des H.C.T.D. est plus bas à la deuxième qu'à la première ou la troisième

TABLEAU IV

Durée moyenne des périodes de croissance précédant les coupes à
3 stades de croissance à St-Hyacinthe, 1964-1965

<i>Stades de croissance à la défoliation</i>	<i>Nombre de jours précédant les coupes 1964-65</i>		
	<i>1ère coupe</i>	<i>2ème coupe</i>	<i>3ème coupe</i>
Boutons	40	26	28
1/10 en fleurs	54	32	48
Pleine floraison	62	39	62

TABLEAU V

Pourcentages de l'azote hydrosoluble dans les racines de luzerne
coupées à 3 stades de croissance à St-Hyacinthe, 1964-1965

<i>Stades de croissance à la défoliation</i>	<i>% de l'azote hydrosoluble 1964-65</i>		
	<i>1ère coupe</i>	<i>2ème coupe</i>	<i>3ème coupe</i>
Boutons	0.92	0.78	0.62
1/10 en fleurs	1.12	0.80	0.95
Pleine floraison	1.18	0.93	1.14

TABLEAU VI

Pourcentages de potassium dans les racines de luzerne coupée à
3 stades de croissance à St-Hyacinthe, 1964-1965

<i>Stades de croissance à la défoliation</i>	<i>% de potassium 1964-65</i>		
	<i>1ère coupe</i>	<i>2ème coupe</i>	<i>3ème coupe</i>
Boutons	1.34	1.34	1.45
1/10 en fleurs	1.04	1.31	1.17
Pleine floraison	0.96	1.18	1.01

coupe pour deux des trois stades de croissance. Ceci est attribuable à deux causes principales : le court intervalle de croissance entre la première et la deuxième coupe (tableau IV) et la température chaude et sèche qui a prévalu lorsque ces coupes ont été effectuées. Feltner et Massengale (1965) ont montré que l'effet des coupes sur les H.C.T.D. est plus prononcé à hautes qu'à basses températures et que les défoliations durant les périodes chaudes tendent à diminuer les réserves. Chaque année, on a prélevé cette deuxième coupe au cours de la première quinzaine de juillet, période chaude et précédée d'un mois de juin très sec.

Azote hydrosoluble : L'azote hydrosoluble subit, dans l'ensemble, des fluctuations semblables à celles des H.C.T.D. (tableau V). La teneur des racines en azote

hydrosoluble est la plus élevée au stade pleine floraison, intermédiaire au stade 1/10 en fleurs et la plus basse au stade boutons. Comme dans le cas des H.C.T.D. et probablement pour les mêmes raisons, la teneur des racines en azote hydrosoluble a été plus basse à la deuxième coupe qu'aux deux autres pour les deux stades de croissance plus avancés.

Potassium : Contrairement à ce qui s'est produit pour les H.C.T.D. et l'azote hydrosoluble, le pourcentage de potassium dans les racines a été le plus élevé au stade boutons, intermédiaire au stade 1/10 en fleurs et le plus bas au stade pleine floraison (tableau VI). La teneur des racines en potassium, exprimée en pourcentage, a donc diminué au fur et à mesure que la plante a vieilli. Ces résultats concordent avec ceux de Calder et MacLeod (1966).

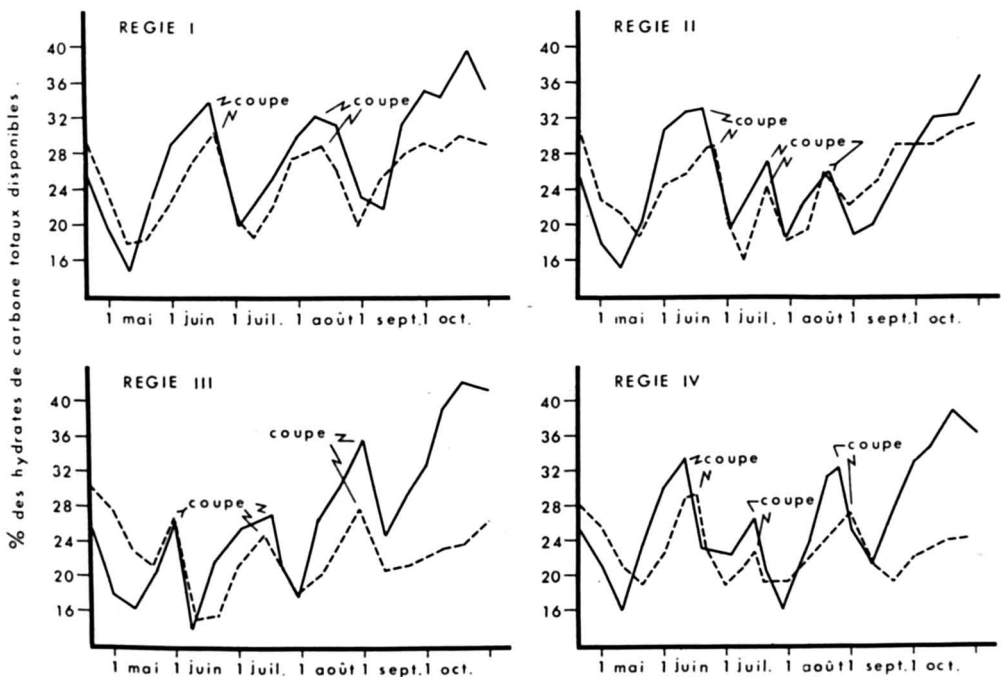


Figure 1. Fluctuations saisonnières des hydrates de carbone totaux disponibles dans les racines de luzerne sous 4 régimes d'exploitation à St-Hyacinthe en 1964 (—) et en 1965 (- - -).

Cycles des réserves nutritives dans les racines

Hydrates de carbone totaux disponibles : La figure 1 montre les fluctuations saisonnières des H.C.T.D. dans les racines de luzerne à St-Hyacinthe en 1964 et en 1965. Dans la régie 1⁴, à la première coupe, la luzerne a atteint le stade 95% en fleurs en 1964 et 75% en 1965. À la deuxième coupe, le stade pleine floraison n'a été dépassé que de quelques jours. L'allure des courbes a été sensiblement la même au cours des deux années. Il y a eu une diminution rapide des H.C.T.D. dans les racines lors du départ de la végétation jusqu'au 10 mai — une période d'environ 20 jours — suivie d'une accumulation graduelle jusqu'au moment de la première coupe vers le 20 juin. De nouveau, la plante a rapidement mobilisé ses réserves pour produire de nouvelles pousses et les courbes montrent la forte consommation que nécessite ce deuxième départ de la végétation. Dès que le feuillage a été suffisamment développé, le bilan fabrication/consommation est redevenu positif et il y a eu mise en réserve des H.C.T.D. dans les racines jusqu'à la deuxième coupe vers le 10 août. Après la deuxième coupe, le même cycle s'est reproduit jusqu'à la dormance vers le 20 octobre.

Dans la régie II, c'est au stade pleine floraison (1^{re} coupe) que la teneur des racines en H.C.T.D. a été la plus élevée. Du démarrage au stade pleine floraison, la période de croissance a été d'environ deux mois. Entre les deux coupes subséquentes, l'intervalle n'a été que d'un mois. De plus, entre la première et la deuxième coupe faite au stade 1/10 en fleurs, le temps a été particulièrement sec et chaud, ce qui a hâté la maturité de la luzerne. Il en est donc résulté une

accumulation beaucoup plus faible des H.C.T.D. dans les racines. En prélevant une troisième coupe au stade boutons le 20 août, on a interrompu l'accumulation des H.C.T.D., mais la coupe a été faite à une date suffisamment hâtive pour que la luzerne atteigne de nouveau un haut niveau de réserves à l'automne.

Dans la régie III, le stade de croissance à la coupe passe d'un stade hâtif (boutons) à un stade tardif (pleine floraison), ce qui est à l'inverse de la régie II. Il en est de même pour les fluctuations des H.C.T.D. dans les racines. Dans la régie III, la teneur des racines en H.C.T.D. est plutôt faible au stade boutons au début de la saison, s'accroît quelque peu au stade 1/10 en fleurs et atteint un haut sommet au stade pleine floraison vers la fin de la saison de croissance.

La faible teneur en H.C.T.D. lors de la deuxième coupe dans la régie IV est attribuée au court intervalle de croissance entre la première et la deuxième coupe (35 jours en 1964 et 29 jours en 1965) et au temps sec et chaud qui a prévalu durant cette période. Un intervalle plus long (40 et 46 jours en 1964 et 1965 respectivement) et des conditions de croissance plus favorables ont permis une meilleure accumulation des réserves à la troisième coupe.

Dans toutes les régies, les racines de luzerne ont emmagasiné moins de H.C.T.D. en 1965 qu'en 1964. L'écart a été particulièrement prononcé à l'automne. La teneur relativement haute des racines en H.C.T.D. au printemps 1965 s'explique par la forte accumulation de ces réserves à l'automne 1964.

À l'automne, l'accroissement maximal des hydrates de carbone totaux disponibles dans les racines a été atteint à la même époque au cours des deux années, soit entre le 20 et 30 octobre.

⁴ Voir tableau II pour la description des régies.

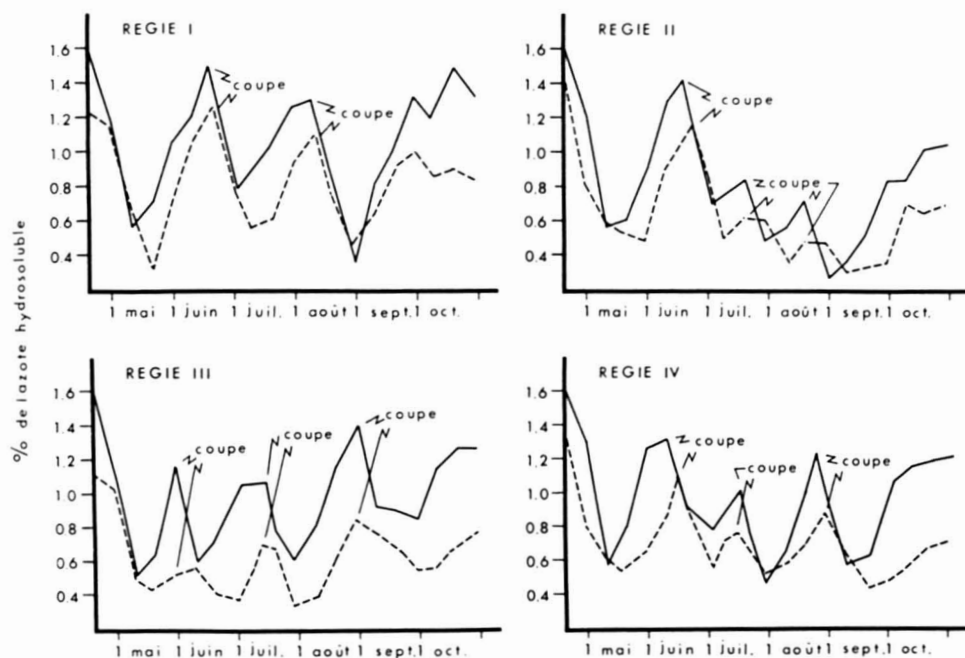


Figure 2. Fluctuations saisonnières de l'azote hydrosoluble dans les racines de luzerne sous 4 régimes d'exploitation à St-Hyacinthe en 1964 (—) et en 1965 (- - -).

Azote hydrosoluble : La figure 2 illustre les changements de l'azote hydrosoluble dans les racines de luzerne sous quatre régies différentes au cours des saisons 1964 et 1965 à St-Hyacinthe.

La tendance des courbes, au cours des deux saisons de croissance, a été sensiblement la même dans la régie I. Il y a eu une diminution rapide du pourcentage de l'azote hydrosoluble dans les racines pour une période de 20 à 30 jours lors du départ de la végétation suivie d'une augmentation graduelle jusqu'au moment de la première coupe vers le 20 juin. Ce cycle s'est répété après chacune des deux coupes.

Dans la régie II, à la première coupe, la teneur des racines en azote hydrosoluble a été élevée. Par la suite, cette teneur a diminué d'une coupe à l'autre ; ceci s'explique par le fait que la luzerne a été coupée à des stades de croissance de plus en plus jeunes et que les inter-

valles entre les défoliations ont été plus courts. Il en est donc résulté une accumulation moindre d'azote hydrosoluble dans les racines.

Dans la régie III, la teneur des racines en azote hydrosoluble est plutôt faible au stade boutons au début de la saison (sauf pour l'année 1964), s'accroît quelque peu au stade 1/10 en fleurs pour finalement atteindre un sommet au stade pleine floraison à la dernière coupe.

La teneur plus faible en azote hydrosoluble lors de la deuxième coupe dans la régie IV est attribuée au court intervalle de croissance entre la première et la deuxième coupe (35 jours en 1964 et 29 jours en 1965) et au temps sec et chaud qui a prévalu durant cette période. Un intervalle plus long (40 et 46 jours en 1964 et 1965 respectivement) et des conditions de croissance plus favorables ont permis une teneur plus élevée à la troisième coupe.

Dans toutes les régions, la teneur des racines en azote hydrosoluble a été plus faible en 1965 qu'en 1964. L'écart entre les deux années a été particulièrement prononcé à l'automne. L'allure générale des courbes de l'azote hydrosoluble ressemble beaucoup à celle des courbes des hydrates de carbone totaux disponibles, ce qui indique une relation étroite entre les deux. De même, la teneur maximale en azote hydrosoluble a été atteinte au même moment que celle des H.C.T.D., soit entre le 20 et 30 octobre.

Potassium : Le % de potassium dans les racines a augmenté durant une période de 3 à 4 semaines après le démarrage au printemps, puis il a baissé jusqu'à la première coupe. Ce cycle s'est répété

zere en potassium baisse durant les mois d'automne et augmente beaucoup au printemps après le départ de la végétation. Leurs résultats rejoignent ceux de la présente étude.

LA POCATIÈRE

Stades de croissance à la défoliation

Aucun résultat n'est rapporté pour la partie I de l'étude à cause de la perte d'un certain nombre d'échantillons.

Cycles des réserves nutritives dans les racines

On a réuni sur le même graphique les fluctuations des H.C.T.D. et de l'azote hydrosoluble de l'année 1964 (fig. 3). La

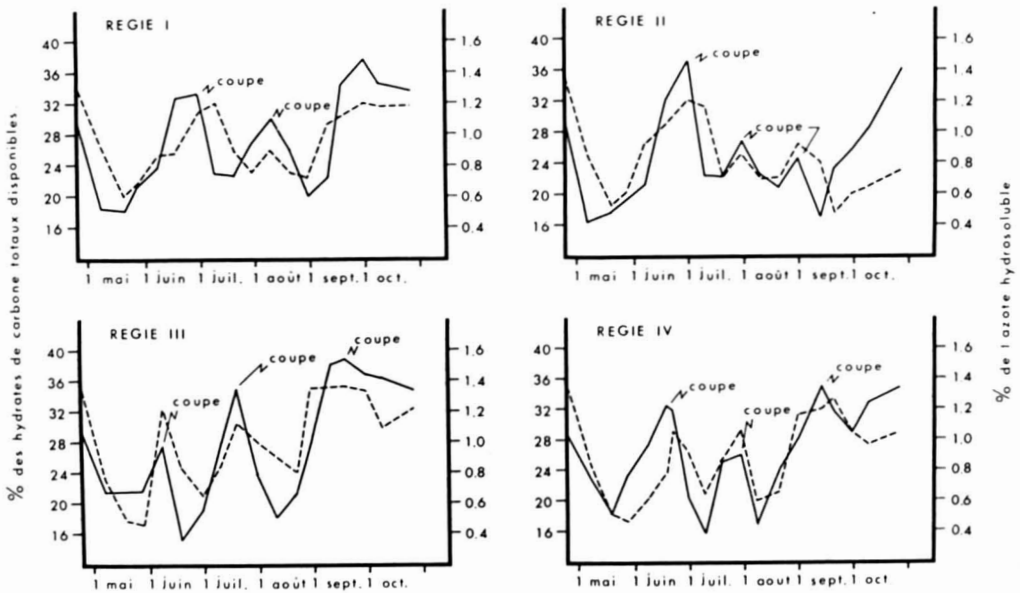


Figure 3. Fluctuations saisonnières des hydrates de carbone totaux disponibles (—) et de l'azote hydrosoluble (---) dans les racines de luzerne sous 4 régimes d'exploitation à La Pocatière en 1964.

d'une coupe à l'autre. À l'automne, la teneur en potassium a diminué graduellement. Ces fluctuations sont à l'inverse de celles des H.C.T.D. et de l'azote hydrosoluble. Jung et Smith (1961) rapportent que la teneur des racines de lu-

perte d'échantillons n'a pas permis de tracer les courbes pour l'année 1965. Cette association permet d'apprécier la similarité des changements de ces deux fractions des réserves radiculaires au cours de la saison.

Hydrates de carbone totaux disponibles : Dans la régie I, on a effectué la première coupe, par erreur, le 30 au lieu du 20 juin. La luzerne était alors en pleine floraison. À la deuxième coupe prise le 10 août, le stade pleine floraison a été atteint.

L'allure générale de la courbe (fig. 3) est semblable à celle obtenue à St-Hyacinthe : épuisement rapide des H.C.T.D. lors du démarrage au printemps et après chaque coupe, puis accroissement des réserves jusqu'à la prochaine défoliation. À l'automne, l'accumulation maximale a été atteinte à la fin de septembre, soit environ 3 semaines plus tôt qu'à St-Hyacinthe.

Dans la régie II, au fur et à mesure que la saison a progressé, on a fait la défoliation à des stades de croissance de plus en plus précoces, ce qui a contribué à raccourcir la durée de la croissance entre chaque coupe et à réduire l'accumulation des réserves. Le même phénomène a été observé à St-Hyacinthe.

On a prélevé la dernière coupe le 31 août ; ceci a laissé à la plante suffisamment de temps pour rétablir ses réserves. Le niveau des réserves dans cette régie à l'automne a presque atteint celui de la régie I, mais l'accumulation maximale n'a été réalisée qu'environ un mois plus tard, soit à la fin d'octobre.

Dans la régie III, on a effectué les défoliations aux mêmes stades de croissance que dans la régie II, mais dans un ordre différent. Plus on a retardé la coupe, plus le niveau des réserves à la coupe a été élevé. La dernière défoliation a eu lieu le 18 septembre. Après cette date, la croissance a ralenti et les réserves ont décliné lentement.

Comme à St-Hyacinthe, dans la régie IV, l'accumulation des H.C.T.D. a été moindre à la deuxième coupe qu'aux au-

tres coupes ; ceci est attribué à un intervalle de croissance plus court et à des conditions climatiques moins favorables à la croissance végétative. Un haut sommet dans les réserves a été atteint à la troisième coupe effectuée le 11 septembre. Par la suite, la luzerne n'a fait qu'une croissance limitée et une faible utilisation des H.C.T.D. lesquels se sont rétablis à un niveau comparable à celui de la troisième coupe.

Azote hydrosoluble : Dans la régie I, on constate le déclin rapide en azote hydrosoluble du 28 avril, lors du démarrage au printemps, jusqu'au 19 mai, soit une période de 21 jours. Cette diminution est suivie d'un accroissement graduel qui se manifeste jusqu'à la première coupe et même au-delà. L'augmentation qui s'est produite immédiatement après la première coupe est difficile à expliquer ; il en est de même pour le bas sommet noté à la deuxième coupe. Toutefois, la teneur des racines en azote hydrosoluble a atteint un niveau satisfaisant à l'automne.

L'allure générale de la courbe dans la régie II, ressemble à celle obtenue à St-Hyacinthe : diminution rapide dans la teneur des racines en azote hydrosoluble au départ de la végétation et après chaque coupe suivie d'une restauration graduelle plus ou moins prononcée, selon les stades de croissance, jusqu'à la coupe suivante ou jusqu'à la dormance. C'est au stade pleine floraison que le % d'azote hydrosoluble a été le plus élevé. La faible teneur à la deuxième coupe dans cette régie est semblable à celle de la même coupe dans la régie I.

La teneur des racines en azote hydrosoluble a été pratiquement la même qu'à St-Hyacinthe en 1964 dans la régie III. Les pourcentages obtenus au moment des coupes sont similaires aux deux stations. De nouveau, c'est au stade pleine

floraison que la teneur en azote hydrosoluble a été la plus élevée.

Dans la régie IV, la teneur des racines en azote hydrosoluble a été légèrement plus élevée à la 3e coupe qu'aux deux coupes antérieures. L'augmentation de cette fraction de l'azote durant les 9 jours qui ont suivi la troisième coupe est difficile à expliquer.

Dans toutes les régies, l'allure générale des courbes de l'azote hydrosoluble à La Pocatière, tout comme à St-Hyacinthe, ressemble d'assez près à celle des courbes des hydrates de carbone totaux disponibles.

Potassium : Le comportement de cet élément a été le même à La Pocatière et à St-Hyacinthe. La teneur des racines en potassium a varié inversement à celle des H.C.T.D. et de l'azote hydrosoluble.

Conclusions

Les résultats indiquent que les hydrates de carbone totaux disponibles et l'azote hydrosoluble dans les racines de luzerne ont subi des fluctuations très similaires au cours de la saison. Ces deux fractions des réserves radiculaires ont été les plus élevées au stade pleine floraison, intermédiaire au stade 1/10 en fleurs et les plus basses au stade boutons. Elles ont diminué, en pourcentage, au printemps et après chaque coupe pour remonter ensuite jusqu'à la coupe suivante. À l'automne, il y a eu augmentation des pourcentages de ces substances de réserves dans les racines. L'accumulation des hydrates de carbone et de l'azote hydrosoluble a été faible durant les périodes chaudes et sèches de l'été même si la luzerne avait atteint le stade de la floraison. La température élevée et le manque d'eau semblent avoir accéléré le mûrissement de la luzerne et limité son développement végétatif. En général, plus l'intervalle entre

les coupes est long, plus les pourcentages des hydrates de carbone et de l'azote hydrosoluble sont élevés pour un même stade de croissance.

Le pourcentage de potassium dans les racines a varié inversement à ceux des hydrates de carbone totaux disponibles et de l'azote hydrosoluble. Il a diminué au fur et à mesure que la luzerne a passé d'un stade de croissance jeune à un stade plus avancé. La tendance générale du comportement du potassium montre que cet élément s'accroît pour une période de trois à quatre semaines après le démarrage au printemps, puis diminue jusqu'à la première coupe. Ce cycle se répète d'une coupe à l'autre. À l'automne, le pourcentage de potassium baisse graduellement.

Cette étude a permis d'établir la teneur et le cycle de certains composés des racines de luzerne soumise à différents régimes d'exploitation. Il a été impossible, cependant, de déterminer l'influence de ces fractions et l'effet des diverses régies sur la productivité et la survie de la luzerne étant donné qu'une grande partie des plants ont été détruits au cours du deuxième hiver.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier le Conseil des recherches agricoles du Québec pour l'aide financière apportée dans la réalisation de cette étude.

Références

- BULA, R. J. and D. SMITH, 1954. Cold resistance and chemical composition in overwintering alfalfa, red clover and sweet clover. *Agron. J.*, 46: 397-401.
- CALDER, F. W. and L. B. MacLEOD, 1966. Effect of cold treatment on alfalfa as influenced by harvesting system and rate of potassium application. *Can. J. Pl. Sci.*, 46: 17-26.
- DOTZENKO, A. and G. H. AHLGREN, 1950. Response of alfalfa in an alfalfa-brome grass mixture.

- re to various cutting treatments *Agron. J.*, 42: 246-247.
- FELTNER, K. C. and M. A. MASSENGALE, 1965. Influence of temperature and harvest management on growth, level of carbohydrates in the roots, and survival of alfalfa (*Medicago sativa*, L.). *Crop. Sci.*, 5: 585-588.
- GRABER, L. F., N. T. NELSON, W. A. LUEKEL and W. B. ALBERT, 1927. Organic food reserves in relation to the growth of alfalfa and other perennial herbaceous plants. *Bull. Wis. agric. Exp. Stn*, No 80.
- GRANFIELD, C. O., 1935. The trend of organic food reserves in alfalfa roots as affected by cutting practices. *J. agric. Res.*, 50: 697-709.
- JACKOBS, J. A. and D. L. OLDEMEYER, 1955. The response of four varieties of alfalfa to spring clipping, intervals between clippings, and fall clipping in the Yakima Valley. *Agron. J.*, 47: 169-170.
- JUNG, G. A., R. L. REID and J. A. BALASKO, 1969. Studies on yield, management, persistence, and nutritive value of alfalfa in West Virginia. *Bull. W. Va Univ. agric. Exp. Stn*, No 581 T.
- JUNG, G. A. and D. SMITH, 1961. Trends of cold resistance and chemical changes over winter in the roots and crowns of alfalfa and medium red clover. I. Changes in certain nitrogen and carbohydrate fractions. *Agron. J.*, 53: 359-364.
- KUST, C. A., 1960. The influence of harvest management on yields and food reserve trend in alfalfa grown in pure stands and in grass mixtures. *Diss. Abstr.*, 20 (10), p. 3916.
- KUST, C. A. and D. SMITH, 1961. Influence of harvest management on level of carbohydrate reserves, longevity of stands, and yields of hay and protein from Vernal alfalfa. *Crop. Sci.*, 1: 267-269.
- LANGILLE, J. E., L. B. MacLEOD and F. S. WARREN, 1965. Influence of harvesting management on yield, carbohydrate reserves, etiolated regrowth, and potassium utilization of alfalfa. *Can. J. Pl. Sci.*, 45: 383-388.
- MacLEOD, L. B., 1965. Effect of nitrogen and potassium fertilization on the yield, regrowth and carbohydrate content of the storage organs of alfalfa and grasses. *Agron. J.*, 57: 345-350.
- MATCHES, A. G., O. G. MOTT and R. J. BULA, 1963. The development of carbohydrate reserves in alfalfa seedlings under various levels of shading and potassium fertilization. *Agron. J.*, 55: 185-188.
- RATHER, H. C. and G. M. HARRISON, 1938. Alfalfa management with special reference to fall treatment. *Spec. Bull. Mich. agric. Exp. Stn*, No 292.
- REID, D. J., D. J. LATHWELL and M. J. WRIGHT, 1965. Yield and carbohydrate responses of alfalfa seedlings grown at several levels of potassium fertilization. *Agron. J.*, 57: 434-437.
- REYNOLDS, J. H. and D. SMITH, 1962. Trend of carbohydrate reserves in alfalfa, smooth bromegrass and timothy grown under various cutting schedules. *Crop. Sci.*, 2: 333-336.
- SMITH, Dale, 1950. Seasonal fluctuations of root reserves in red clover, *Trifolium pratense* L. *Pl. Physiol.*, 25: 702-710.
- SMITH, Dale, 1960a. The establishment and management of alfalfa. *Bull. Wis. agric. Exp. Stn*, No 542.
- SMITH, Dale, 1960b. Forage management in the north. W. M. C. Brown Book Company. Dubuque, Iowa.
- SMITH, Dale, 1962. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover, birdsfoot trefoil under several management schedules. *Crop. Sci.*, 2: 75-78.
- SMITH, D., M. D. GROSKOPP, R. F. JOHANNES, D. R. SCHMIDT, S. M. STROMMEN and G. H. TENPAS. 1962. Alfalfa cutting practices. *Rep. Wis. agric. Exp. Stn*, No 11.
- SOMOGYI, Michael, 1945. A new reagent for the determination of sugars. *J. biol. Chem.*, 160: 61-68.
- SOMOGYI, Michael, 1952. Notes on sugar determination. *J. biol. Chem.*, 195: 19-23.
- WEINMANN, H., 1961. Total available carbohydrates in grasses and legumes. *Herb. Abstr.*, 31: 255-261.
- WOLF, D. D., 1967. Assimilation movement of radioactive carbon in alfalfa and reed canarygrass. *Crop. Sci.*, 7: 317-320.
- WOOD, G. M. and M. A. SPRAGUE, 1952. Relation of organic food reserves to cold hardiness of ladino clover. *Agron. J.*, 44: 318-325.

CONDITIONS DE GERMINATION DE QUATRE MAUVAISES HERBES DU QUÉBEC ¹

Jean-Marc DESCHÊNES

Station de recherche, Ministère de l'agriculture du Canada,
2560 Chemin Gomin, Québec (10^e), Québec

Denis MOINEAU

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation,
Université Laval, Québec (10^e), Québec

Résumé

On a étudié l'effet de la lumière, de la température et de deux traitements mécaniques des graines (scarification et imbibition) sur la germination de quatre mauvaises herbes (3 vivaces et 1 annuelle). Une alternance de température de 20°C et de 30°C pendant 10 heures et 14 heures respectivement est préférable à une température de 20°C pendant 24 heures pour la germination du plantain majeur (*Plantago major* L.), de la prunelle vulgaire (*Prunella vulgaris* L.) et de la petite oseille (*Rumex acetosella* L.). Également, les graines de ces espèces germent en plus grand nombre à la lumière qu'à l'obscurité. La scarification et l'imbibition des graines favorisent fortement la germination de *Rumex acetosella* et un peu moins celle de *Plantago major* et de *Prunella vulgaris*.

Il existe, en outre, des interactions significatives entre les 3 facteurs à l'étude. L'imbibition des graines de *Plantago major* semble compenser pour le manque de lumière. Le même traitement a un effet synergétique sur la germination des graines de *Rumex acetosella* soumises à une alternance de température. Pour *Prunella vulgaris*, l'alternance de température élimine partiellement l'effet inhibiteur de l'obscurité.

Les conditions de lumière et de température utilisées pour cette étude n'affectent pas la germination du chénopode blanc (*Chenopodium album* L.). On a observé, cependant, une augmentation sensible de la germination à la suite de l'imbibition et surtout de la scarification des graines.

À partir de ces résultats, on suggère l'utilisation de quelques pratiques culturales qui favoriseraient une réduction des populations de mauvaises herbes dans nos cultures.

Abstract

We studied the effect of light, temperature and mechanical treatment of seeds upon the germination of 4 weed species (3 perennials and 1 annual). Alternate temperature between 20°C and 30°C compared to a constant temperature of 20°C increases the germination of broadleaf plantain (*Plantago major* L.), heal all (*Prunella vulgaris* L.) and red sorrel (*Rumex acetosella* L.). In addition, the seeds of these species germinate more completely under light condition than under dark condition.

Seed scarification and seed imbibition greatly increase the germination of *Rumex acetosella* and to a lesser extent, the germination of *Plantago major* and *Prunella vulgaris*.

¹ Contribution n° 19 de la Station de recherche, Ministère de l'agriculture du Canada, Québec (10^e), Québec.

Seed imbibition of *Plantago major* compensates for a lack of light. The same treatment has a significant effect on germination of *Rumex acetosella* when its seeds were subjected to the condition of alternate temperature. Regarding *Prunella vulgaris*, alternate temperature partially eliminates the inhibitory effect of darkness on germination. The germination of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) is not affected by the light and temperature conditions used for this study. However, we observed a significant germination increase of this species following the imbibition and especially the scarification of seeds.

From these results, we recommend certain cultural practices that could be applied to reduce the weed populations of our agricultural crops.

Introduction

L'écologie des mauvaises herbes est une sphère peu exploitée bien qu'elle soit susceptible de fournir des informations sur les moyens à prendre pour contrôler les mauvaises herbes. Des connaissances plus approfondies sur les exigences de ces plantes permettraient d'appliquer des normes de régie susceptibles de réduire ou d'éliminer les populations de plantes indésirables. Sur un site nouvellement perturbé il est reconnu que l'établissement des mauvaises herbes dépend de la germination des graines présentes dans le sol. La plupart de nos mauvaises herbes produisent beaucoup de graines même sous des conditions adverses. De plus, une grande partie des graines produites demeurent viables dans le sol pendant de longues périodes. Ainsi, la première étape d'une étude écologique des mauvaises herbes serait un examen minutieux des conditions qui régissent leur germination.

La germination des graines est un phénomène complexe et assez mal connu. C'est une période durant laquelle les processus physiologiques initiés dans la graine favorisent la multiplication des cellules et la formation des tissus et des organes. L'initiation de ces processus requièrent certaines conditions spécifiques telles qu'un milieu humide, la présence d'oxygène, une température convenable et une quantité de lumière appropriée.

Le but de cette étude est d'évaluer l'effet de la température, de la lumière

et de deux traitements mécaniques des graines (scarification et imbibition) sur la germination de quatre mauvaises herbes du Québec. Ces résultats permettent de discuter les pratiques culturelles les plus susceptibles d'inhiber ou de réduire sensiblement la germination de ces mauvaises herbes.

Revue de littérature

Deux excellentes revues par Barton (1967) et Andersen (1968) décrivent les facteurs responsables de la germination des graines. La dormance des graines constitue l'obstacle majeur à la germination. Depuis plusieurs années des chercheurs ont étudié les causes de cette dormance et les méthodes pour la briser. Plusieurs espèces sinon la majorité ont besoin de lumière pour germer (Gardner, 1921; Borthwick, 1957, 1965; Toole, 1961). L'opinion générale est que l'action de la lumière sur la germination des graines s'exerce par l'entremise du phytochrome. L'exposition des graines au rouge clair du spectre lumineux convertit le phytochrome sous une forme active qui favorise la germination. L'inverse se produit lorsque les graines sont soumises au rouge sombre du spectre lumineux (Borthwick *et al.*, 1954; Toole *et al.*, 1956).

Le rôle de la température semble tout aussi important que celui de la lumière. Certaines espèces germent mieux à des températures constantes mais la plupart des graines semblent germer plus rapi-

dement et complètement lorsqu'elles sont soumises à des alternances de température (Warington, 1936).

Des téguments épais et fermes chez plusieurs graines inhibent la germination et empêchent la pénétration de l'oxygène et de l'eau jusqu'à l'embryon. La scarification est un moyen efficace de favoriser la germination de ce type de graines (Andersen, 1968).

Quelques types de graines doivent être soumises durant une certaine période à des conditions d'humidité très élevée pour germer. Celles-là bénéficient d'une imbibition dans l'eau ou substrat comme la tourbe ou le sable saturé d'eau pour germer (Gardner, 1921 ; Morinaga, 1926).

Méthodes

Pour cette étude on a choisi trois mauvaises herbes vivaces rencontrées surtout dans les prairies et les pâturages. Ce sont le plantain majeur (*Plantago major* L.), la prunelle vulgaire (*Prunella vulgaris* L.) et la petite oseille (*Rumex acetosella* L.). Le chénopode blanc (*Chenopodium album* L.), une mauvaise herbe annuelle des cultures sarclées et des céréales, complète la liste.

On a récolté les graines de ces espèces en 1969 dans de vieux pâturages et des champs d'avoine du Comté de Rivière-du-Loup. À la récolte, elles ont été placées dans des récipients hermétiques et conservées par la suite à une température d'environ 20°C.

Les graines des quatre espèces utilisées pour cette étude ont été divisées en trois groupes : 1) graines ayant subi aucun traitement mécanique (T). 2) graines scarifiées mécaniquement (S). 3) graines imbibées dans l'eau distillée durant 24 heures (I).

Chaque groupe de graines a été soumis aux conditions de lumière et de température suivantes : 1) graines soumises à 14 heures de lumière et 10 heures d'obscurité sous une température constante de 20°C; 2) graines soumises à 14 heures de lumière sous une température de 30°C et à 10 heures d'obscurité sous une température de 20°C; 3) graines placées à l'obscurité durant 24 heures et soumises à une température constante de 20°C; 4) graines placées à l'obscurité durant 24 heures et soumises à une température de 30°C durant 14 heures et à une température de 20°C durant 10 heures.

Pour les essais de germination, cent (100) graines par répétition ont été déposées sur des buvards dans des plats de pétri et placées dans un germoir à température contrôlée. La germination des graines de chaque espèce a été enregistrée trois fois la semaine. Les graines ayant une radicule de 0.5 cm étaient considérées comme ayant germé. Les résultats présentés sont ceux obtenus 25 jours après le début de l'expérience.

Les résultats ont été analysés en utilisant l'analyse du factoriel 3 traitements mécaniques \times 2 conditions de lumière \times 2 conditions de température avec 3 répétitions de 100 graines par essai pour un total de 3,600 graines pour chaque espèce.

Résultats et discussion

Plantago major

La germination du plantain majeur est très affectée par un changement de température (fig. 1a, 1b). Sous les conditions de l'étude, l'alternance de température est un critère important pour la germination de cette espèce. On observe une germination presque nulle à 20°C et une germination élevée lorsqu'on soumet les graines à une température de 30°C pendant 14 heures. Des résultats sembla-

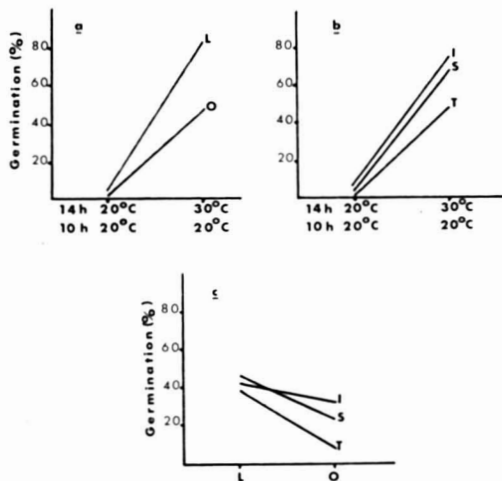


Figure 1. Effet de la lumière, de la température et du traitement mécanique sur la germination des graines de *Plantago major* L. Les symboles "L" et "O" correspondent aux conditions de lumière et d'obscurité respectivement. Les symboles "T", "S" et "I" correspondent au témoin, à la scarification et à l'imbibition respectivement.

bles furent observés par Cross (1931) et Maguire et Overland (1959). Cependant, certains auteurs mentionnent que les températures élevées qui sont utilisées lors d'alternance de température sont plus importantes que les alternances *per se*. Des expériences effectuées à températures constantes l'ont démontré. Sagar et Harper (1960) ont obtenu une meilleure germination à 25°C qu'à 20°C; Stearns (1955) observa une germination plus complète à 27°C qu'à 16°C.

La germination du plantain majeur ne répond pas aux conditions de lumière et d'obscurité lorsque les graines sont soumises à une température constante de 20°C. Par contre, lorsqu'on augmente la température à 30°C pendant 14 heures, la germination des graines du plantain majeur placées à la lumière et à l'obscurité fut de 83% et 44% respectivement (fig. 1a). Ce phénomène explique l'interaction significative observée entre la lumière et la température (tableau I). Ces résultats contredisent ceux observés sous

TABLEAU I

Analyse de variance des facteurs influençant la germination des graines de *Plantago major* L., *Prunella vulgaris* L., *Rumex acetosella* L. et *Chenopodium album* L.

Source de variation	d. l.	Valeur de "F"			
		<i>Plantago major</i>	<i>Prunella vulgaris</i>	<i>Rumex acetosella</i>	<i>Chenopodium album</i>
Total	35				
Répétition	2	1.7	1.3	1.3	1.4
Température	1	2245.7**	195.0**	451.9**	1.7
Lumière	1	239.7**	127.5**	8.7**	1.5
Traitement	2	36.8**	6.0**	71.6**	13.7**
Température × lumière	1	204.3**	46.0**	1.0	.3
Température × traitement	2	32.8**	3.4	7.8**	.6
Lumière × traitement	2	21.9**	3.8*	1.1	3.4
Temp. × lumière × trait.	2	25.5**	.5	.7	1.5
Erreur	22				

des conditions semblables par Mitchell (1926), Stearns (1955), Steinbauer et Grigsby (1957), Maguire et Overland (1959) et Sagar et Harper (1960, 1964). Ces auteurs sont d'opinion que la lumière joue un rôle plus important à basse température qu'à une température élevée.

La scarification et l'imbibition des graines n'ont eu aucun effet sur la germination du plantain majeur sous une température constante de 20°C. Cependant, une température de 30°C pendant 14 heures a favorisé une germination plus élevée des graines scarifiées et imbibées que des graines non traitées (fig. 1b). L'interaction significative observée entre le traitement mécanique des graines et la température (tableau I) s'explique par la différence observée entre les graines traitées et non-traitées soumises à une alternance de température.

La scarification et plus spécialement l'imbibition des graines atténuent l'effet inhibiteur de l'obscurité (fig. 1 c). La différence entre les graines traitées et les

graines n'ayant subi aucun traitement mécanique est plus grande à l'obscurité qu'à la lumière. Ces résultats indiquent qu'une variation répétée de la température modifie la photosensibilité des graines scarifiées et imbibées comme l'ont souligné Toole *et al.* (1955). La germination des graines imbibées explique en grande partie l'interaction significative observée entre le traitement mécanique des graines et la lumière (tableau I). En présence de lumière, il existe peu de différence entre les graines scarifiées, imbibées et les graines non-traitées. À l'obscurité, les graines imbibées ont germé en plus grand nombre que les graines scarifiées et surtout les graines non-traitées.

Prunella vulgaris

La germination des graines de la prunelle vulgaire est grandement influencée par la température et la lumière. De plus, les résultats démontrent une interdépendance élevée entre ces deux facteurs (fig. 2a, tableau I).

Le traitement mécanique des graines favorise également une meilleure germination mais son effet est moins sensible que l'effet de la lumière et de la température (fig. 2b, 2c).

On a obtenu une meilleure germination de la prunelle vulgaire pour les graines soumises à une alternance de température que pour celles soumises à une température constante. On a également noté que les graines placées à la lumière et à l'obscurité réagissaient différemment sous les deux conditions de température (fig. 2a). Pour les graines placées à la lumière, on a observé une légère augmentation de la germination des graines soumises à une alternance de température. Pour les graines placées à l'obscurité, leur germination a été 6 fois plus élevée sous une alternance de température que sous une température cons-

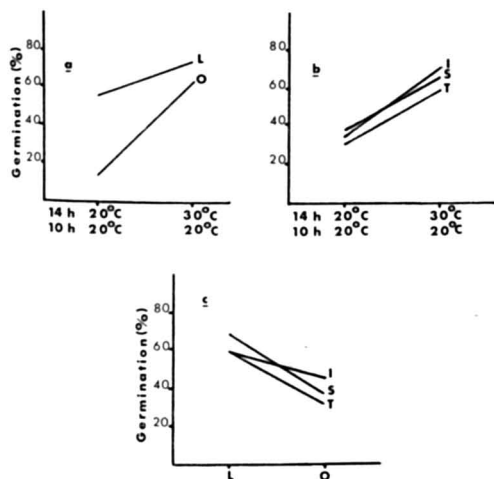


Figure 2. Effet de la lumière, de la température et du traitement mécanique sur la germination des graines de *Prunella vulgaris* L. Les symboles "L" et "O" correspondent aux conditions de lumière et d'obscurité respectivement. Les symboles "T", "S" et "I" correspondent au témoin, à la scarification et à l'imbibition respectivement.

tante. Des résultats semblables ont été obtenus par Vegis (1964), Lang (1965) et Rollin (1966).

Ces résultats indiquent que les graines de la prunelle vulgaire perdent leur photosensibilité lorsqu'on augmente la température et qu'elles sont indépendantes des deux conditions de température utilisées lorsqu'on les place à la lumière. Maguire et Overland (1959) soulignent que les graines de *Prunella vulgaris* ne sont pas photosensibles puisque leur expérience a démontré que les graines, soumises à une alternance de température identique à celle utilisée pour cette étude, ont germé plus complètement à l'obscurité qu'à la lumière (88% et 72% respectivement). Ils ont également observé que 68% des graines avaient germé à l'obscurité et à une température constante de 20°C.

D'après leurs résultats, la germination de la prunelle vulgaire serait peu affectée par un changement de température et de condition de lumière. Nos résultats indiquent par contre, qu'à une température constante, les graines de cette espèce ont une photosensibilité élevée laquelle diminue avec une augmentation de la température. Kolk (1962) a obtenu une germination très élevée en présence de lumière et une germination presque nulle à l'obscurité sous les conditions de température constante et alternée.

Les différences observées entre ces différentes études s'expliquent mal. Il est possible que les conditions expérimentales aient été très différentes ; il se peut également que les graines utilisées lors de ces études aient subi des traitements différents avant et pendant l'expérience ; il est également possible que les graines utilisées pour ces études appartiennent à 3 écotypes différents de l'espèce *Prunella vulgaris*.

Au sujet du traitement mécanique des graines, on observe une germination plus

élevée pour les graines scarifiées que pour les graines non-traitées. Cependant, la lumière et la température agissent également sur les graines scarifiées et les graines non-traitées. Il n'existe aucune interaction significative entre la scarification et les conditions de lumière et de température. On doit ajouter que les graines scarifiées et les graines non-traitées germent plus complètement lorsqu'elles sont placées à la lumière et soumises à une alternance de température (fig. 2b, 2c).

On observe une différence entre les graines scarifiées et les graines imbibées soumises aux deux conditions de température. On constate que les graines imbibées réagissent plus fortement à une alternance de température que les graines scarifiées (fig. 2b). L'imbibition des graines de la prunelle vulgaire semble affecter leur photosensibilité (fig. 2c). En comparaison avec les graines scarifiées et les graines non-traitées, on constate que la germination des graines imbibées a été sensiblement la même sous les deux conditions de lumière tandis que celle des graines scarifiées et non-traitées a diminué sensiblement à l'obscurité.

D'après ces résultats on peut affirmer que les graines de la prunelle vulgaire ne possèdent pas d'inhibition tégumentaire élevée puisque la scarification et l'imbibition des graines n'augmentent que faiblement le pourcentage de germination.

Rumex acetosella

La germination de la petite oseille est fortement contrôlée par la température. On constate également l'importance du traitement mécanique des graines et la faible influence de la lumière sur la germination de cette espèce, contrairement aux deux espèces précédentes (fig. 3 et tableau I).

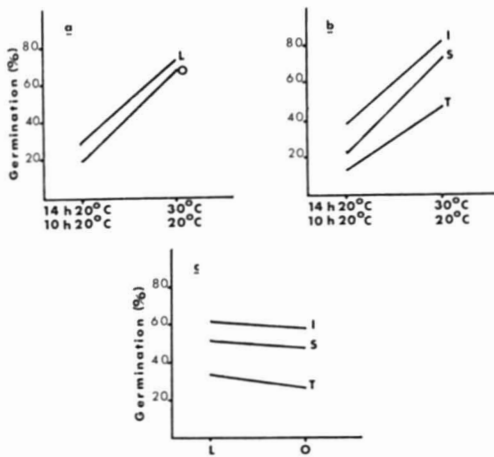


Figure 3. Effet de la lumière, de la température et du traitement mécanique sur la germination des graines de *Rumex acetosella* L. Les symboles "L" et "O" correspondent aux conditions de lumière et d'obscurité respectivement. Les symboles "T", "S" et "I" correspondent au témoin, à la scarification et à l'imbibition respectivement.

Les graines de *Rumex acetosella*, soumises à une alternance de température, ont germé 4 fois plus que les graines soumises à une température constante indépendamment des conditions de lumière. Ces résultats signifient que les graines de *Rumex acetosella* ne sont pas photosensibles, mais bénéficient grandement d'une augmentation de température à intervalles réguliers pour une germination maximum. Steinbauer et Grigsby (1958) ont également obtenu une germination maximum des graines de la petite oseille soumises à une alternance de température. Roché et Muzik (1964) ont observé une augmentation de la germination de *Rumex acetosella* pour les graines soumises à une alternance de température et exposées à la lumière. Ils ne font cependant pas mention de la germination des graines de cette espèce sous des conditions d'obscurité et d'alternance de température.

L'absence de photosensibilité observée chez le *Rumex* rejoint les résultats de Povilaitis (1956), Steinbauer et Grigsby (1958) et Kolk (1962). Ces auteurs affirment que les graines de *Rumex acetosella* exigent de la lumière pour une germination maximum mais ils ajoutent que l'absence de lumière ne réduit que faiblement la germination.

L'imbibition et plus spécialement la scarification des graines de la petite oseille affectent sensiblement sa germination. Cependant, il existe une interaction significative entre le traitement mécanique des graines et la température. Les graines ainsi traitées ont bénéficié d'une alternance de température puisque la différence entre les graines traitées et les graines non-traitées est plus grande sous une alternance de température que sous une température constante (fig. 3b, tableau I). De plus, les graines scarifiées et imbibées n'ont pas réagi aux conditions de lumière et d'obscurité (fig. 3c).

Les graines de cette espèce possèdent un tégument dur et imperméable et il est normal d'observer une meilleure germination lorsque les graines sont traitées mécaniquement. Povilaitis (1956) et Steinbauer et Grigsby (1958) ont démontré que les graines traitées à l'acide sulfurique germent plus rapidement et complètement que les graines non-traitées. L'alternance de température a un effet synergétique sur la germination des graines traitées du *Rumex*. Ce phénomène s'explique du fait que le traitement mécanique favorise l'entrée de l'oxygène et de l'eau dans la graine. Puisque les processus physiologiques lors de la germination provoquent une réduction de l'oxygène et une augmentation du CO₂, et que ces processus sont activés par une augmentation de la température, il en résulte une meilleure germination des graines traitées lorsqu'on élève la température.

Chenopodium album

Les deux conditions de lumière et de température n'ont pas affecté sensiblement la germination du chénopode blanc. Par contre, le traitement mécanique des graines a produit l'effet inversé (fig. 4, tableau I). Les résultats indiquent que les graines de *Chenopodium album* ne possèdent pas d'inhibition tégumentaire ou embryonnaire qui pourrait être éliminée par une alternance de température ou une exposition à la lumière. Cependant, Kolk (1962) affirme que le chénopode blanc est une espèce dont les graines, conservées dans un milieu sec et hermétique, possèdent une longue et forte dormance qui peut être légèrement brisée par une alternance de température. Selon Williams (1962) *Chenopodium album* produit des graines de coloration noire et brune. Ces dernières seraient non-dormantes tandis que les premières possèderaient une forte dormance. La majorité des graines utilisées dans cette étude étaient de coloration brune.

L'effet de la lumière et de la température sur la germination du chénopode blanc n'est pas clairement établi. Nos résultats indiquent que ces deux facteurs n'ont pas d'effets sensibles sur la germination. Par contre, les travaux antérieurs ont démontré l'importance de ces deux facteurs. Hofsten (1947) a démontré que les graines de cette espèce germent en plus grand nombre à l'obscurité qu'à la lumière. Maguire et Overland (1959) sont d'avis que la lumière est nuisible pour la germination de cette espèce mais ajoutent qu'une alternance de température est préférable à une température constante. Everson (1949) et Cumming (1963) sont d'opinion que la lumière est bénéfique, et que l'alternance de température est également préférable à une température constante. Poggiali (1967) a démontré que la lumière est essentielle pour la germination de *Chenopodium*

album. Il n'a observé aucune germination à l'obscurité même lorsque les graines sont soumises à une alternance de température. Lauer (1953) a trouvé que la température minimum pour la germination du chénopode blanc est entre 2°C et 5°C et que la température maximum est de 35°C. Elle a également observée que la température optimum était environ 20°C. Si on se réfère aux résultats de Lauer (1953), on a raison de croire qu'une température constante de 20°C est la condition optimum pour la germination de cette espèce. L'augmentation de la température de 10°C pendant 14 heures est trop faible et/ou de trop courte durée pour affecter sensiblement la germination.

L'absence de photosensibilité des graines de *Chenopodium album* peut être due à la présence, dans les semences sèches, du phytochrome P_{730} en quantité suffisante pour assurer la germination. Ce phytochrome actif serait synthétisé au cours de la maturation des semences ou formé à l'obscurité à partir d'un précur-

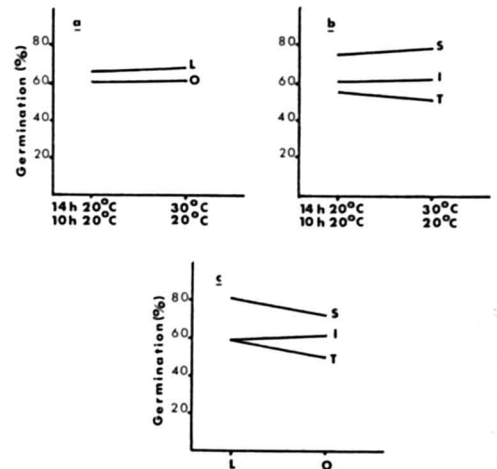


Figure 4. Effet de la lumière, de la température et du traitement mécanique sur la germination des graines de *Chenopodium album* L. Les symboles "L" et "O" correspondent aux conditions de lumière et d'obscurité respectivement. Les symboles "T", "S" et "I" correspondent au témoin, à la scarification et à l'inhibition respectivement.

seur (Toole, 1961 ; Mancinelli et Borthwick, 1964). Il est également possible que les graines du chénopode blanc aient bénéficié des courtes expositions à la lumière lors des lectures de sorte que les conditions d'obscurité n'ont vraiment pas existées.

L'imbibition et plus spécialement la scarification des graines augmentent sensiblement la germination des graines du chénopode blanc, indépendamment de la lumière et de la température (fig. 4). Le traitement mécanique augmente la perméabilité des téguments à l'oxygène et à l'eau, favorisant ainsi une germination plus rapide et plus complète. Hocombe (1961) a également obtenu une augmentation considérable de la germination de cette espèce à la suite de l'imbibition des graines. De même, Martin (1943) et Kolk (1962) ont trouvé que les graines scarifiées germaient plus rapidement et complètement que les graines non-traitées.

Considérations pratiques

Ces résultats suggèrent des pratiques culturales qui peuvent éliminer, en partie, la compétition due aux mauvaises herbes dans nos cultures. Il s'agit d'adopter des méthodes qui préviennent la germination et l'établissement de plantes indésirables.

Les mauvaises herbes vivaces utilisées dans cette expérience sont rarement dominantes dans les prairies et les pâturages et leur influence sur les espèces utiles est faible. Ces mauvaises herbes tardent à s'implanter et subissent la concurrence des plantes cultivées. Lorsque la surface du sol est recouverte par la végétation, les conditions de lumière et de température ne sont pas propices à leur établissement. Cette caractéristique fait que ces espèces croissent généralement en colonies à la suite d'une dénudation du sol. Sur ces sites dénudés, les

graines des espèces amenées à la surface par la préparation antérieure du sol profitent d'une augmentation de la température et de meilleures conditions de lumière pour germer et s'établir. De plus, une proportion indéfinie de ces graines ont pu être scarifiées par les travaux mécaniques lors de l'ensemencement. Ce traitement, ajouté aux conditions favorables de lumière et de température, permet l'établissement de colonies de mauvaises herbes vivaces.

Il existe d'autres facteurs qui sont responsables de l'établissement des mauvaises herbes vivaces. Ces dernières ont des exigences particulières de croissance. Elles ont un pouvoir compétitif élevé si les espèces cultivées ne sont pas bien adaptées au milieu.

Une façon de réduire l'importance de ces mauvaises herbes consiste à appliquer une régie appropriée. Le cultivateur ne doit utiliser que des espèces ou variétés adaptées, s'assurer d'un établissement uniforme et établir un système de paissance approprié. Des coupes effectuées en temps inopportun et une paissance excessive sont des causes fréquentes de l'envahissement des mauvaises herbes vivaces. On peut ajouter que ces mauvaises herbes ont la capacité de s'autoreproduire au moyen de graines mais ces dernières tombent souvent dans un milieu défavorable de sorte que leur établissement demeure compromis.

Pour les mauvaises herbes annuelles, comme *Chenopodium album*, son cycle vital et ses conditions de germination suggèrent une utilisation différente des pratiques culturales. Cette espèce germe rapidement et indépendamment de la lumière et de la température, du moins sous les conditions de cette expérience. Ceci signifie que le chénopode blanc peut germer tôt au printemps, lorsque la température est encore basse, et profiter de l'absence des espèces cultivées

pour s'établir. Ces caractéristiques concourent à expliquer l'importance de cette espèce dans les cultures sarclées et les céréales.

Quelques pratiques culturales peuvent permettre de diminuer la concurrence de cette espèce. La plus employée est certes le contrôle chimique. C'est une méthode très efficace mais dispendieuse surtout lorsque les cultivateurs produisent des cultures à rendements peu élevés. En deuxième lieu, on conseille de toujours semer tôt le printemps. Ce procédé a l'avantage de permettre aux espèces cultivées de s'établir avant ou pendant l'établissement des mauvaises herbes annuelles et de créer une concurrence plus efficace surtout si les espèces choisies répondent bien aux conditions du milieu. L'utilisation de graines de semence exemptes de mauvaises herbes est une autre façon de réduire l'importance des mauvaises herbes dans les cultures. Le semis sans labour est également une méthode de contrôle des mauvaises herbes. Le labour semble le moyen idéal pour l'implantation des espèces annuelles indésirables. Il ne peut être considéré comme un moyen efficace de lutte contre ces espèces car beaucoup d'entre elles sont favorisées par ce procédé. Il n'est pas toujours possible de remplacer le labour conventionnel par le labour chimique mais dans certains cas des expériences ont prouvé que ce procédé était très efficace. Le semis sans labour a l'avantage de laisser dans le sol les graines de mauvaises herbes et de prévenir leur germination à cause des conditions défavorables de lumière et de température. De plus les graines ne sont pas scarifiées par l'équipement de ferme éliminant un autre facteur responsable de la germination.

Puisque très souvent les mauvaises herbes sont beaucoup mieux adaptées au milieu que les plantes cultivées que nous

introduisons, il est normal d'observer une forte concurrence entre ces deux types de plantes. On assure plus de succès à la plante cultivée en prévenant l'établissement des mauvaises herbes.

Popay et Roberts (1970) dans leur étude sur l'écologie de *Capsella bursa-pastoris* et *Senecio vulgaris* ont démontré que la lumière et la température étaient nécessaires pour leur germination. À partir de ces considérations, Popay et Roberts (1970) concluent premièrement, que « le système sans labour basé sur l'emploi du paraquat et du diquat est très avantageux. Le labour suivi du disquage est la méthode traditionnelle de contrôle des mauvaises herbes annuelles mais très souvent, c'est l'opposé qui se produit. À la suite du labour, les graines enfouies dans le sol sont amenées à la surface où elles sont exposées à des conditions favorables pour leur germination ; si le sol n'était pas perturbé, la majorité des graines enfouies ne germeraient pas ». Finalement, les résultats de Popay et Roberts (1970) suggèrent d'étudier en champs l'effet du nitrate sur la germination des mauvaises herbes avant leur destruction au moyen d'un herbicide ou d'un bon disquage. Cette deuxième constatation, qui constitue en somme un semis différé, est un excellent moyen d'éliminer les populations de mauvaises herbes qui pourraient s'établir avant le semis des plantes cultivées.

Les semis tardifs ne sont pas à conseiller mais si un champ est infesté de mauvaises herbes au point de compromettre la culture désirée, le délai occasionné par la méthode du semis différé est justifié.

Références

- ANDERSEN, R.N., 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. W.F. Humphrey Press Inc., Geneva, N.Y., 236 p.

- BARTON, L. V., 1967. Bibliography of seeds. Columbia Univ. Press, New York, 856 p.
- BORTHWICK, H. A., 1957. Light effects on tree growth and seed germination. *Ohio J. Sci.*, 57: 357-364.
- BORTHWICK, H. A., 1965. Light effects with particular reference to seed germination. *Proc. int. Seed Test. Ass.*, 30: 15-27.
- BORTHWICK, H. A., S. B. HENDRICKS, E. H. TOOLE and V. K. TOOLE, 1954. Action of light on lettuce seed germination. *Bot. Gaz.*, 115: 205-225.
- CROSS, H., 1931. Laboratory germination of weed seeds. *Proc. Ass. off. Seed Analysts N. Am.*, 24: 125-128.
- CUMMING, B. C., 1965. Germination, as influenced by light and temperature, particularly in *Chenopodium* spp. *Int. Symp. Physiol. Ecol. Biochem. Germination*, Greifswald.
- EVERSON, L., 1949. Preliminary studies to establish laboratory methods for germination of weed seeds. *Proc. Ass. off. Seed Analysts*, 39: 84-89.
- GARDNER, W. A., 1921. Effect of light on germination of light-sensitive seeds. *Bot. Gaz.*, 71: 249-288.
- HOCOMBE, S. D., 1961. Simple experiments on the greenhouse germination of some East African weed seeds. *Misc. Rep. colon. Pestis. Res. Unit*, 285, 8 p.
- HOFSTEN, C. G., 1947. Investigations of germination biology in some weed species [in Swedish, English summary]. *Vaxtodling* (Uppsala), 2: 91-107.
- KOLK, H., 1962. Viability and dormancy of dry stored weed seeds. *Vaxtodling* (Uppsala), 18, 192 p.
- LANG, A., 1965. Effects of some internal and external conditions on seed germination. *Handb. Pfl Physiol.*, 15 (2): 828-893.
- LAUER, E., 1953. Über die Keimtemperatur von Ackerunkrautern und deren Einfluss auf die Zusammensetzung von Unkrautgesellschaften. *Flora (Jena)*, 140: 551-595.
- MAGUIRE, J. D. and A. OVERLAND, 1959. Laboratory germination of seeds of weedy and native plants. *Circ. Wash. agric. Exp. Stn.*, 349, 15 p.
- MANCINELLI, A. L. and H. A. BORTHWICK, 1964. Photocontrol of germination and phytochrome reaction in dark-germinating seeds of *Lactuca sativa*. *Annali Bot.*, 28: 9-24.
- MARTIN, J. N., 1943. Germination studies of the seeds of some common weeds. *Proc. Iowa Acad. Sci.*, 50: 221-228.
- MITCHELL, E., 1926. Germination of seeds of plants native to Dutchess County, New York. *Bot. Gaz.*, 81: 108-112.
- MORINAGA, T., 1926. Effect of alternating temperatures upon the germination of seeds. *Am. J. Bot.*, 13: 141-158.
- POGGIALI, R. M., 1967. Some observations on the germination of *Chenopodium album* et *C. ambrosioides*. *Webbia*, 22 (1): 67-73.
- POPAY, A. I. and E. H. ROBERTS, 1970. Ecology of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. and *Senecio vulgaris* L. in relation to germination behavior. *J. Ecol.*, 58 (1): 123-139.
- POVILAITIS, B., 1956. Dormancy studies with seeds of various weed species. *Proc. int. Seed Test. Ass.*, 21: 87-111.
- ROCHÉ, B. F. and T. J. MUZIK, 1964. Ecological and physiological study of *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. and the response of its biotypes to sodium 2,2-dichloropropionate. *Agron. J.*, 56 (2): 155-160.
- ROLLIN, P., 1966. La physiologie de la germination. C.D.U. éd., Paris, 64 p.
- SAGAR, G. R. and J. L. HARPER, 1960. Factors affecting the germination and early establishment of plants (*Plantago lanceolata*, *P. media* and *P. major*). In John L. Harper (Ed.), *The Biology of Weeds*. Blackwell Scientific Public., Oxford, 236-245.
- SAGAR, G.R. and J. L. HARPER, 1964. Biological flora of the British Isles. *Plantago major* L., *P. media* L. and *P. lanceolata* L. *J. Ecol.*, 52: 189-221.
- STEARNS, F., 1955. The influence of light and temperature on germination and flowering of five species of *Plantago*. *NCWCC Proc.*, 12:8.
- STEINBAUER, G. P. and B. GRIGSBY, 1957. Dormancy and germination characteristics of the seeds of four species of *Plantago*. *Proc. Ass. off. Seed Analysts*, 47: 158-164.

- STEINBAUER, G. P. and B. GRIGSBY, 1958. Dormancy and germination characteristics of the seeds of sheep sorrel, *Rumex acetosella* L. *Proc. Ass. off. Seed Analysts*, 48: 118-120.
- TOOLE, E. H., 1961. The effect of light and other variables on the control of seed germination. *Proc. int. Seed Test. Ass.*, 26: 659-673.
- TOOLE, E. H., V. K. TOOLE, H. A. BORTHWICK and S. B. HENDRICKS, 1955. Interaction of temperature and light on germination of seeds. *Pl. Physiol.*, 30: 473-478.
- TOOLE, E. H., S. B. HENDRICKS, H. A. BORTHWICK and V. K. TOOLE, 1956. Physiology of seed germination. *A. Rev. Pl. Physiol.*, 7: 299-324.
- VEGIS, A., 1964. Dormancy in higher plants. *A. Rev. Pl. Physiol.*, 15: 185-224.
- WARINGTON, K., 1936. The effect of constant and fluctuating temperature on the germination of the weed seeds in arable soil. *J. Ecol.*, 24: 185-204.
- WILLIAMS, J. T., 1962. Dormancy in *Chenopodium album* L. *Ann. appl. Biol.*, 30: 352.

ÉTUDE QUALITATIVE DE L'INSAPONIFIABLE DE L'HUILE DE LA GRAINE D'*ACTAEA RUBRA* WILD

Denis GRENIER, Yvon RAYMOND, François MERCIER et Pierre-Paul LEBLANC
École de pharmacie, Université Laval, Québec (10^e), Québec

Résumé

Le présent travail a pour objet de préciser la nature de l'insaponifiable obtenu de l'huile extraite des graines d'*Actaea rubra* Wild. Il s'intéresse principalement au contenu en stérols et en alcools aliphatiques et triterpéniques et utilise à cette fin la chromatographie en couche mince et en phase vapeur.

Abstract

The purpose of this work is to investigate the nature of the insaponifiable from *Actea rubra* Wild seeds. Thin layer and gas liquid chromatography were used for the content determination of mainly sterols, triterpene alcohols and aliphatic alcohols.

Introduction

Jusqu'à ce jour, très peu de travaux (Bacon, 1903 ; Kingbury, 1964) ont été consacrés à l'*Actaea rubra* Wild. Dans nos régions pourtant, cette renonculacée, mieux connue sous son nom vernaculaire de « poison de couleuvre » se rencontre fréquemment et possède une assez mauvaise réputation en raison de la toxicité de ses fruits. Le principe actif de cette toxicité n'est pas encore connu.

Nous poursuivons ici l'inventaire phytochimique d'*Actaea rubra* déjà entrepris antérieurement (Favreau *et al.*, 1969; Grenier *et al.*, 1971; Raymond *et al.*, 1970a et b, 1971). Nous nous intéressons cette fois à l'insaponifiable, lequel renferme des produits très variés tels que stérols, alcools terpéniques et aliphatiques et même des hydrocarbures.

Matériel et méthodes

L'huile est extraite de la poudre des graines par un appareil Soxhlet au moyen

de l'éther de pétrole (p.e. 30-60°). Le rendement varie entre 20 et 25% p/p.

Préparation et dosage de l'insaponifiable

Il existe différentes méthodes pour l'obtention de l'insaponifiable (Walbecq, 1964a et b) et son dosage. Nous avons choisi la méthode préconisée par l'U.I.-C.P.A. (Union internationale de chimie pure et appliquée).

Une prise de 5.00 g de l'huile est placée dans un ballon de 150 ml et mise en présence de 50 ml de KOH 2N. On installe un réfrigérant sur le ballon et on porte à une légère ébullition pendant une heure. Une fois le chauffage terminé on ajoute 50 ml d'eau. Après refroidissement, on transfère dans une ampoule à décantation. Le ballon est lavé par de petites portions d'éther de pétrole (50 ml au total) qui sont également versées dans l'ampoule à décantation. On agite pendant une minute et on laisse reposer jusqu'à séparation des deux phases.

L'extraction de la solution savonneuse est reprise deux autres fois avec des portions de 50 ml d'éther de pétrole (30-60°). Les trois portions éthéro-pétroliques (contenant l'insaponifiable) sont ensuite transférées dans une même ampoule à décantation et lavée à trois reprises avec des portions de 50 ml d'éthanol à 50% v/v.

La solution éthéro-pétrolique est ensuite placée dans un ballon de 250 ml préalablement pesé. Le solvant est éliminé par distillation au bain-marie et le résidu est séché à l'étuve à 103°C pendant 15 minutes. On refroidit et on pèse. Le séchage à l'étuve est repris de quart d'heure en quart d'heure jusqu'à obtention d'un poids constant. Le rapport entre le poids de l'insaponifiable et celui de la prise d'essai est ensuite déterminé et exprimé en pourcentage.

Examen qualitatif de l'insaponifiable total

À cause de la présence dans l'insaponifiable de très nombreux constituants ayant souvent en chromatographie en phase vapeur des temps de rétention très voisins, voire identiques, il devient nécessaire de faire une première séparation des différents groupes chimiques qui le constituent avant d'entreprendre l'analyse proprement dite.

La chromatographie en couches minces convient particulièrement bien à ce genre de travail et de très nombreux chercheurs en préconisent d'ailleurs l'usage (Fedeli *et al.*, 1965; Karleskind, 1967a et b, 1968; Mordret, 1967; Walbecq, 1965).

Mise en évidence des principales classes de composés: Les principales classes de composés contenus dans l'insaponifiable de l'huile d'*Actaea rubra* sont donc séparées par chromatographie en couche mince sur des plaques de gel de silice G. On utilise comme solvant de

migration un mélange de cyclohexane et d'acétate d'éthyle 80:20. Le révélateur est constitué d'une solution à 50% v/v d'acide sulfurique.

Fractionnement proprement dit: L'insaponifiable obtenu à partir d'une prise de 5 g de corps gras, en l'occurrence l'huile de graines d'*Actaea rubra*, est dissous dans 2 ml de chloroforme et déposé en trait continu à 2 centièmes de la base de 3 plaques (20 × 20 cm) de gel de silice G de 0.5 mm d'épaisseur. On laisse migrer sur 15 cm avec le solvant mentionné plus haut. Après séchage, une solution de 2,7-dichlorofluorescéine est pulvérisée sur les plaques, ce qui permet de repérer ensuite sous lumière U.V. les principales fractions de l'insaponifiable qui sont grattées et éluées à l'aide de chloroforme. Les fractions correspondant aux stérols et aux alcools triterpéniques peuvent alors, après évaporation partielle du solvant, être étudiées plus en détail soit par chromatographie sur plaque, soit par chromatographie en phase vapeur.

En revanche, la séparation des alcools aliphatiques et des alcools terpéniques n'est pas complète par cette méthode. En raison de la présence de trainées d'alcools terpéniques (sesqui-, di- et tri-) au niveau de la bande des alcools aliphatiques, la chromatographie en phase vapeur donnera des tracés difficilement utilisables.

Pour contrecarrer cette difficulté, la séparation des alcools aliphatiques des alcools terpéniques est effectuée en utilisant le pouvoir complexant de l'urée en milieu méthanolique, selon la méthode de Karleskind (1967a et b). Les bandes correspondant aux alcools aliphatiques et terpéniques sont grattées simultanément et éluées à l'aide de chloroforme. Après évaporation de ce dernier, on dissout les alcools dans une

solution de méthanol saturée d'urée à 18%. Après trois heures de repos, il est possible de séparer par filtration les alcools aliphatiques, complexés et insolubles.

Le complexe formé est détruit par ébullition dans une solution d'HCl N/3, ce qui permet aux alcools aliphatiques libérés d'être extraits par le chloroforme en présence d'eau. Cette solution chloroformique, diminuée de volume, est ensuite directement utilisable pour la chromatographie en phase vapeur.

Aux alcools terpéniques restés dans la solution méthanolique d'urée, on ajoute une solution aqueuse d'HCl et on les extrait par le chloroforme.

Analyse des stérols

Chromatographie en couche mince : Plusieurs auteurs (Bennett *et al.*, 1962 ; Copius-Peereboom *et al.*, 1962 ; De Souza *et al.*, 1969) utilisent la chromatographie d'absorption en couche mince pour l'analyse des stérols. C'est au moyen de cette technique que nous réalisons l'analyse préliminaire de la fraction stérolique. On utilise des plaques de silice G activées à 100°C pendant 20 minutes. Le solvant de migration est constitué d'un mélange de benzène et d'acétate d'éthyle (80:20). La révélation des chromatogrammes se fait avec une solution d'H₂SO₄ à 50%.

La coloration des taches obtenues est comparée à celle des témoins soumis aux mêmes conditions.

La chromatographie d'absorption ainsi pratiquée ne permet toutefois pas la séparation de stérols très apparentés tels que les phytostérols. Aussi d'autres méthodes de chromatographie en couche mince ont été mises au point. C'est ainsi que l'analyse des stérols a été réalisée par chromatographie sur plaques imprégnées de nitrate d'argent ou par

chromatographie de partage sur couche mince (Copius-Peereboom *et al.*, 1961, 1962, 1965; Ikan *et al.*, 1964). Nous avons quant à nous utilisé la méthode mise au point par De Souza *et al.* (1969).

Environ 300 ml d'une solution d'acétone et d'eau (4:1) sont agités dans un entonnoir à décantation avec 30 ml d'huile minérale. Le mélange est conservé à la température de la pièce pendant 18 heures. Les deux couches sont ensuite séparées et l'huile minérale est diluée dans l'éther de pétrole (30-60°) pour donner une solution à 5%. Cette dernière sert à l'imprégnation de plaques de Kieselguhr G (20 × 20 cm) préparée suivant la méthode décrite par Stahl. On imprègne les plaques en les plaçant doucement dans un bassin rectangulaire contenant la solution de paraffine à 5% pendant 1 minute et en laissant ensuite l'éther de pétrole s'évaporer à la température de la pièce pendant 30 minutes en s'aidant d'un léger courant d'air. Une partie de la solution acétone-eau saturée d'huile minérale sert de solvant de migration. Le révélateur est constitué d'une solution d'acide phosphorique à 10% dans l'éthanol.

Le comportement des constituants de la fraction stérolique des graines d'*Actaea rubra* a été comparé ici à celui d'échantillons standards.

Chromatographie en phase vapeur : Les conditions dans lesquelles s'effectue cette analyse s'inspire de façon générale de quelques-unes des nombreuses analyses de stérols d'origine végétale faites avec le concours de la chromatographie en phase vapeur (Capella *et al.*, 1963, 1964; Copius-Peereboom, 1965; Fedeli *et al.*, 1965; Knights, 1964; Nelson *et al.*, 1965; Walbecq, 1966) et plus particulièrement des travaux de Fedeli *et al.* (1965) et Capella *et al.* (1964).

Colonne : La colonne de verre en U de 1.5 m de longueur et de 4 mm de diamètre renferme 1% de SE-30 sur Chromosorb Q 100/120 mailles. On opère sur un appareil Micro Tek MT 220.

Conditions opératoires : Température de la colonne, 230°C. Température de la chambre d'injection, 285°C. Température du détecteur, 320°C. Atténuation : 10 × 8. Débit du gaz vecteur (azote), 45 ml/min. Vitesse du papier de l'enregistreur, 40 cm/heure.

L'identification des stérols d'*Actaea rubra* se fait par comparaison de leurs temps de rétention avec ceux d'échantillons standards obtenus de la maison Nutritional Biochemicals Corporation.

Analyse des alcools triterpéniques

L'identification des alcools triterpéniques se fait elle aussi grâce à l'aide

de la chromatographie. Couche mince (Ikan, 1965 et Ikan *et al.*, 1964) et phase vapeur (Capella *et al.*, 1963, 1964; Chaveron, 1967; Colakoglu, 1966; Fedeli *et al.*, 1965; Karleskind, 1967 et Walbecq, 1966) ont largement été utilisées par les chercheurs. La fraction terpénique séparée sur plaque de silice et celle constituant le résidu de la complexation des alcools aliphatiques avec l'urée sont toutes deux étudiées.

La grande similarité qui existe entre les alcools triterpéniques et les stérols permet d'effectuer la chromatographie en phase vapeur des premiers sous les mêmes conditions opératoires que celles utilisées avec les derniers. En revanche, la température de la colonne sera de 235°C pour les alcools triterpéniques au lieu de 230°C dans le cas des stérols.

Étant donné l'impossibilité dans laquelle nous nous sommes trouvés de

TABLEAU I

Coloration des spots obtenus par CCM de l'insaponifiable d'*Actaea rubra*

	Rf	a)	b)	c)
I	0.25		jaune brun	jaune vert
II	0.30	rose	rose-rouge	rose-rouge
III	0.40	jaune	pourpre	orangé
IV	0.49	orangé	orangé brun	orangé brun
V	0.55		brun pâle	violet bleu
VI	0.61		brun pâle	violet bleu
VII	0.89		brun pâle	jaune vert
VIII	0.97	brun	gris-bleu pâle	brun-rouge

a) après vaporisation de H₂SO₄ à 50% ;

b) suivie de chauffage à 110°C pendant 2 minutes ;

c) après le même traitement et lecture sous U.V.

N.B. Le solvant est constitué d'un mélange cyclohexane-acétate d'éthyle 80:20.

TABLEAU II

Rf et Rs des stérols standards et d'*Actaea rubra* sur plaque de Kieselguhr imprégnée d'huile minérale

		Rf	Rs
Stérols d' <i>Actaea rubra</i>		0.35	0.77
		0.41	0.89
		0.46	1.1
Stérols – standards	β -sitostérol	0.35	0.76
	stigmastérol	0.41	0.89
	cholestérol	0.46	1.00

nous procurer des échantillons standards d'alcools triterpéniques pour fins de chromatographie en phase vapeur, l'identification de ces composés dans la graine d'*Actaea rubra* s'est faite par comparaison de leurs temps de rétention avec ceux des alcools triterpéniques connus de l'huile d'olive. Au surplus, plusieurs de ces derniers ont été identifiés dans des conditions analogues à celles qui ont été employées ici. Les travaux de Fedeli *et al.* (1965), Karleskind (1967) et Capella *et al.* (1963) présentent d'ailleurs des chromatogrammes montrant la position de constituants de cette fraction de l'insaponifiable.

Analyse des alcools aliphatiques

Les alcools aliphatiques, rappelons-le, ont la propriété de former des complexes insolubles avec l'urée. Nous inspirant une fois de plus de travaux de Karleskind (1967a et b, 1969) et Chaveron (1967), nous avons réalisé la chromatographie en phase vapeur en utilisant des colonnes semblables à celles

qui ont servi à l'analyse des stérols et des alcools triterpéniques. Les conditions opératoires mises en oeuvre sont absolument les mêmes que plus haut, à l'exception de la température de la colonne. Étant donné que les différents alcools aliphatiques ont des points de fusion très variables, il est préférable d'en faire l'analyse en programmant la température. Initialement fixée à 155°C, cette température croît de 2°C par minute. Les temps de rétention des alcools aliphatiques de la graine d'*Actaea rubra* sont comparés à ceux de standards obtenus de la Compagnie Applied Sciences Laboratories.

Résultats

Dosage de l'insaponifiable

Selon la méthode de l'U.I.C.P.A., 5.00 g d'huile d'*Actaea rubra* donne en moyenne 0.0495 g d'insaponifiable. Ce dernier représente donc aux environs de 1% de l'huile.

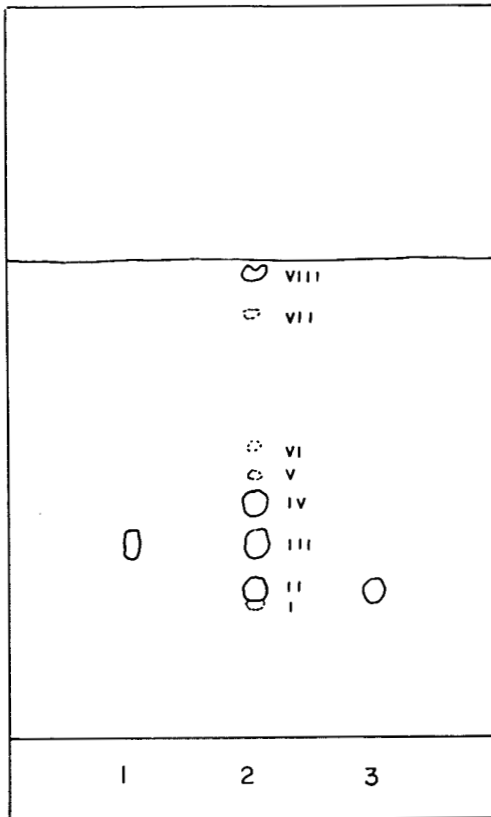


Figure 1. CCM (Silice G) de l'insaponifiable total d'*Actaea rubra* (2) encadré de standards : alcools aliphatiques mélangés (1) et β -sitostérol (3).

Examen qualitatif de l'insaponifiable par chromatographie en couche mince

La chromatographie en couche mince de l'insaponifiable total des graines d'*Actaea rubra* sur gel de Silice G permet sa séparation en 8 différentes fractions. Ce chromatogramme (figure 1) est analogue à celui obtenu par Wolff (1968) dans des conditions analogues.

On y remarque les quatre principaux groupes chimiques présents dans l'insaponifiable d'*Actaea rubra* à savoir stérols (II), alcools aliphatiques (III), alcools triterpéniques (IV) et hydrocarbures saturés et insaturés (VIII). Le tableau I indique les R_f de ces spots et leurs colorations après révélation.

Analyse des stérols par C.C.M. et C.P.V.

Chromatographie en couche mince : La chromatographie d'absorption sur plaque n'a pas permis la séparation des constituants de la fraction stérolique. En revanche, la coloration rose-rouge obtenue après révélation avec H₂SO₄ à 50% étant identique à celle obtenue avec le témoin de β -sitostérol, la présence de ce composé en assez forte proportion pouvait déjà être soupçonnée.

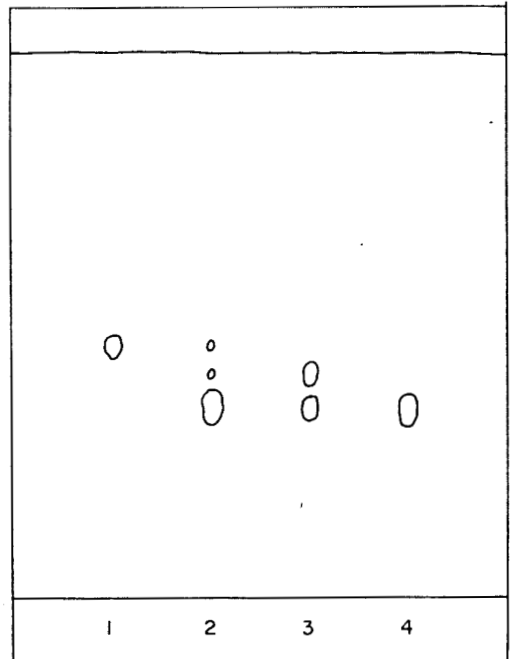


Figure 2. CCM (Kieselguhr G imprégné d'huile minérale) de la fraction stérolique (2) de l'insaponifiable d'*Actaea rubra* encadrée de standards : cholestérol (1), β -sitostérol et stigmasterol (3), β -sitostérol (4).

Comme en fait foi la figure 2, la fraction stérolique chromatographiée sur plaques de Kieselguhr imprégnées d'huile minérale se sépare en 3 spots distincts. Les R_f et R_s (taux de migration par rapport au cholestérol) sont compilés au tableau II.

Le principal constituant de la bande des stérols ainsi chromatographiée a un R_f comparable à celui du β -sitostérol.

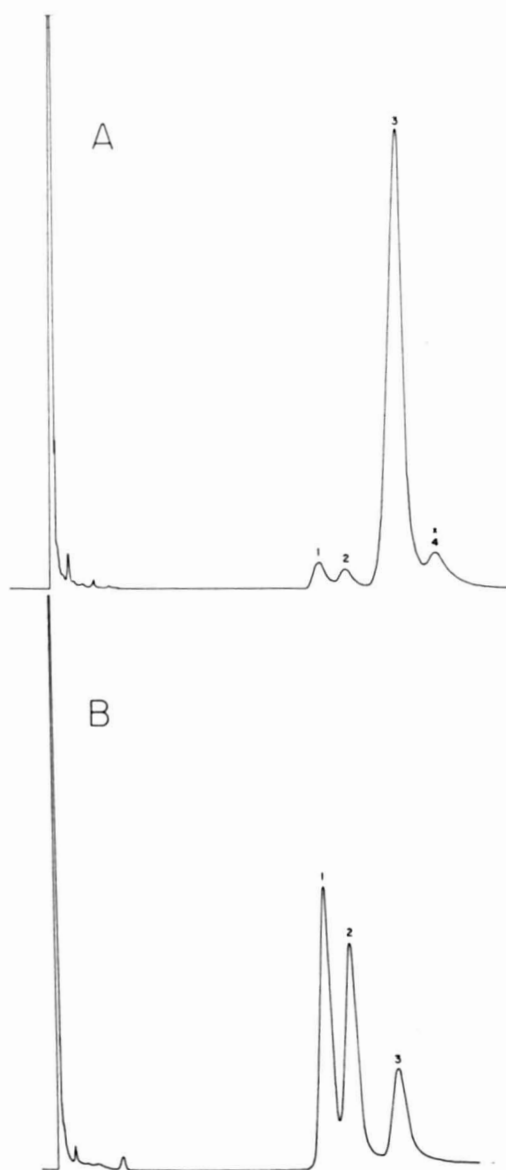
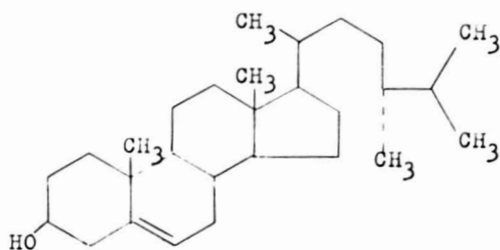


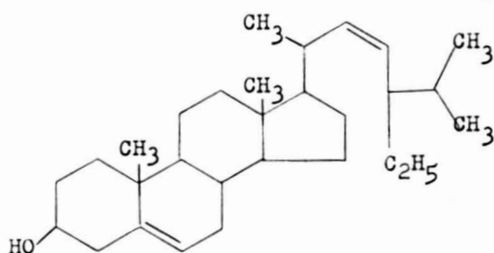
Figure 3. A) C.P.V. de la fraction stérolique de l'insaponifiable d'*Actaea rubra* avec une colonne renfermant 1% de SE-30 sur Chromosorb Q 100/120 mailles. B) C.P.V. de stérols standards dans les mêmes conditions. 1 - Campesterol ; 2 - Stigmastérol ; 3 - β -sitostérol.

Ce spot est surmonté de deux autres taches de moindre importance. La première manifeste un taux de migration semblable à celui du stigmastérol utilisé comme témoin. Toutefois, dans le système utilisé, le stigmastérol et le cam-

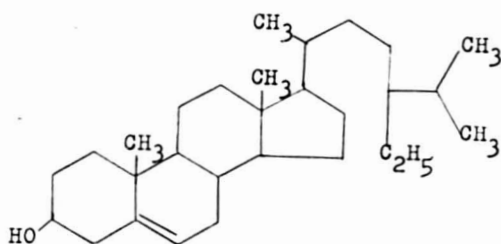
pestérol ne peuvent être séparés de telle sorte qu'on ne peut que soupçonner la présence de l'un des deux ou des deux à la fois. Enfin, le dernier spot possède un taux de migration très légèrement supérieur à celui du cholestérol. Notons néanmoins dès à présent que la chroma-



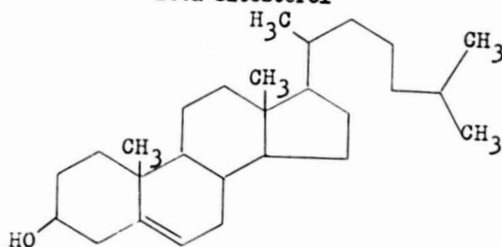
Campesterol



Stigmastérol



Béta-sitostérol



Cholestérol

TABLEAU III

Pourcentages relatifs des stérols d'*Actaea rubra* et leurs temps de rétention

	% calculé selon la surface des pics	% calculé selon le poids des pics	Temps de rétention en minutes
Campestérol	3.5	4.5	18.8
Stigmastérol	2.0	3.5	21.0
β -sitostérol	94.5	92.0	24.0
pic "4"			26.8

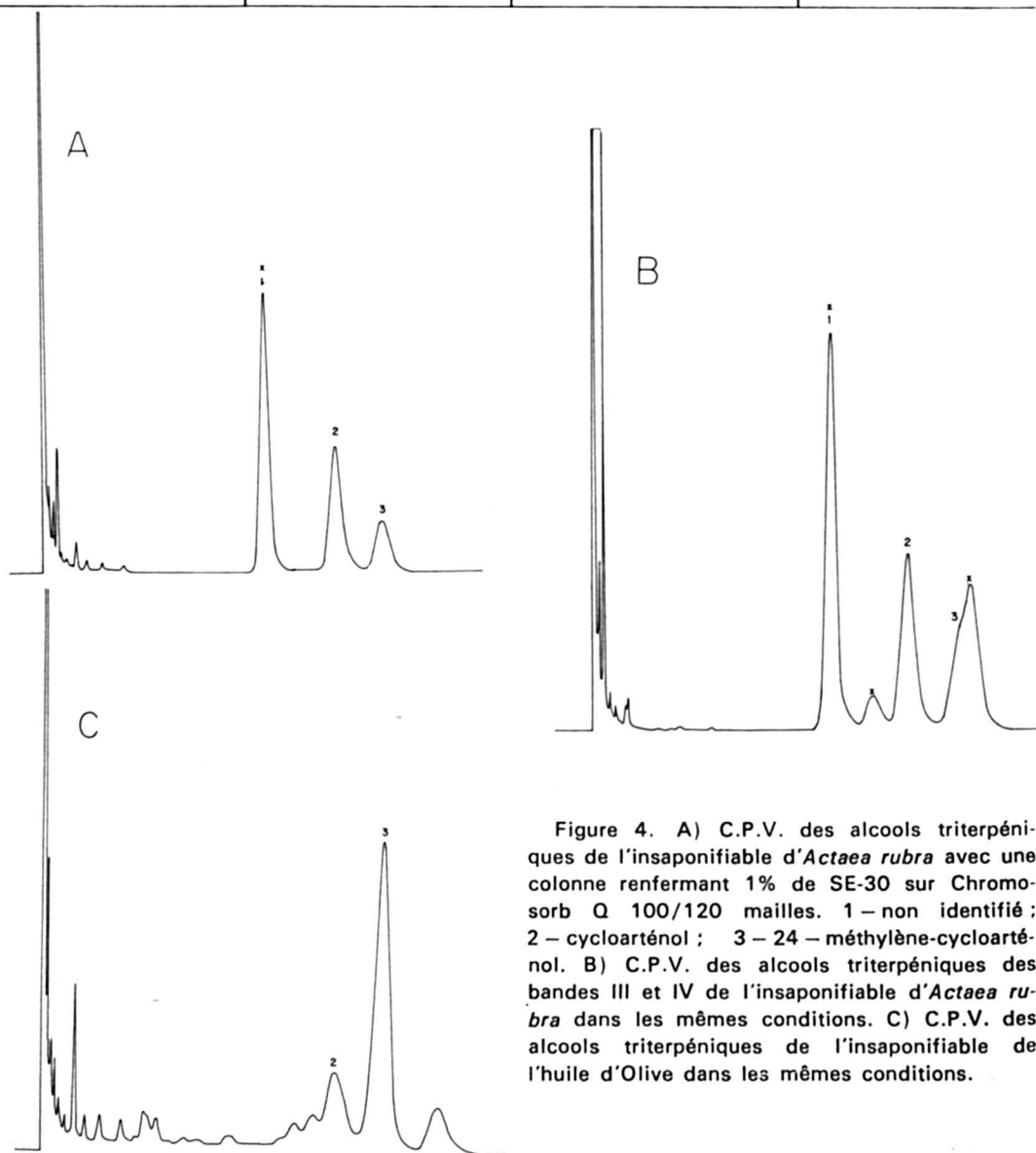
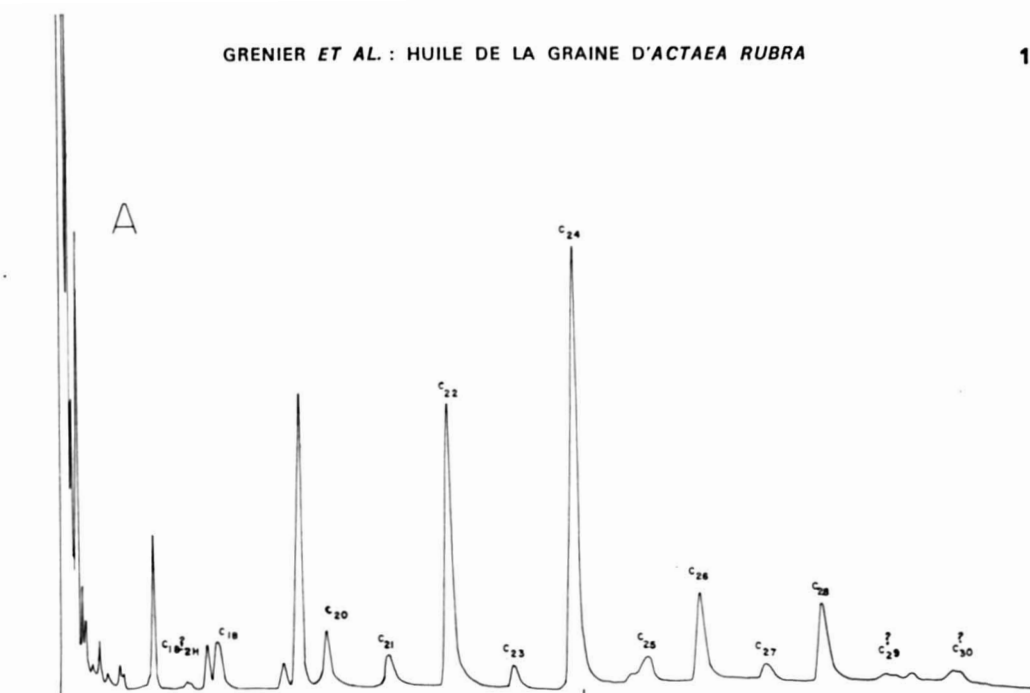


Figure 4. A) C.P.V. des alcools triterpéniques de l'insaponifiable d'*Actaea rubra* avec une colonne renfermant 1% de SE-30 sur Chromosorb Q 100/120 mailles. 1 - non identifié; 2 - cycloarténol; 3 - 24 - méthylène-cycloarténol. B) C.P.V. des alcools triterpéniques des bandes III et IV de l'insaponifiable d'*Actaea rubra* dans les mêmes conditions. C) C.P.V. des alcools triterpéniques de l'insaponifiable de l'huile d'Olive dans les mêmes conditions.



tographie en phase vapeur semble plutôt révéler l'absence de cholestérol. Il est à signaler aussi que les Rf obtenus ici sont inférieurs à ceux publiés par De Souza *et al.* (1969). Ceci peut s'expliquer par le fait que le degré d'imprégnation des plaques est difficilement contrôlable.

Chromatographie en phase vapeur

La figure 3 qui représente un chromatogramme de la fraction stérolique d'*Actaea rubra* révèle la présence de campestérol, de stigmastérol et de β -sitostérol. Cette identification est menée en comparant les temps de rétention correspondant à ces pics et ceux de standards dont le chromatogramme est également illustré. Ce contenu en stérols est d'ailleurs analogue à celui de la plupart des huiles végétales. Quant au quatrième et dernier pic, ce n'est probablement pas un stérol. En effet, la chromatographie de la bande qui se trouve juste au-dessous des stérols, lors de la séparation en couche mince, révèle que ce quatrième pic lui appartient.

Il est possible en calculant la surface des pics d'apprécier le pourcentage relatif de chacun de ces stérols. Le tableau

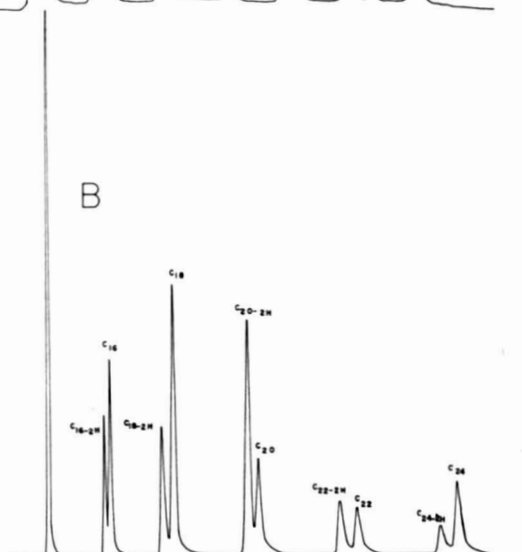


Figure 5. A) C.P.V. des alcools aliphatiques de l'insaponifiable d'*Actaea rubra* avec une colonne renfermant 1% de SE-30 sur Chromosorb Q 100/120 mailles. B) C.P.V. des alcools aliphatiques standards dans les mêmes conditions.

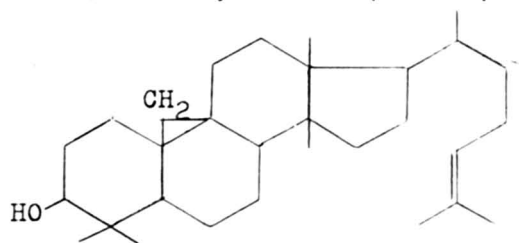
III donne le résumé de la situation à ce sujet de même que les valeurs des temps de rétention.

Analyse des alcools triterpéniques

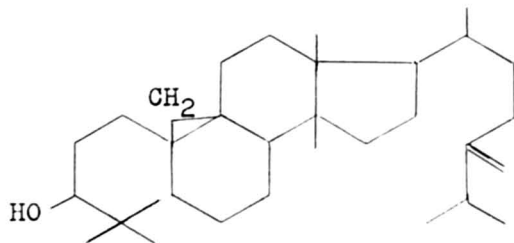
Contrairement à la fraction stérolique qui, qualitativement, varie très peu d'une huile végétale à l'autre, la fraction des

alcools triterpéniques présente une grande diversité de composition. L'identification de ces constituants demeure toutefois malaisée, et il n'existe à peu près pas dans le commerce de préparations d'alcools standards.

La figure 4 reproduit le chromatogramme en phase vapeur de la bande des alcools triterpéniques et montre 3 pics. Le premier n'a pu être identifié. Quant aux deux autres, par comparaison avec les alcools triterpéniques de l'huile d'olive, on est justifié de penser qu'il



Cycloarténol



24-méthylène-cycloarténol

s'agit, dans l'ordre, du cycloarténol et du 24-méthylène-cycloarténol.

Les travaux déjà cités effectués sur de nombreuses huiles végétales confirment d'ailleurs la présence de cycloarténol dans toutes les huiles analysées. Une telle ubiquité est moins absolue en ce qui concerne le 24-méthylène-cycloarténol dont l'absence a été remarquée entre autres dans l'huile de colza.

Une séparation des constituants des bandes III (alcools aliphatiques) et IV (alcools triterpéniques) par complexation avec l'urée suivie d'une chromatographie

en phase gazeuse des alcools non complexés montre que les alcools triterpéniques ne sont pas localisés uniquement au niveau de la bande IV. En consultant le chromatogramme des alcools triterpéniques contenus dans les bandes III et IV, on retrouve évidemment les trois alcools triterpéniques mais également deux autres pics. Leur identité n'a pu être précisée.

Analyse des alcools aliphatiques

Le contenu de l'huile d'*Actaea rubra* en ce qui concerne les alcools aliphatiques ne présente rien de vraiment particulier. Comme dans la plupart des huiles végétales, on rencontre des alcools saturés avec prédominance de la chaîne droite en C_{22} , C_{24} , C_{26} et C_{28} , comme en fait foi le tableau IV. La figure 5 représente les chromatogrammes (phase vapeur) respectifs des alcools aliphatiques d'*Actaea rubra* et des alcools standards.

La proportion des alcools aliphatiques à poids moléculaire élevé par rapport à l'ensemble des alcools aliphatiques est plus importante dans la fraction obtenue par complexation avec l'urée que dans celle obtenue par séparation sur plaque de silice. Ceci pourrait s'expliquer du fait que les alcools aliphatiques à poids moléculaire élevé, étant donné leur polarité moindre migrent dans le voisinage immédiat de la bande IV et que lors de la séparation sur plaque une partie de ceux-ci est enlevée avec cette bande. Aussi peut-on supposer que les rapports en proportions relatives obtenus avec la fraction soumise à la complexation avec l'urée seraient beaucoup plus exacts.

De nombreux pics de la fraction III passent avec les alcools terpéniques lors de la séparation par complexation avec l'urée. Ceux autour de C_{30} sont probablement des alcools triterpéniques et ceux entre C_{18} et C_{20} des alcools diter-

TABLEAU IV

Les alcools aliphatiques de l'huile d'*Actaea rubra* : pourcentages relatifs et temps de rétention en C.P.V.

Alcool	% relatif	Temps de rétention en minutes
C ₁₈	4.1	9.2
C ₂₀	5.3	15.5
C ₂₁	2.3	19.1
C ₂₂	24.0	22.4
C ₂₃	1.3	26.5
C ₂₄	44.0	30.0
C ₂₅	2.1	34.4
C ₂₆	8.6	37.4
C ₂₇	1.3	42.5
C ₂₈	7.3	44.3
C ₃₀	0.5	52.3

péniques. Un de ces pics migre juste après le C₁₈ et pourrait être du phytol ; il a le même temps de rétention que le principal alcool diterpénique de l'huile d'olive.

Conclusion

À en juger par les résultats obtenus, le profil de l'insaponifiable de l'huile de la graine d'*Actaea rubra* demeure tout à fait classique : ces données sont à rapprocher des résultats qui émanent des travaux réalisés antérieurement sur les acides gras de l'huile. La toxicité de la graine d'*Actaea rubra* est connue depuis fort longtemps ; elle ne peut être imputée à aucune des substances identifiées ici.

Références

- BACON, A. E., 1903. An experiment with the fruits of Red Baneberry. *Rhodora*, 5 : 77-79.
- BENNETT, R. D. and E. HEFTMANN, 1962. Thin-layer chromatography of sterols. *J. Chromat.*, 9 : 359-362.
- CAPELLA, P., E. FEDELI, M. CIRIMELE, A. LANZANT e G. JACINI, 1963. Componenti minori degli olii vegetali. Separazione e studio degli alcooli triterpenici e degli steroli. *Riv. Ital. Sost. gr.*, 40 : 34-39.
- CAPELLA, M., E. FEDELI, M. CIRIMELE et H. CHAVERON, 1964. Sur la composition des fractions stéroliques et terpéniques des lipides extraits des différentes parties anatomiques de la fève de *Theobroma cacao*. *Revue fr. Cps gras*, 11 : 583-589.
- CHAVERON, H., 1967. Détermination de la composition des principales fractions de l'insaponifiable du beurre de cacao. *Revue fr. Cps gras*, 14 : 21-87.
- COLAKOGLU, M., 1966. Données analytiques nouvelles sur les huiles d'Olive. *Revue fr. Cps gras*, 13 : 261-269.
- COPIUS-PEEREBOOM, J. W., 1965. Gas chromatography of phytosterol mixtures. Part I. Identification of phytosterols. *J. gen. Chem.*, October 1965, 325-329.
- COPIUS-PEEREBOOM, J. W. and H. W. BEEKES, 1962. The analysis of mixtures of animals and vegetable Fats. III - Separation of some sterols and sterol acetates by thin-layer chromatography. *J. Chromat.*, 9 : 316-320.

- COPIUS-PEEREBOOM, J. W. and H. W. BEEKES, 1965. The analysis of mixtures of animal and vegetable Fats. V – Separation of sterol acetates by thin-layer chromatography in reversed-phase systems and on Silica Gel G – silver nitrate layers. *J. Chromat.*, 17 : 99-113.
- COPIUS-PEEREBOOM, J. W. C., J. B. ROSS and H. W. BEEKES, 1961. The analysis of mixtures of animal and vegetable Fats. II. The paper chromatography of some sterols, provitamins, vitamins and pentacyclic triterpenoid alcohols. *J. Chromat.*, 5 : 500-514.
- DE SOUZA, N. J. and W. R. NES, 1969. Improved separation of sterols by reversed-phase thin-layer chromatography. *J. Lipid Res.*, 10 : 240-242.
- FAVREAU, G., Y. RAYMOND et J. MASQUELIER, 1969. Étude du pigment rouge isolé des fruits d'*Actaea rubra* Wild. *Naturaliste can.*, 96 (2) : 191-202.
- FEDELI, E., A. LANZANI, P. CAPELLA and G. FACINI, 1965. Triterpene alcohols and sterols of vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 43 : 254-256.
- GRENIER, D., Y. RAYMOND, P.-P. LEBLANC et J. MASQUELIER, 1971. Étude des acides aminés de la graine d'*Actaea alba* (L.) Miller. *Bull. Soc. Pharm., Bordeaux*, 110 : 117-122.
- IKAN, R., 1965. Thin-layer chromatography of tetracyclic triterpenes on silica impregnated with silver nitrate. *J. Chromat.*, 17 : 591-593.
- IKAN, R., S. HAREL, J. KASHMAN and E. D. BERGMANN, 1964. The separation of sterols and corresponding stanols by thin-layer chromatography. *J. Chromat.*, 14 : 504-506.
- IKAN, R., J. KASHMAN and E. D. BERGMANN, 1964. Thin-layer chromatography of tetra – and pentacyclic triterpenes. *J. Chromat.*, 14 : 275-279.
- KARLESKIND, A., 1967. Application de la chromatographie en couche mince et en phase gazeuse à l'étude des insaponifiables. *Chim. analyt.*, 49 : 86-89.
- KARLESKIND, A., 1967. Étude des alcools des insaponifiables. I – Application à l'étude des huiles marines. *Revue fr. Cps gras*, 14 : 251-258.
- KARLESKIND, A., 1968. Application de la chromatographie en couche mince sur plaque de 20 × 40 au fractionnement des insaponifiables. *Chim. analyt.*, 50 : 223-225.
- KARLESKIND, A., 1969. Étude des alcools insaponifiables. 3) Application à l'analyse des mélanges gras. *Revue fr. Cps gras*, 16 : 15-24.
- KINGSBURY, J. M., 1964. Poisonous plants of the United States and Canada. Prentice-Hall, Inc., p. 128-129.
- KNIGHTS, B. A., 1964. Gas chromatographic analysis of plants sterols. Part I – Characterisation of sterol double bonds using the Δ_M Function. *J. gen. Chem.*, May 1964, 160-164.
- MORDRET, F., 1967. Fractionnement chromatographique de l'insaponifiable de l'huile de Colza sur couche mince de silice modifiée. *Revue fr. Cps gras*, 14 : 589-591.
- NELSON, J. P. and A. N. MILUN, 1968. Gas chromatographic determination of tocopherols and sterols in Soya sludges and residues. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 45 : 848-851.
- RAYMOND, Y., G. FAVREAU et D. GRENIER, 1970. Dosage de l'aluminium dans les différents organes d'*Actaea rubra* Wild. *Naturaliste can.*, 97 (4) : 489-490.
- RAYMOND, Y., D. GRENIER, G. FAVREAU et P.-P. LEBLANC, 1970. Les acides aminés de la graine d'*Actaea rubra* Wild. *Naturaliste can.*, 97 (4) : 477-487.
- RAYMOND, Y., D. GRENIER, F. MERCIER et P.-P. LEBLANC, 1971. Étude qualitative des acides gras de la graine d'*Actaea rubra* Wild. *Naturaliste can.*, 98 (6) : 955-958.
- WALBECQ, M., 1964. Notes sur l'étude de l'insaponifiable. I. Extraction de l'insaponifiable dans les corps gras alimentaires. *Revue fr. Cps gras*, 11 : 213-217.
- WALBECQ, M., 1964. Notes sur l'étude de l'insaponifiable. II – Extraction de l'insaponifiable dans les corps gras alimentaires. *Revue fr. Cps gras*, 11 : 465-468.
- WALBECQ, M., 1965. Notes sur l'étude de l'insaponifiable de l'huile d'arachide. III. – Séparation par fractionnement chromatographique. *Revue fr. Cps gras*, 12 : 41-45.
- WALBECQ, M., 1966. Notes sur l'étude de l'insaponifiable de l'huile d'arachide. V – Stéroïdes et alcools triterpéniques. *Revue fr. Cps gras*, 13 : 101-108.
- WOLFF, J. P., 1968. Analyse des lipides et séparation des acides gras par C. C. M. *Qualitas Pl. Mater. veg.*, 16 : 114-125.

COMMUNICATIONS BRÈVES

PREMIÈRE MENTION DE L'*ENDOGONE CALOSPORA* AU QUÉBEC¹

Valentin FURLAN et J.-André FORTIN

*Département d'écologie et de pédologie, Faculté de foresterie et de géodésie
Université Laval, Québec, Québec*

Au cours des quinze dernières années l'étude des mycorrhizes a connu un certain essor. Il a été démontré de façon positive que les mycorrhizes jouent un rôle important dans la vie des plantes. L'intérêt vient surtout du fait que la mycorrhization a un effet bénéfique sur la physiologie générale de la plante. D'après Safir, Boyer et Gerdemann (1971), l'effet bénéfique s'expliquerait par le fait que les hyphes mycorrhizateurs tendent à augmenter considérablement la surface d'absorption des racines, mieux, semble-t-il, que ne le ferait un plus grand nombre de poils absorbants; de plus, les hyphes pénétrant dans le cortex racinaire assurent une meilleure nutrition minérale et un meilleur transport de l'eau vers la racine.

Nous avons récemment trouvé une source importante de spores d'*Endogone*, ce qui nous permettra d'étudier la physiologie de l'association endomycorrhizienne. En juillet 1971, l'*Endogone calospora* Nicolson et Gerdemann (1968) a été récolté en très grande quantité au niveau de la rhizosphère du *Potentilla tridentata* Ait. dans la région de Tadoussac (Québec). Jusqu'à maintenant, cette espèce avait été signalée seulement en Grande-Bretagne, en Nouvelle-Zélande et aux États-Unis (Gerdemann, 1971).

Les échantillons de sol ont été prélevés sous les plants de potentille au voisinage des racines et les spores ont été obtenues par la technique de décantation et tamisage humide du sol (Gerdemann 1955, 1961; Gerdemann et Nicolson 1963). À cette fin, on a utilisé quatre tamis ayant chacun une grandeur de maille différente, soit 500, 250, 149 et 105 μ . Le tamisage nous a donné trois fractions de sol: A (500-250 μ); B (250-149 μ) et C (149-105 μ).

Dans la fraction A, nous avons trouvé une douzaine de sporocarpes ou fragments de sporocarpes ayant des dimensions de 300-500 \times 800-1000 μ (fig. 1). Chacun d'eux était formé par l'association de plusieurs dizaines de spores jaunes dont le diamètre était d'environ 80 μ . Toutes ces spores semblaient rattachées par un hyphes suspenseur, non-bulbeux, de 8-10 μ de diamètre, à une même structure centrale. Quelques hyphes émergeant de cette masse de spores ont été observés; ils sont cloisonnés et forment des anastomoses. Nous ne savons pas pour le moment, si ces spores appartiennent ou non à l'*E. calospora*. Quelques sporocarpes étaient noirs; nous pensons qu'il s'agit là d'un phénomène de vieillissement des spores plutôt que d'une autre espèce.

Dans la fraction B, nous n'avons trouvé ni sporocarpes, ni spores. Par contre, l'extrait de C contenait de nombreuses spores jaunes, de formes et de dimen-

¹ Ce travail a été rendu possible grâce à une subvention du Conseil des recherches agricoles du Québec (LA-71-452).

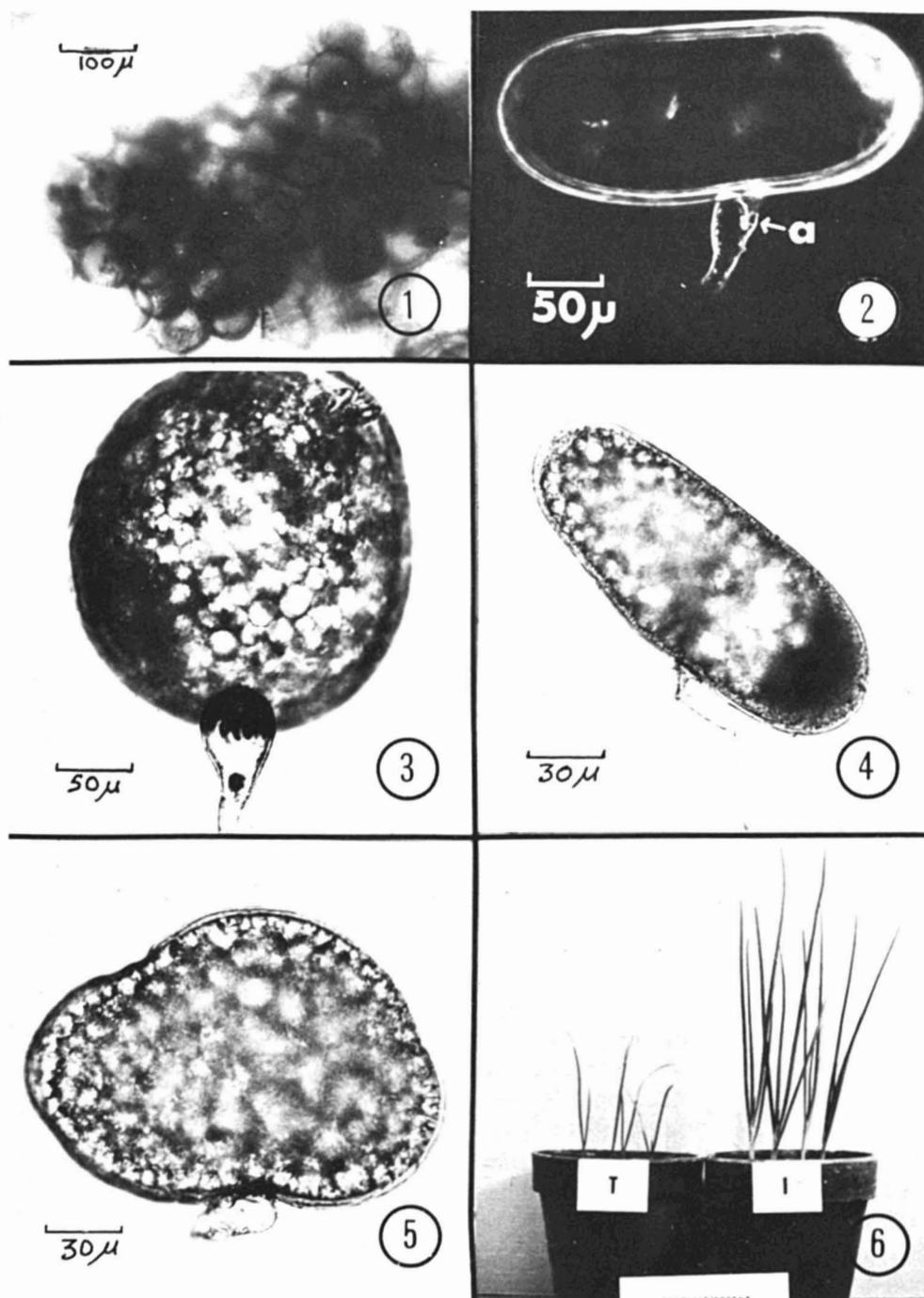


Figure 1. Groupe de spores provenant d'un fragment de sporocarpie appartenant vraisemblablement à l'*Endogone calospora*. Figure 2. Spore allongée de l'*Endogone calospora* montrant une antheridie (a). Figure 3. Spore sphérique de l'*Endogone calospora*, montrant le suspenseur bulbeux. Figure 4. Spore elliptique. Figure 5. Spore trilobée. Figure 6. Plants d'oignons cultivés dans un loam sablonneux pendant 8 semaines (x 1/5). T, Témoin ; I, Inoculé avec l'*Endogone calospora*.

sions très variables : 80×100 à $125 \times 450 \mu$ (fig. 2, 3, 4, 5). Elles renferment de nombreuses gouttelettes d'huile et elles sont entourées par une double membrane. L'hyphé suspenseur est à base bulbeuse et on y distingue dans certains cas une structure hyphale analogue à une anthéridie (fig. 2). Gerdemann nous a confirmé que ces spores sont bien celles de l'*Endogone calospora* Nicolson et Gerdemann. Dans tous les cas observés l'hyphé suspenseur est cloisonné et possède en certains endroits des ramifications en forme d'ergot.

Les racines de potentille, colorées au bleu coton dans le lactophénol, se sont révélées mycorrhizées et les hyphes mycorrhizateurs n'étaient pas cloisonnés. Certains s'étendaient longuement dans le cortex, d'autres étaient enroulés dans une cellule et un autre a été observé au stade de pénétration dans une cellule adjacente ; ce dernier cas s'apparente aux observations faites sur les racines du *Taxus baccata* L. par Prat (1926). Dans les coupes de racines examinées jusqu'à présent, nous n'avons pas trouvé d'arbuscule, ni de vésicule. Cependant, des vésicules de $25-35 \mu$ de diamètre avec une surface pustulée ont été observées dans le mycélium extra-racinaire, ce qui confirme l'identification de l'espèce.

Des expériences, actuellement en cours, sur des plants d'oignons inoculés

avec ces spores nous permettent de constater une compatibilité avec l'*E. calospora* (fig. 6). La stimulation de croissance qui s'ensuit laisse peu de doute sur la capacité de cette espèce à vivre en symbiose avec l'oignon.

D'autre part, ces expériences vont nous permettre de vérifier si les sporocarpes obtenus appartiennent en fait à l'espèce *E. calospora*.

Références

- GERDEMANN, J.W., 1955. Relation of a large soil-borne spore to phycomycetous mycorrhizal infections. *Mycologia*, 47 : 619-632.
- GERDEMANN, J.W., 1961. A species of *Endogone* from corn causing vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Mycologia*, 53 : 254-261.
- GERDEMANN, J.W., 1971. Mycorrhizae. Proceedings of the First North American Conference on Mycorrhizae, 1969. Misc. Publications 1189, U.S. Department of Agriculture, p. 9-18.
- GERDEMANN, J.W. and T.H. NICOLSON, 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. mycol. Soc.*, 46 : 236-244.
- NICOLSON, T.H. and J.W. GERDEMANN, 1968. Mycorrhizal *Endogone* species. *Mycologia*, 60 : 313-325.
- PRAT, H., 1926. Étude des mycorrhizes du *Taxus baccata*. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, 8 : 141-162.
- SAFIR, G.R., J.S. BOYER and J.W. GERDEMANN, 1971. Mycorrhizal enhancement of water transport in soybean. *Science*, 172 : 581-583.

MARCOTTAGE CHEZ *PICEA GLAUCA* (Moench) Voss et
LARIX LARICINA (DuRoi) K. Koch SUR LA CÔTE HUDSONIENNE
 HÉMI-ARCTIQUE, NOUVEAU-QUÉBEC¹

Serge PAYETTE et Francis BOUDREAU

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation et Centre d'études nordiques,
 Université Laval, Québec

Depuis la publication des travaux de Hustich (1949, 1950, 1951, 1953, 1965), les formes de croissance en candélabre sont principalement reconnues chez *Picea mariana* (Mill.) BSP. et chez *P. glauca*. Cependant, cette dernière espèce n'a jamais été considérée comme un taxon produisant de nombreux individus par voie végétative (Hustich, 1953). Des formes de croissance en candélabre n'ont jamais été signalées, à notre avis, chez *Larix laricina*.

ÉPINETTE BLANCHE

La présence d'épinettes blanches en candélabre a été notée par Hustich (1950) en quelques points sur la côte orientale de la "baie James" et sur les terrasses sableuses de Poste-de-la-Baleine, sur le littoral de la "baie d'Hudson". Nos observations permettent d'étendre la distribution de cette forme jusque dans la région du "golfe de Richmond" (ou "lac Guillaume-Delisle"), à proximité de la limite latitudinale des arbres (figure 1). Contrairement à ce que l'on croit, ce type de croissance est largement répandu sur toute la côte hudsonienne hémi-arctique et se retrouve même dans le haut subalpin du mont Jacques-Cartier, en Gaspésie. Même si Maycock (1968) note que les Manitounuk du sud se caractérisent par la présence de quelques épinettes blanches rabougries et en conclut à l'influence prépondérante d'un climat arctique, nous avons pu voir sur tout l'archipel une suite de peuplements forestiers ouverts dominés exclusivement par cette dernière espèce et dont une grande partie des individus se disposent en candélabre ou montrent des signes de marcottage.

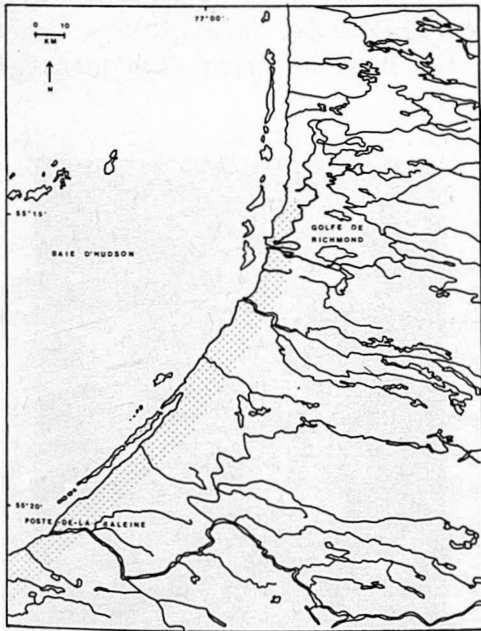


Figure 1. Distribution des marcottes de *Picea glauca* sur la côte hudsonienne hémi-arctique.

¹ Mélanges du Centre d'études nordiques no 55.

Les formes en candélabre étudiées ressemblent en tous points à celles retrouvées chez l'épinette noire (figure 2). Plusieurs individus se présentent aussi sous une forme sensiblement différente, rappelant celle des spécimens méridionaux (par exemple dans la vallée du



Figure 2. Forme de croissance en candélabre chez *Picea mariana* et *Picea glauca*.

St-Laurent), mais le processus de formation est le même. On remarque ordinairement que les branches du tronc pénètrent dans l'horizon organique superficiel du sol, s'enracinent assez fréquemment et ressortent à l'air libre sur une longueur de quelques centimètres, soit sous forme prostrée, soit sous forme de tige (figure 3).

La reproduction par marcottage semble associée ordinairement aux influen-

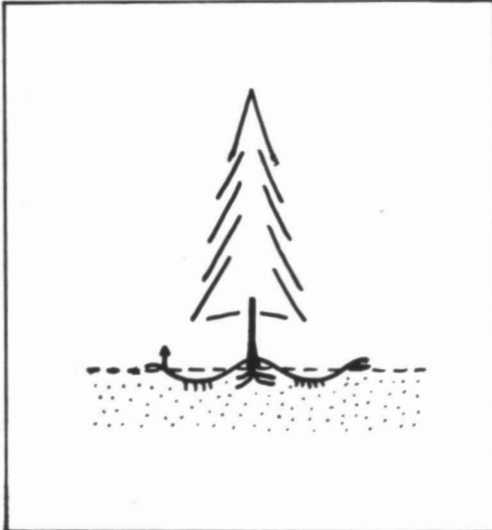


Figure 3. Début de marcottage chez *Picea glauca*.

ces des climats subarctiques et subalpines. L'importance géographique du phénomène le souligne bien. Cependant, il n'en est pas toujours ainsi, notamment chez l'épinette blanche. En effet, la reproduction par marcottage a été observée chez la plupart des individus de cette espèce soumis à une influence éolienne soutenue, particulièrement sur les terrasses sableuses de la rive sud de la Grande Rivière de la Baleine. À la lisière des grandes aires de déflation, les bosquets d'épinette blanche reçoivent annuellement une quantité appréciable de sable. Ce dernier se dépose soit au printemps sur la neige (dépôt nivéo-éolien), soit en été ou à l'automne sur le sol (dépôt éolien). Les branches inférieures du tronc peuvent être complètement ensablées, notamment chez les jeunes individus. Les rameaux ultimes peuvent réapparaître en surface et donner de nouvelles tiges (figure 4). La mise en place du sable accélère en réalité le processus de marcottage, lequel se fait plus lentement dans le cas de



Figure 4. Marcottage chez des plantules de *Picea glauca* soumises à un faible ensablement d'origine éolienne.

l'inflexion des branches en milieu non éolien. Il est possible que cette dernière situation soit même favorisée par l'influence mécanique de la neige, en "forçant" les branches à se diriger vers la surface du sol. En milieu éolien, le marcottage semble conduire à la formation de petits bosquets d'épinette blanche caractérisés, au cours des stades juvéniles de succession de la végétation, par une forte densité de tiges. De tels bosquets se distinguent des peuplements d'épinette blanche non soumis à des apports éoliens importants.



Figure 5. Forme de croissance en candélabre chez *Larix laricina*.

MÉLÈZE

Nous avons observé un seul spécimen se présentant sous forme de candélabre. Il est localisé dans la partie méridionale du "golfe de Richmond", à quelques dizaines de kilomètres de la limite latitudinale des arbres. Il se présente comme un vieux candélabre, la tige-mère étant

disparue et les six tiges secondaires ayant un diamètre (à hauteur de poitrine : dhp) variant entre 13 et 24 cm (5 et 9 po) et une hauteur variant entre 4 et 6 m (15 et 21 pi) (figure 5). Ce mélèze est situé à une altitude de 60 m et colonise un régosol lithique calcaire (calcaire dolomitique du groupe protézoïque Nastapoca).

L'importance de telles formes de croissance et du processus de marcottage sur la côte hudsonienne hémis-arctique nous a amené à poursuivre des études sur leur dynamisme. Une succession végétale est notée au cours du vieillissement du candélabre.

Références

- 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 and James Bay. *Acta geogr.*, 11: 1-83.
- HUSTICH, I., 1951. Forest-botanical notes from Knob Lake Area in the interior of Labrador Peninsula. *Ann. Rep. Bull. natn Mus. Canada*, Ottawa, no. 123, p. 166-217.
- HUSTICH, I., 1953. The boreal limit of conifers. *Arctic*, 6: 149-162.
- HUSTICH, I., 1965. A black spruce feather moss forest in the interior of southern Québec-Labrador Peninsula. *Acta geogr.*, 18: 1-26.
- MAYCOCK, P. F., 1968. The flora and vegetation of the southern Manitounuk Islands, southeast Hudson Bay, and a consideration of phytogeographical relationships in the region. *Naturaliste can.*, 95: 423-468.

ADDITIONS À LA FLORE ADVENTICE DU QUÉBEC¹

Richard CAYOUCETTE

Herbier, Service de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Complexe scientifique, Parc Colbert nord, Sainte-Foy, Québec (10^e)

Chaque année des plantes étrangères à notre flore s'introduisent par des moyens divers. Certaines seront éphémères ; d'autres se tailleront une place dans notre flore ou s'ajouteront à la liste, déjà longue, de nos mauvaises herbes. Quel que soit le sort futur de ces nouvelles venues, il est utile de signaler leur présence dès qu'elle est connue. Il devient alors plus facile de réprimer l'invasion d'espèces qui se montreraient trop agressives. Les quatre espèces suivantes sont signalées au Québec pour la première fois.

Molinia caerulea (L.) Moench — Comté de Papineau, Montebello, côte Angèle, sur gravier; 26 juillet 1971; J. E. Charlebois; (QUE).

Originaire d'Europe, cette belle Graminée a été introduite dans le nord-est des États-Unis. Fernald (1950) lui donne la distribution suivante : Terre-Neuve et depuis l'est du Maine jusqu'à New-York et à la Pennsylvanie. Pour Gleason (1952), cette espèce est présente du Maine à l'Ontario et, vers le sud, jusqu'à la Pennsylvanie. Boivin (1967) doute de la présence du *M. caerulea* à Terre-Neuve mais le signale aux îles Saint-Pierre et Miquelon, en Nouvelle-Écosse et en Ontario. Rousseau (1971), dans son étude sur les plantes synanthropiques du Québec et de l'Ontario, donne cette espèce comme exclusive à l'Ontario. La récolte de M. J.E. Charlebois, botaniste amateur de Montebello, ajoute donc cette Graminée à la flore adventice du Québec.

Alyssum murale Walst. & Kit. — Comté de Papineau, Montebello, spontané dans un jardin; juillet 1971; J. E. Charlebois; (QUE).

Cet *Alyssum* à fleurs jaunes est également originaire d'Europe. Au Canada, selon Boivin (1966), on le rencontre à l'état d'adventice dans le sud-ouest de l'Ontario et en Colombie Britannique. Rousseau (1971) le mentionne pour les comtés de Lambton et de Kent, en Ontario. La récolte de M. Charlebois est la première à être signalée au Québec. Cependant, il est possible qu'on en trouve des récoltes antérieures en revisant, dans les herbiers, le matériel identifié *A. saxatile* L., une autre espèce à fleurs jaunes souvent utilisée dans les parterres. On les distingue facilement l'une de l'autre : *A. saxatile* a des silicules glabres contenant deux graines dans chaque loge ; *A. murale* possède des silicules couvertes de poils étoilés ne produisant qu'une graine dans chaque loge.

Solanum carolinense L. — Comté de Roberval, Mistassini; août 1960; Laval Lord; (QSA).

Cette récolte est conservée dans l'herbier de l'Institut de technologie de La Pocatière. Nommée *S. rostratum* Dunal, je l'ai révisée à *S. carolinense* L. Indigène dans le sud-est des États-Unis, le *S. carolinense* s'est répandu, comme mauvaise herbe, jusque dans les états bordant notre frontière sud. Au Canada, Boivin (1966a) ne le signale qu'en Ontario. Rousseau (1971) ajoute qu'il y est « rare et restreint au sud-ouest de la province ». C'est une plante vivace pourvue d'un puissant système souterrain en-

¹ Contribution n° 135, Service de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Québec.

fonçant profondément ses forts rhizomes, surtout dans les sols sableux. Ses fleurs sont violacées et ses baies, jaune-orangé. Ses feuilles, de forme ovée à elliptique-oblongue, ont une marge irrégulièrement sinuée et grossièrement dentée; elles sont couvertes sur les deux faces de poils étoilés sessiles à 4-8 branches. La tige, les branches et les nervures principales des feuilles sont armées de forts aiguillons droits, de couleur jaunâtre.

Le *S. carolinense* est, aux États-Unis, une mauvaise herbe particulièrement nuisible dans les pâturages établis sur sols légers. Sa présence sur les sables de Mistassini est-elle inquiétante? Le climat fort différent du nord du lac Saint-Jean saura-t-il empêcher la plante de s'établir et de devenir agressive? Ces questions demeurent présentement sans réponse. Le puissant système souterrain du *S. carolinense* nous invite à avoir l'oeil ouvert.

Bidens coronata (L.) Britt. — Comté de Nicolet, Sainte-Marie-de-Blandford, bord d'un fossé dans une culture d'atocas; 15 septembre 1970; Richard Cayouette et Maurice Ferron 10217; (QUE).

Le *B. coronata* est une espèce nord américaine qui se rencontre à l'état indigène depuis le Massachusetts, le sud de l'Ontario et le nord du Wisconsin jusqu'à la Virginie, le Kentucky et le Nebraska au sud (Gleason, 1958). Sa présence au Québec est le résultat involon-

taire de son introduction par l'homme. À Sainte-Marie-de-Blandford, nous en avons observé plusieurs colonies le long des fossés d'irrigation d'une culture d'atocas. Le producteur a fait tailler ces fossés dans la tourbe par de la machinerie spécialisée utilisée à Cape Cod. Les plants d'atocas, une variété cultivée du *Vaccinium macrocarpon* Ait., viennent aussi de Cape Cod. Il est donc plausible de présumer que le *B. coronata* est de même origine et qu'il a été introduit soit par la machinerie, soit avec les plants d'atocas.

Références

- BOIVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada. III — Herbidées, 1ère partie: Digtatae: Dimerae, Liberae. *Naturaliste can.*, 93: 583-646.
- BOIVIN, B., 1966a. Énumération des plantes du Canada. IV — Herbidées, 2ème partie: Conatae. *Naturaliste can.*, 93: 989-1063.
- BOIVIN, B., 1967. Énumération des plantes du Canada. VI — Monopsides, 2ème partie. *Naturaliste can.*, 94: 471-528.
- FERNALD, M. L., 1950. *Gray's manual of botany*. 8th ed. American Book Company, New York, 1632 p.
- GLEASON, H. A., 1952. *Illustrated flora of the Northeastern United States and adjacent Canada*. 3 vols. Lancaster Press, Lancaster, Penna.
- ROUSSEAU, C., 1971. Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario II. Liste des espèces. *Naturaliste can.*, 98: 697-730.

EFFET DU PHOTOPÉRIODISME SUR L'INDUCTION FLORALE CHEZ LE FRAISIER CULTIVÉ¹

Roger BÉDARD

Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec

Le fraisier cultivé se développe végétativement l'année de la plantation. Il forme alors des stolons donnant naissance à de nouveaux plants et à des couronnes secondaires surtout sur les plants les plus développés. Lorsque les jours raccourcissent à l'automne, la croissance ralentit et un certain nombre de bourgeons végétatifs se transforment en bourgeons fructifères. La période de différenciation florale se prolonge tant que les conditions de température la favorisent; subséquemment, la plante entre en dormance pour la durée de l'hiver. La croissance ne reprend qu'au printemps suivant et la floraison des bourgeons initiés l'automne précédent se produit vers la fin de mai sous les conditions de la région de Québec.

La photopériode favorable à l'induction florale du fraisier est de 11 à 12 heures. Elle n'est atteinte, sous nos conditions, que vers le début de septembre et nous pouvons affirmer que la période d'induction n'y est guère supérieure à un mois.

Par des essais effectués en 1968-69, nous avons voulu déterminer si les rendements hâtifs et total des deux cultivars, Cavalier (hâtif) et Sparkle (mi-saison à tardif), étaient influencés par une période d'induction plus hâtive et plus longue que la période normale et natu-

relle. À cette fin, nous avons recouvert des parcelles de fraisier de polyéthylène noir pendant des périodes plus ou moins prolongées débutant à différentes dates au cours du mois d'août 1968. Le plastique était posé chaque soir à 17:00 hres et enlevé chaque matin à 8:00 hres, de façon à donner aux plantes une photopériode de 11 heures. Chaque parcelle était composée de 20 fraisiers plantés en butte. L'uniformité du développement végétatif était très grande à l'intérieur des parcelles. Les traitements ont été les suivants :

T_1	du 2/8 au 15/9	-	44 jours
T_2	du 2/8 au 29/8	-	27 jours
T_3	du 12/8 au 3/9	-	22 jours
T_4	du 12/8 au 15/9	-	34 jours
T_5	du 30/8 au 15/9	-	16 jours
T_0	témoin		

À l'été 1969, les rendements en fruits furent obtenus des différentes parcelles. Les rendements hâtifs sont ceux des récoltes faites avant le 9 juillet pour Cavalier et avant le 14 juillet pour Sparkle.

Chez les deux cultivars utilisés, une période d'induction d'au moins 22 jours (T_1 , T_2 , T_3 et T_4) a été nécessaire pour induire la formation de boutons floraux. Une période de 16 jours (T_5) a été insuffisante, les rendements obtenus à la suite d'un tel traitement ne différant que très peu de ceux du témoin (T_0).

¹ Contribution n° 131, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval.

Traitement	Rendement hâtif (lb/parcelle)		Rendement total (lb/parcelle)		Rendement total en % du témoin	
	Cavalier	Sparkle	Cavalier	Sparkle	Cavalier	Sparkle
T ₁	5.95	8.20	11.67	20.00	187	342
T ₂	5.72	7.51	10.77	17.82	172	305
T ₃	4.44	5.63	9.77	15.48	156	265
T ₄	3.77	4.79	9.09	16.00	145	274
T ₅	1.63	2.28	5.93	7.42	95	127
T ₀	1.85	1.73	6.25	5.85	100	100

Lorsque le cycle a été suffisamment long pour induire la différenciation des bourgeons floraux, les rendements hâtif et total ont été plus élevés lorsque la période du traitement a été plus longue pourvu qu'elle ait été hâtive (T₁ vs T₂). Lorsque le traitement a été retardé de 10 jours, l'effet a été inversé, les rendements hâtif et total étant supérieurs lorsque la période de traitement était plus courte (T₃ vs T₄).

Ces résultats permettent également de voir que l'allongement de la période d'induction florale a été beaucoup plus efficace dans l'augmentation du rendement total de Sparkle que dans celle de Cavalier, comme le montre le tableau ci-dessous.

Il est difficile d'expliquer comment une même période d'induction florale puisse produire un effet beaucoup plus significatif chez un cultivar que chez un autre. Chez les plantes de jours courts, tel le fraisier, l'induction serait liée à un taux faible de gibberelline et élevé d'acide abcissique. Il se peut que les deux cultivars diffèrent génétiquement dans le taux de synthèse et le bon équilibre de phytohormones reliés au phénomène de différenciation florale.

Références

- DEVLIN, R.M., 1969. Plant Physiology. Van Nostrand Reinhold, New York, 564 p.
- WAREING, P.E. and I.O.J. PHILIPPS, 1970. The growth and differentiation in plants. Pergamon of Canada, Toronto, 303 p.

REVUE DES LIVRES

KUKAL, Z., 1971. **Geology of recent sediments.** Academic Press, London et New York. 490 p., 229 tab., 142 fig., 22 photos. 17 x 24.5 cm. Relié, \$17.50.

C'est avec satisfaction que nous accueillons le premier ouvrage général consacré aux sédiments récents. Compte tenu de la grande quantité et de la diversité des travaux consacrés au sujet, il fallait beaucoup d'audace et de persévérance à l'auteur pour réaliser un projet de synthèse aussi ambitieux. Pourtant, il a réussi à condenser dans moins de cinq cents pages une matière contenue dans des dizaines de milliers de pages publiées dans plusieurs langues. L'effort paraît louable et l'auteur mérite certainement des louanges. Toutefois, il serait naïf de croire à la perfection ; la tâche étant trop lourde pour un seul homme, des lacunes subsistent. Mais l'ouvrage a le mérite de combler un vide, de répondre à un besoin en réunissant sous une même couverture une abondante documentation. Les nombreux tableaux entre autres soulignent fort à propos les qualités pédagogiques de ce livre qui s'adresse principalement aux étudiants du second et du troisième cycle universitaire.

Les sédiments récents n'englobent que ceux de l'Holocène, c'est-à-dire ceux des derniers 5000 ans environ. Il aurait sans doute été préférable de considérer aussi les formations meubles du Pleistocène, car la fin de cette époque a été marquée par une forte sédimentation dans les zones jadis recouvertes par les glaciers. Ces sédiments très souvent émergés de nos jours peuvent être étudiés en coupe, ce qui permet une analyse beaucoup plus poussée que celle faite sur les sédiments encore submergés, d'où leur intérêt incontestable.

L'ouvrage est divisé en 28 chapitres. Dans les sept premiers l'auteur aborde les principaux aspects des sédiments : caractéristiques et classification des milieux de sédimentation, altération des roches-substrats fournissant les sédiments, taux d'érosion et de sédimentation, proportion de matériel cosmique dans les sédiments meubles et composantes biologiques des sédiments. Puis il exposa laconiquement, dans la plupart des cas, les propriétés et les caractéristiques des sédiments dans les divers milieux de sédimentation : fluviale, alluviaux, éolien, glaciaire, lacustre, deltaïque, littoral,

estuarien, pré-littoral et marin. Les quatre derniers chapitres sont consacrés aux sédiments calcaires des bassins de faible profondeur, aux changements liés à la sédimentation et à ses causes, aux modifications subies par les sédiments après leur mise en place et aux transitions entre les sédiments récents et anciens, et enfin aux applications que l'on peut tirer de la connaissance des sédiments récents pour l'étude des sédiments anciens consolidés.

Chaque chapitre comprend une bibliographie choisie. L'ouvrage qui est accompagné d'un index des noms d'auteurs et des sujets, est abondamment illustré, principalement de graphiques, et contient 229 tableaux réunissant des données très utiles qui feront le bonheur du maître et de l'étudiant. Si en général les sujets sont assez bien développés, plusieurs questions sont escamotées ; par exemple, celles des mouvements tectoniques et de leurs effets sur la sédimentation, et celle de la présence de matériel cosmique dans les sédiments. De même les propos consacrés à la mer Rouge (8 lignes), aux lacs Aral (7 lignes) et Baikal (12 lignes) sont vraiment insuffisants. L'action des glaces flottantes est presque passée sous silence, l'auteur se contentant d'affirmer que dans les bassins océaniques "*the most active carriers of clastic material are the icebergs*" (p. 152). La distinction entre *tidal flats* des régions froides et tempérées n'est pas faite. De nombreuses fautes de frappe ont échappé aux correcteurs d'épreuves : lacune peu acceptable de la part d'une grande maison d'édition et d'un ouvrage d'un prix relativement élevé. On comprend difficilement comment un lecteur attentif et averti a pu laisser se glisser des inexactitudes comme "*the Bay of Fundy near Newfoundland*" (p. 264).

Bref, cet ouvrage traduit du tchèque, de lecture facile et agréable rendra certainement de nombreux services en attendant un traité plus substantiel et mieux équilibré. Il marque un progrès réel, une prise de conscience bénéfique et souligne de façon non équivoque l'importance d'étudier les formations meubles quaternaires pour mieux comprendre l'odyssée des roches sédimentaires consolidées.

Jean-Claude DIONNE

Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère de l'environnement, Québec

CRAGG, J.B. (Ed.), 1971. *Advances in Ecological Research*, vol. 7. Academic Press, London. xi + 254 p., 24 tab., 24 fig. 16 x 23.5 cm. Clothbound, no price listed.

This seventh volume in the *Advances in Ecological Research* series reviews four very different but very interesting aspects of ecology: heavy metal tolerance in plants, photosynthetic production, fishery research and recent climatic change.

J. Antonovics, A.D. Bradshaw and R. Turner describe species and community reactions to the presence of heavy metals in soils in both natural and industrial situations. They give an especially interesting account of the rapid development of metal-tolerant races and the associated taxonomic difficulties. Mechanisms of metal tolerance are reviewed as are practical implications in biogeochemical prospecting, solubilization of sulphide ores and the establishment of vegetation on industrial waste dumps. The possibility of selecting metal-tolerant races of plants in this last aspect is particularly attractive.

C.C. Black presents data showing that a number of herbaceous angiosperms have developed photosynthetic production capacities two-or-three-fold "normal". The more striking characteristics of these species are large vascular-bundle-sheath cells with unusually high concentrations of cell organelles, photosynthetic light-saturation intensities in the 10,000-12,000 ft range and the probable occurrence of a C_4 dicarboxylic acid cycle of CO_2 fixation in addition to the reductive pentose phosphate cycle. The ecological implications of the impact of such highly-productive species is discussed in relation to "stress" environments.

J.O. Galland's review of the ecological aspects of fishery research concentrates on the development and use of mathematical models of fish populations. This technique, long accepted in fishery research but relatively new and rapidly gaining in importance in terrestrial ecology, is shown to be an extremely valuable approach even if subject to practical restrictions of data collection. Factors affecting total abundance of fish and interaction between species are also discussed.

J.K. Bray has contributed an article of particularly wide interest on climatic change since 2000 B. P. He assembles historical records as well as data on altitudinal and latitudinal

changes in vegetation distribution and on tree, herb and crop growth to illustrate the general synchronicity of climatic change and its impact on man and vegetation. He relates these climatic changes primarily to variations in solar radiation and, secondarily, to volcanism.

All four reviews are well-written and well-presented. They provide an excellent opportunity for biologists to obtain background information in these various fields and to learn of recent developments, some of which have far-reaching implications. Ecologists in particular will find this volume well worth reading.

Carl H. WINGET

*Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec*

ODUM, E.P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. 3e éd. Saunders, Philadelphia. xiv + 574 p., ill. 19.0 x 26.7 cm. Relié, \$12.10.

La troisième édition des *Fundamentals of Ecology* de E.P. Odum, annoncée depuis quelques mois, vient de sortir des presses. Entièrement refondue et considérablement augmentée, cette édition comprend trois nouveaux chapitres, quantité de nouvelles illustrations et un grand nombre de références bibliographiques récentes. Le volume est divisé en trois parties: une première consacrée à l'étude des principes et des concepts, une deuxième intitulée approche par type d'habitat et une troisième comportant les applications et la technologie écologique.

La première partie comprend 10 chapitres consacrés successivement à l'examen des principes et des concepts relatifs à l'écosystème, à l'énergie dans les systèmes écologiques, aux cycles biochimiques, aux facteurs limitatifs, à l'organisation au niveau des communautés et des populations, à la place des espèces et des individus dans l'écosystème, au développement et à l'évolution de l'écosystème et à l'écologie des systèmes incluant l'utilisation des modèles mathématiques. La deuxième partie comporte 4 chapitres intitulés: écologie des eaux douces, écologie marine, écologie estuarienne et écologie terrestre. Enfin, la troisième partie contient 7 autres chapitres portant les titres suivants: ressources, pollution et environnement sain, radio-écologie, télédétection et management des écosystèmes, écologie microbienne, écologie des voyages dans l'espace et écologie humaine appliquée.

Tel qu'expliqué par l'auteur dans la préface, les additions ont considérablement augmenté le nombre de pages du volume. Toutefois, ce dernier peut être utilisé de trois façons différentes : (1) comme un manuel d'écologie "humaine" si l'on s'en tient aux chapitres consacrés à l'examen des principes et des concepts généraux (chapitres 1 à 4), au développement de l'écosystème (chapitre 9) et à l'étude des ressources, de la pollution et de l'écologie humaine appliquée (chapitres 15, 16 et 21) ; (2) comme manuel d'un cours d'éléments d'écologie générale si l'on ajoute aux chapitres précités ceux traitant des facteurs limitatifs et de l'organisation au niveau de la population, de la communauté et de l'écosystème (chapitres 5 à 10) de même que toute la deuxième partie du volume et enfin, (3) le volume au complet avec ses 21 chapitres peut servir pour un cours d'écologie générale du 1er ou 2e cycle, destiné aux étudiants en sciences biologiques pures et appliquées.

Miroslav M. GRANDTNER

*Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec*

SAX, J.L., 1970. **Defending the environment. A strategy for citizen action.** Alfred A. Knopf, Inc., New York, xix + 252 p. + vi. 14.5 x 21.5 cm. Relié, \$8.25.

Joseph L. Sax, l'un des meilleurs spécialistes américains des questions judiciaires touchant l'environnement et professeur de droit à l'Université du Michigan, fait, dans cet ouvrage, le point sur la situation actuelle du droit en matière d'environnement aux États-Unis. Selon cet auteur, la conscience collective de la valeur de l'environnement est à peine naissante. La négligence de la population de n'avoir pas su développer cette conscience collective parallèle à la conscience de ses droits à la propriété privée, explique l'indifférence du citoyen face aux mauvais usages de l'environnement. Par ailleurs, l'inaccessibilité des corps administratifs intermédiaires, dont l'une des tâches est de veiller à l'utilisation rationnelle des biens publics a, elle aussi, selon l'auteur, contribué à cette situation en rendant le citoyen insensible au droit de se plaindre de ses gouvernants. Tout en dénonçant l'inefficacité des administrateurs en matière de politique à long terme sur l'utilisation des ressources naturelles et le jeu des influences personnelles au sein de l'administration, l'auteur propose un programme de réformes incitant les administrateurs et les citoyens

à plus de vigilance dans l'examen des projets mettant en péril l'environnement. Il précise cependant que les controverses à propos de l'environnement ne mettent pas en cause la compétence technique des organismes gouvernementaux mais, plutôt, leur incapacité au niveau du choix des politiques. Ce n'est pas le manque d'informations ou d'évidences lors de l'analyse des projets soumis qui affecte les décisions mais bien l'attitude des administrateurs face aux problèmes soulevés. L'une des raisons réside dans le fait que les dommages causés à l'environnement n'ont malheureusement pas fait partie des préoccupations traditionnelles des bureaucrates. Quant aux citoyens, plus vigilants et plus sensibles à cette dégradation, ils font de plus en plus appel à la Cour pour contester les décisions administratives dans lesquelles il n'a pas été suffisamment tenu compte de l'intérêt du public. Cependant, malgré toute la bonne volonté des juges et les mérites du recours à la justice dont l'auteur fait l'éloge, la Cour n'est pas pour autant l'outil parfait et l'auteur est bien conscient des faiblesses du système judiciaire. Son rôle n'est pas d'élaborer des politiques en matière d'environnement, mais de s'assurer que ces politiques soient élaborées d'une façon rationnelle et en accord avec les aspirations des citoyens. En somme, la Cour sert de catalyseur et non d'usurpateur de l'action législative.

L'auteur déplore surtout l'absence de loi assurant à tous le droit à un environnement décent. On ne doit pas conclure par là, ajoute-t-il, qu'il n'existe pas de protection légale de l'eau, de l'air, etc. . . mais qu'il n'existe pas de protection légale établie comme un droit auquel peut avoir recours le citoyen en sa qualité de membre du public. C'est d'ailleurs le but principal de cet ouvrage que d'établir que le citoyen doit posséder ce droit et que la Cour peut le faire respecter avec la même force qu'elle fait respecter les droits à la propriété privée. Faudrait-il aller jusqu'à une "Déclaration des Droits à l'Environnement" ? L'auteur se montre, à ce sujet, fort sceptique. Selon lui, une telle déclaration ne possèdera pas de fondements réels comme dans le cas des droits à la liberté de presse ou à l'expression religieuse lesquels, malgré toutes leurs incertitudes, incluent une expérience historique spécifique qui leur confère une signification comprise de toute la population.

Bien que le thème de ce livre soit un appel à une plus grande intervention de la justice face à la dégradation de l'environnement, le but de l'auteur n'est pas de contraindre le pro-

cessus démocratique mais, au contraire, de l'améliorer en créant des forces additionnelles pour le citoyen.

Malgré l'optimisme démontré par l'auteur tout au long de son ouvrage, le lecteur reste persuadé qu'une protection adéquate de l'environnement n'est pas imminente. Les réformes proposées aux organismes gouvernementaux ne s'opéreront qu'à la suite d'une prise de conscience individuelle des personnes qui les composent. La Cour, malgré toute la confiance qu'on peut lui porter, doit d'abord établir une certaine jurisprudence dans la façon de concevoir et de traiter les litiges concernant la dégradation et l'utilisation des ressources de l'environnement. Enfin, le citoyen, même s'il est plus sensible et le premier concerné, n'a pas encore vraiment pris conscience du danger de cette dégradation. Tant et aussi longtemps que son indifférence persistera, il ne sera pas question pour lui de prendre des initiatives et d'agir collectivement. Et là encore, lui sera-t-il vraiment possible d'agir ?

Robert GAUTHIER

*Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec*

DETWYLER, T.R., 1971. *Man's impact on environment*. Mc Graw-Hill, Montréal. xii + 731 p., ill. 18 cm x 25.5 cm. Relié, \$6.25.

Il y a quelques mois, est apparu sur le marché un volume qui, à mon avis, tranche sur la majorité des parutions antérieures traitant de l'influence de l'homme sur son milieu. Il s'agit d'une sélection de 52 articles déjà parus dans d'autres volumes et revues scientifiques au cours des dernières années. L'ouvrage se divise en dix

parties qui sont : l'introduction ; les causes fondamentales (une sélection porte sur la crise de l'environnement en Union soviétique) ; l'impact de l'homme sur l'atmosphère et le climat ; l'impact de l'homme sur les eaux ; l'impact de l'homme sur les terres et le sol ; la propagation des organismes par l'homme ; la destruction de la végétation par l'homme (dont un article intéressant sur la défoliation au Vietnam) ; l'homme créateur des végétaux et d'animaux nouveaux ; enfin, les tendances et perspectives. Chaque partie comprend de deux à neuf sélections, chacune précédée d'un commentaire de l'éditeur. Comme tous les articles sont suivis d'une abondante bibliographie, en plus d'une liste de références suggérées pour chacune des parties, le volume représente une source bibliographique importante.

Bien sûr, plusieurs sélections font aujourd'hui à elles seules, l'objet de tout un volume destiné aux spécialistes ; je pense à des articles comme le climat dans les villes, les sources de pollution de l'air, etc. Aussi, dans sa préface, Detwyler souligne avec justesse que la majorité des articles sélectionnés peuvent être lus et assimilés par des profanes avertis. De plus, plusieurs sélections peuvent servir à des cours sur l'aménagement ou la protection des écosystèmes tant pour les gens des sciences de la terre que pour les biologistes, les agronomes, etc. À ceux dont le temps et les moyens ne permettent pas d'acheter et de lire tous les volumes qui se publient sur le sujet mais qui désirent quand même posséder quelques connaissances générales sur l'impact de l'homme sur son milieu, je recommande vivement de choisir *Man's impact on environment*.

Robert JOYAL

*Département des sciences biologiques
Université du Québec à Montréal, Montréal*

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au *Naturaliste canadien* des articles inédits, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des articles courts (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes infra-marginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la liste, à la fin du manuscrit, elles seront citées

par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In : D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

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

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numéroter proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

Original papers in French or in English based on research in basic and applied ecology, taxonomy, morphology and earth sciences will be considered for publication in this journal. The papers will be judged on the basis of their contribution of original data and ideas or interpretation. *Review articles* will not be accepted unless they lead to new and important generalizations. *Short articles* (no more than four pages in the journal) may be accepted as "Communications brèves". They should be distinguished from papers on the basis of scope rather than quality of the research.

GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in double spacing throughout on one side of bond paper 21.5 x 28 cm, and submitted in triplicate to the Secretary of the Editorial Board.

The sequence of material in the manuscript as submitted should be: (1) title; (2) author's name; (3) author's affiliation and address; (4) a condensed running head of no more than 60 letters and spaces (on a separate page); (5) French and English abstracts limited to 300 words; (6) the manuscript proper; (7) on separate pages references, tables (numbered consecutively in Roman numerals) and figure legends (numbered consecutively in Arabic numerals).

MANUSCRIPT DETAILS

The arrangement of the contents should generally be as follows: Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, and References.

In preparing copy please take account of the following remarks: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided and wherever impossible they should be consecutively numbered; (3) either metric or English units may be used; however use of the former is recommended; (4) appendixes should be avoided and will not be usually accepted if exceeding one page.

REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All

papers referred to in the manuscript should be listed alphabetically by first author, according to the following examples:

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In: D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Abbreviations for periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals" (1963 edition).

ILLUSTRATIONS

The first two figures of a manuscript will be free of charge. Additional figures will be charged to the author.

Prints of photographs should be made on glossy paper with a wide range in tone. They should be cropped, mounted with rubber cement on white card-board, and clearly numbered at the right corner of each photograph. Three complete sets of photographs must be included.

Drawings are made with black india ink on white drawing paper and all lettering should be made with a lettering system. All lettering must be sufficiently large to be at least 1.5 mm on final reproduction. One original and two clean copies of each drawing should be submitted.

Drawings and photographs must be made to a scale allowing reduction to an area not exceeding 12.5 x 20 cm, inclusive of captions.

Captions for illustrations should be typed in paragraph form on a separate page. Moreover each illustration should be clearly labelled on back, giving the name of the author and the figure number.

PROOFS AND REPRINTS

Galley proofs will be sent to the author together with an order blank for reprints. The corrected proof with the order for reprints should be returned immediately.

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

Extrait de la revue *Le naturaliste canadien*, Volumes 93 et 94.

Liste des espèces, variétés, formes et hybrides de plantes vasculaires reconnues comme spontanées au Canada. Une bibliographie pertinente précède chaque genre. L'auteur présente la distribution géographique de chacun des taxons au nord des États-Unis, dans une perspective critique. Les botanistes y trouveront une mine de renseignements de première valeur.

An enumeration of the species, varieties, forms and hybrids known as spontaneous in Canada. Nearly all genera are preceded by an essential bibliography of recent monographs and other main papers relevant to each genus in Canada. Each taxon is followed by an abbreviated summary of its distribution north of the U.S.A. A distinction has been made between verified and unverified distributions and, in the latter case, whether or not justifying collections have been located yet.

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Mars-Avril 1972

N° 2

SOMMAIRE

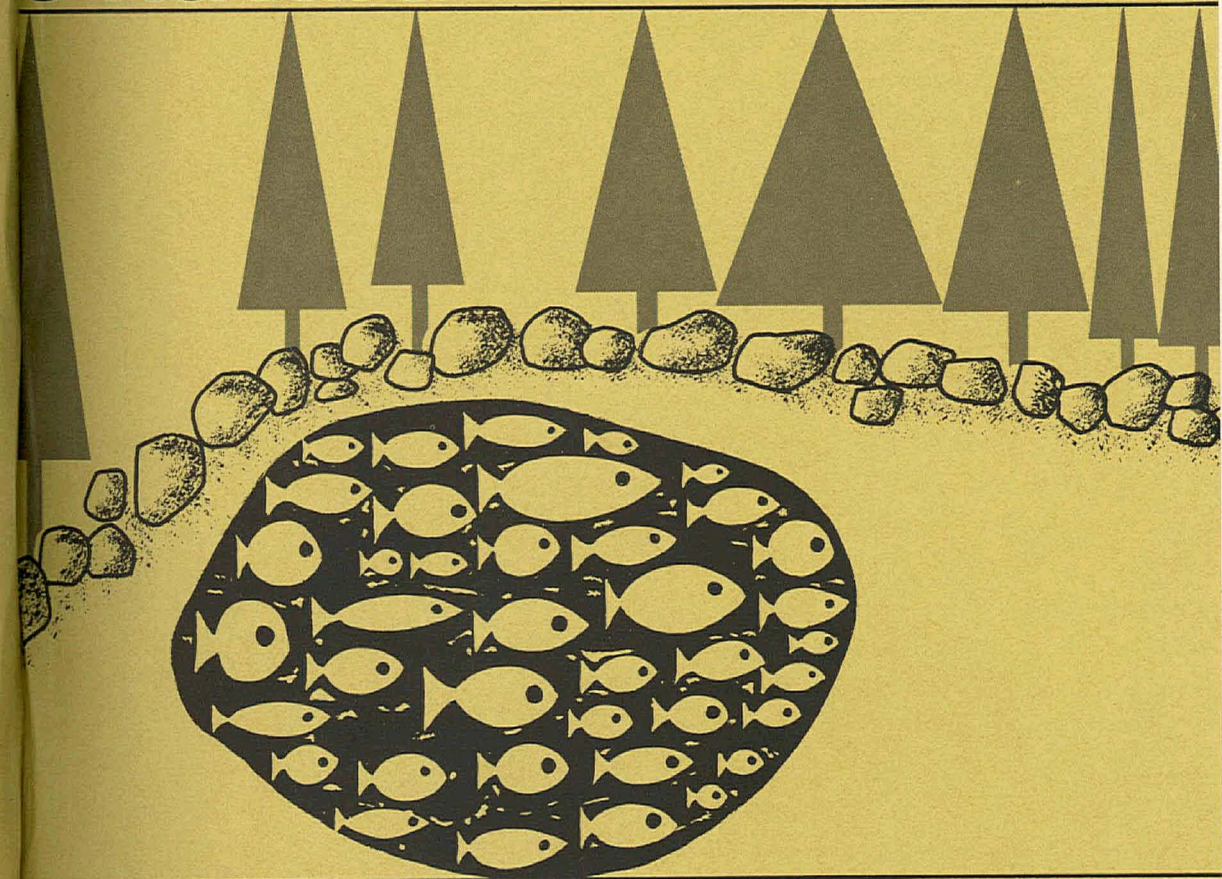
LETENDRE, Michel et Jean-Guy PILON. Écologie des populations de <i>Leptothorax longispinosus</i> Roger et <i>Stenamma diecki</i> Emery dans les peuplements forestiers des basses Laurentides, Québec (Hymenoptera : Formicidae)	73-82
KAMOUN, A. Influence de l'enrichissement en lysine d'une protéine végétale sur l'activité cortico-surrénalienne chez le rat en croissance	83-87
ST-PIERRE, J.-C. et Paul GERVAIS. Influence des coupes différentielles sur les réserves nutritives de la luzerne	89-101
DESCHÊNES, Jean-Marc et Denis MOINEAU. Conditions de germination de quatre mauvaises herbes du Québec	103-114
GRENIER, Denis, Yvon RAYMOND, François MERCIER et Pierre-Paul LEBLANC. Étude qualitative de l'insaponifiable de l'huile de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild	115-126
COMMUNICATIONS BRÈVES	
FURLAN, Valentin et J.-André FORTIN. Première mention de l' <i>Endogone calospora</i> au Québec	127-129
PAYETTE, Serge et Francis BOUDREAU. Marcottage chez <i>Picea glauca</i> (Moench) Voss et <i>Larix laricina</i> (DuRoi) K. Koch sur la côte hudsonienne hémiarctique, Nouveau-Québec	131-133
CAYOUILLE, Richard. Additions à la flore adventice du Québec	135-136
BÉDARD, Roger. Effet du photopériodisme sur l'induction florale chez le fraisier cultivé	137-138
REVUE DES LIVRES	139-142



Volume 99,
n° 3,
mai-juin 1972

BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

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

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAULT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉRIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*

JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*

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 océanographique 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, *Service de la faune du Québec*

A. C. NEISH, *Conseil national des recherches 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 : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

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 **manuscripts** doivent être adressés au **Secrétariat 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 de l'éducation du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec — Deuxième trimestre 1972.

SUR QUELQUES NOUVELLES PSYCHOMYIINES TROPICALES (TRICHOPTERA : PSYCHOMYIIDÆ)

F. SCHMID

Institut de la recherche entomologique, Ottawa

Résumé

Ce travail contient les descriptions de 30 Psychomyiines nouvelles provenant de Guinée africaine, de l'Inde, de Birmanie et de Malaisie et appartenant aux genres *Eoneureclipsis* Kimmins, *Lype* McLachlan et *Tinodes* Leach. Le genre *Eoneureclipsis*, jusqu'ici peu connu, est l'objet d'une étude spéciale car il se révèle être le plus primitif de la famille.

Abstract

Thirty new species of Psychomyiinae belonging to the genera *Eoneureclipsis* Kimmins, *Lype* McLachlan and *Tinodes* Leach are herein described from African Guinea, India, Burma and Malaysia. *Eoneureclipsis* is considered in detail; it appears to be the most primitive genus of the family.

Introduction

Assez peu de Psychomyiines sont actuellement connues des régions tropicales. Aujourd'hui je fais connaître trois nouvelles espèces appartenant au genre *Eoneureclipsis* Kimmins, genre totalement méconnu qui se trouve être de beaucoup le plus primitif de la famille. Une espèce de *Lype* McLachlan est décrite de l'Inde. Ce genre est étonnant par son homogénéité, car les espèces européennes, africaines, orientales et néarctiques ne se distinguent que par de minimes différences. Enfin, 26 nouvelles *Tinodes* Leach sont décrites de Guinée africaine, de Birmanie, de Malaisie et surtout de l'Inde. Ce genre est des plus remarquables par l'amplitude des variations spécifiques aussi bien que par l'originalité des caractères. Sauf

quatre espèces que j'ai récemment décrites de l'Himalaya du Pakistan aucune espèce n'était connue de l'Asie méridionale. Une forme seulement était sûrement connue d'Afrique.

Sauf mention du contraire, tous les insectes ont été capturés par moi-même. Dans les descriptions, seul l'holotype et lorsqu'il y a lieu l'allotype, sont désignés, mais tous les autres spécimens sont étiquetés comme paratypes. Sauf indication différente, tous sont déposés dans la Collection nationale canadienne des insectes, à Ottawa.

Eoneureclipsis Kimmins

Le genre *Eoneureclipsis* fut décrit par Kimmins (1955) pour une espèce nouvelle de Bornéo, *limax*, et placé dans la

famille des Polycentropodides. Ce genre est en réalité un Psychomyiide, et quoique son auteur ne s'en soit pas douté et l'ait bien mal nommé, ses caractères sont si primitifs qu'il est d'un intérêt exceptionnel pour la reconstitution de la phylogénie des Annulipalpes supérieurs.

Chez *Eoneureclipsis*, la taille des insectes est fort grande, la formule calcarienne 3, 4, 4, les trois premiers articles des palpes maxillaires sont subégaux et tous trois assez longs. La forme des ailes est très primitive, fort semblable à celle de *Rhyacophila* et les deux paires sont presque identiques. La nervulation est complète, primitive et ne montre qu'une seule spécialisation : la f1 pédonculée aux deux ailes. Les génitalia du ♂ sont primitifs par le développement normal des appendices intermédiaires et la grande taille du second article des appendices inférieurs, mais la fusion des deux premiers articles est déjà une spécialisation. Les génitalia de la ♀ sont également spécialisés par l'étirement en ovipositeur des derniers segments.

Dans la littérature, les Polycentropodides sont séparés des Psychomyiides par leur formule calcarienne plus primitive : 3, 4, 4, les deux premiers articles des palpes maxillaires très courts et subégaux et la nervulation moins réduite. Les premiers sont généralement considérés comme plus primitifs que les seconds, mais cette opinion est erronée. La majorité des genres polycentropodides sont en effet plus primitifs que les Psychomyiides par la nervulation plus complète et les génitalia de la ♀ du même type que ceux des Hydropsychides. Toutefois, les génitalia du ♂ sont plus spécialisés, principalement par la grande réduction du IX^e tergite et la petite taille et l'état uni-articulé des appendices inférieurs. Certains genres, tels *Cernotina* Ross et *Pahamunaya* Schmid ont une nervulation aussi simplifiée que celle des Psychomyiides et cela par spécialisation parallèle. Il n'y a pas de genre vraiment très primitif parmi les Polycentropodides. *Phylocentropus* Banks l'est beaucoup moins que Ross (1965) l'a affirmé. Sa nervulation est primitive en effet, mais les génitalia sont très spécia-

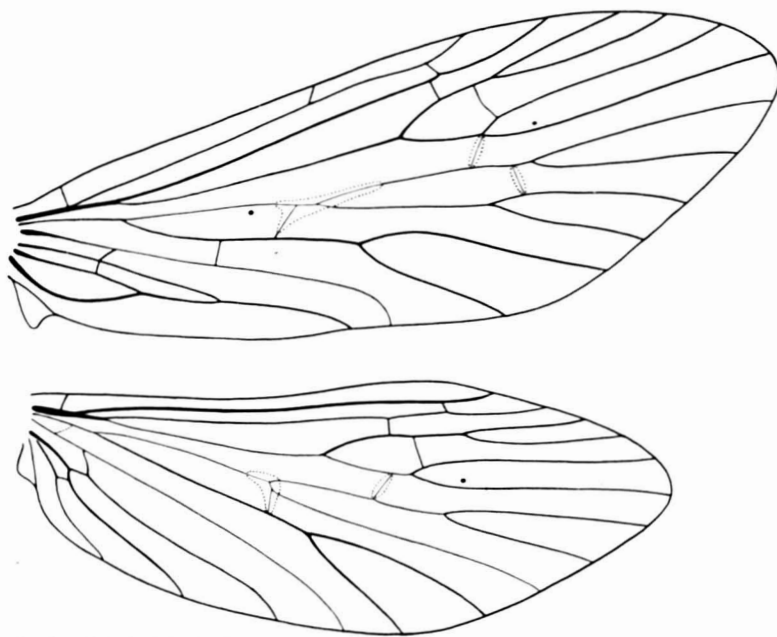


Figure 1. *E. akrichalakchmi*, nervulation.

lisés et cela chez les deux sexes : ceux du ♂ par la perte des appendices intermédiaires et du second article des appendices inférieurs et ceux de la ♀ par la structure du VIII^e sternite.

Chez les Psychomyiides, au contraire, *Eoneureclipsis* est réellement très primitif ; il l'est même plus que le genre fossile *Archaeotinodes* Ulmer chez qui certaines fourches alaires sont plus longuement pétiolées. Tous les caractères d'*Eoneureclipsis* sont primitifs, sauf la f1 des deux ailes qui est courtement pédonculée et les derniers segments de la ♀ qui sont étirés en ovipositeur. La majorité des genres de la famille ont une nervulation simplifiée, mais les génitalia du ♂ sont plus primitifs que ceux des Polycentropodides par le plus grand développement du IX^e tergite et la fréquente rétention du second article des appendices inférieurs.

Les Polycentropodides et les Psychomyiides apparaissent donc comme deux lignées bien distinctes, mais leurs caractères devront être redéfinis, car la formule calcarienne et la longueur des articles des palpes maxillaires ne peuvent plus servir de caractères diagnostiques.

Pour revenir à *Eoneureclipsis*, la cellule discoïdale des deux ailes est courtement ogivale comme chez *Tinodes*. Les génitalia du ♂ sont fort semblables à ceux de ce dernier mais en tous points plus primitifs. Le IX^e tergite est bien développé, velu et pas en discontinuité avec le sternite correspondant. L'appareil phallique est grand, assez simple et avec l'édéage très réduit mais bien visible ; il débute dans le VII^e segment, bien avant la base des appendices intermédiaires ; il est réuni à la face interne du bord supérieur du IX^e sternite par une étroite bande sclérotisée (p. 1 des figures 2 et 5), ce qui n'est pas le cas chez *Tinodes*. C'est probablement là

aussi un caractère primitif, cette connexion maintenant l'appareil phallique parce qu'il n'est pas encore étroitement associé aux appendices intermédiaires, comme chez *Tinodes*. Les appendices intermédiaires sont longs, grêles, simples et libres ; à leur base, ils sont attachés à la paroi interne du IX^e segment, mais moins largement que chez *Tinodes* (p. 2 des fig. 2 et 5). Les appendices préanaux sont moins disproportionnés que chez ce dernier et donc plus primitifs. La plaque basale est moins développée que chez ce dernier et n'a pas encore développé le guide de l'appareil phallique. Les deux premiers articles des appendices inférieurs sont plus ou moins complètement soudés l'un à l'autre, mais la suture est toujours bien visible. Les seconds articles sont bien distincts et très grands. L'ovipositeur de la ♀ est semblable à celui de *Tinodes*.

Dans un travail antérieur (1969), j'ai montré que chez les Trichoptères les génitalia se spécialisent souvent plus rapidement que les ailes. *Eoneureclipsis* est un cas typique illustrant ce phénomène. Les ailes sont très primitives et pourraient appartenir à un Annulipalpe ancestral, alors que les génitalia du ♂ et plus encore ceux de la ♀ sont déjà typiquement psychomyiides.

Je décris ci-après trois nouvelles espèces de ce genre. Chez toutes les trois, les ailes sont uniformément brunâtres et sans macules claires. La taille est comprise entre 16 et 20 mm d'envergure chez le ♂ et 20 et 25 chez la ♀. Je ne décris donc ci-après que les caractères des génitalia. Les quatre espèces maintenant connues sont extrêmement voisines et se distinguent spécialement par la forme de l'extrémité de l'appareil phallique. Il n'est pas possible de les classer par ordre de spécialisation, sauf probablement *limax* qui paraît être la plus primitive par la fusion incomplète des

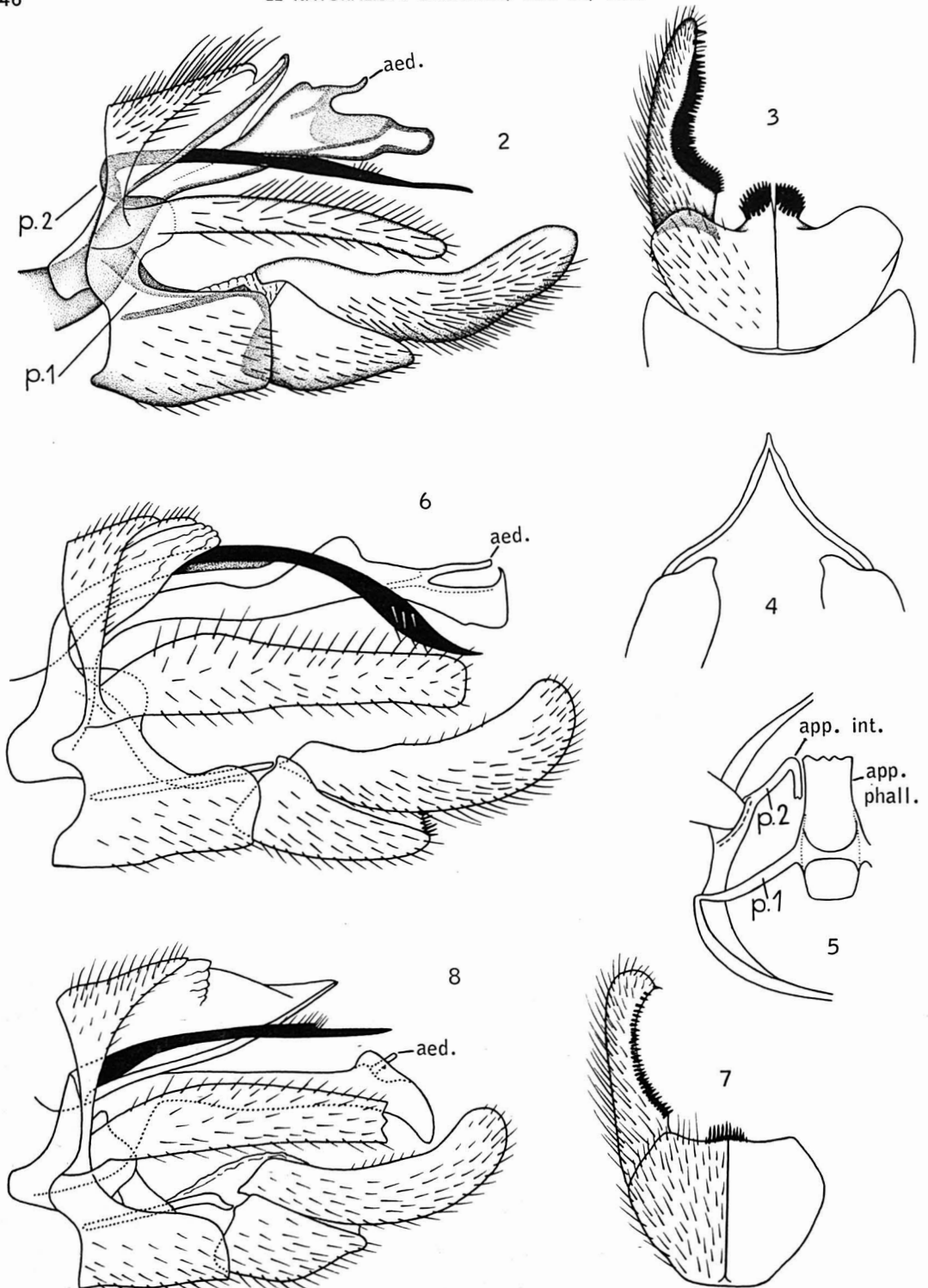


Figure 2. *E. akrichalakchmi*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 3. Appendices inférieurs du même, vus de dessous — Figure 4. Plaque basale des appendices inférieurs du même — Figure 5. Cavité génitale du même, vue de l'arrière — Figure 6. *E. varsikiyja*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 7. Appendices inférieurs du même, vus de dessous — Figure 8. — *E. pravrisija*, armature génitale du ♂, vue de profil.

premiers articles des appendices inférieurs.

Eoneureclipsis akrichalakchmi n.sp.

Nervulation semblable à celle de *Ij-max*, mais avec une nervure transversale entre C et Sc des ailes antérieures (fig. 1).

Génitalia ♂ (fig. 2-5) : IX^e tergite triangulaire et accompagné d'un renforcement sclérotisé grêle. Appareil phallique avec son extrémité assez volumineuse, terminée en un lobe ovale assez grêle et avec l'édéage en position relativement basale. Appendices intermédiaires en longues arêtes régulièrement grêles et rectilignes. Appendices préanaux de taille médiocre et de largeur régulière. Premier article des appendices inférieurs avec leurs angles apicaux internes développés en boutons et armés de forts tubercules spinifères. Seconds articles fortement concaves et armés d'épines à leurs faces internes.

Génitalia ♀ (fig. 9-10) avec les X^e et XI^e segments fortement étirés. La face ventrale du XI^e est longuement frangée de soies noires.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Manipour, Chingsao 13.VI.1960. CNC 11,900.

E. akrichalakchmi (sanskrit, riche en signes auspicioseux) m'est connue des deux chaînes de l'État de Manipour, où elle est assez répandue entre 2,800 et 6,200 pi., près de moyens ruisseaux torrentueux. Elle semble ne voler que durant le gros de la mousson et vient en abondance à la lampe sous la pluie. Je ne l'ai jamais capturée au filet.

Eoneureclipsis varsikiyja n. sp.

Génitalia ♂ (fig. 6-7) : IX^e tergite court et sans épaissements sclérotisés. Appareil phallique avec son extrémité allongée et peu volumineuse ; il est tron-

qué et son angle apical supérieur est relevé en crochet. L'édéage est en position subapicale et atteint presque l'extrémité de l'organe. Appendices intermédiaires forts, largement arqués et épaissis avant leur extrémité. Appendices préanaux très larges et tronqués droit à l'apex. Premiers articles des appendices inférieurs avec leurs angles apicaux internes non proéminents et faiblement armés d'épines. Seconds articles régulièrement concaves vers l'intérieur et également peu armés. Femelle inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Amatulla 17-V-1961. CNC 11,901.

E. varsikiyja (sanskrit, née de la pluie) ne m'est connue que d'un gros torrent, à 1,800 pi., où je l'ai capturée à la lumière.

Eoneureclipsis pravrisija n. sp.

Génitalia ♂ (fig. 8) : partie dorsale du IX^e segment particulièrement volumineuse et renforcée par une bande latérale chitineuse. Appareil phallique avec son extrémité simple, légèrement recourbée vers le bas et concave autour de l'édéage qui est partiellement caché. Appendices intermédiaires en épines grêles, rectilignes, légèrement renflés et velus avant leur extrémité. Appendices préanaux larges et avec leur bord supérieur régulièrement convexe. Les appendices inférieurs ne sont pas différents, en vue ventrale, de ceux de l'espèce précédente. Femelle inconnue.

Holotype ♂ : Birmanie septentrionale, Kambaiti 12-V-1934. Paratypes ♂♂ : Ibid. 30-IV - 12-VII-1934, 2,000-7,000 pi. (R. Malaise) Riksmuseum de Stockholm et CNC 11,902.

E. pravrisija (sanskrit, née pendant la saison pluvieuse) est nettement différente des trois autres espèces par l'apex de l'appareil phallique simplifié.

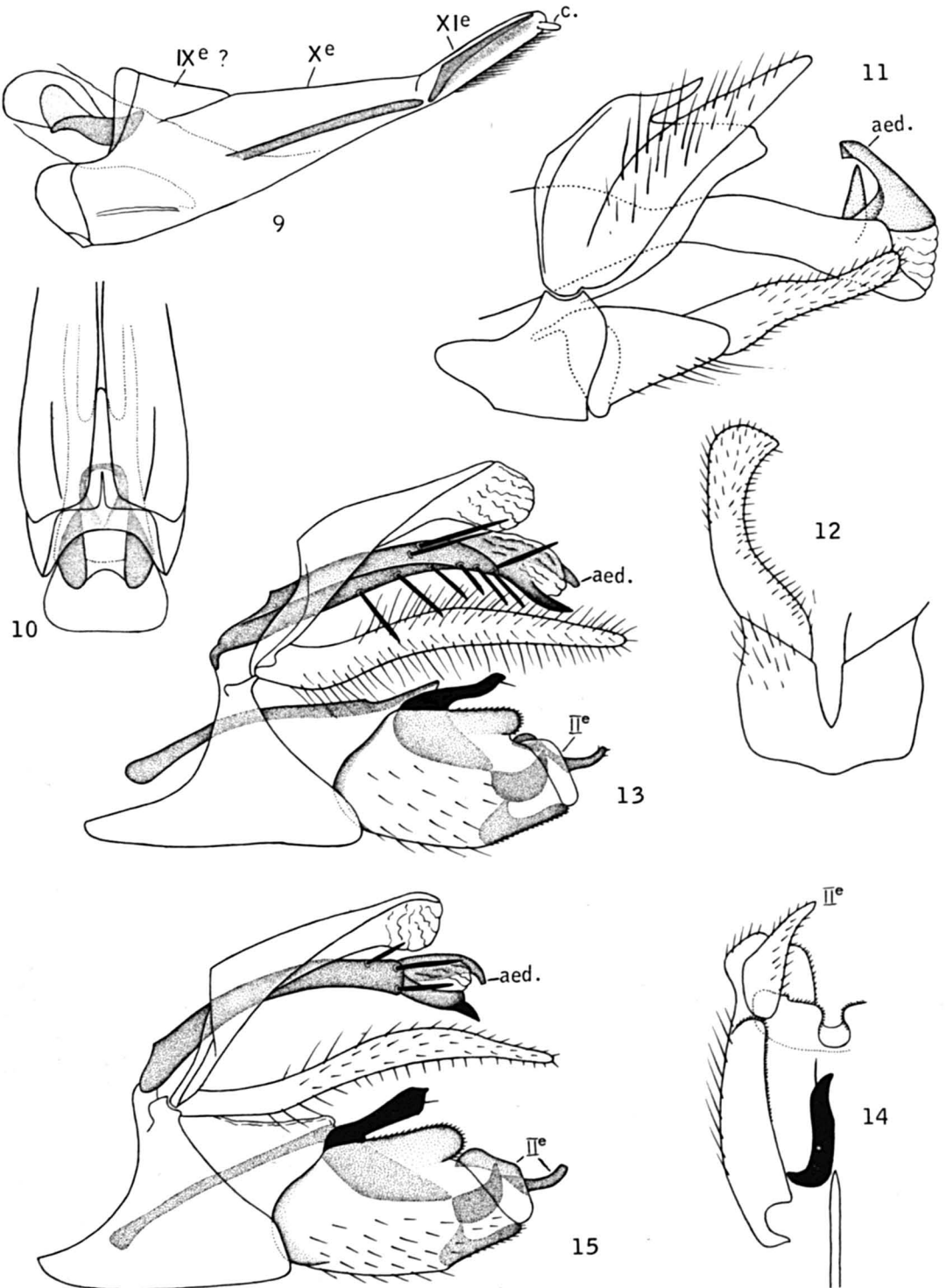


Figure 9. *E. akrichalakchmi*, armature génitale de la ♀, vue de profil — Figure 10. *Id.*, vue de dessous — Figure 11. *Lype dhumravarna*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 12. Appendice inférieur du même vu de dessous — Figure 13. *T. atichastra*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 14. Appendice inférieur du même, vu de dessous — Figure 15. *T. natichastra*, armature génitale du ♂, vue de profil.

Lype McLachlan***Lype dhumravarna* n. sp.**

Cette espèce a exactement le même faciès qu'un *Tinodes* de petite taille, mais elle est facile à distinguer par les caractères génériques de la nervulation. Aux ailes antérieures, la cellule médiane débute bien avant la discoïdale et elle est beaucoup plus longue que cette dernière. La f3 est longuement pétiolée alors que la f4 l'est très courtement ou pas du tout. Aux ailes postérieures, la f2 débute bien avant la f3. Les pattes médianes de la ♀ ne sont que très légèrement élargies. Envergure ♂ ♀ : 8.5-12 mm.

Génitalia ♂ (fig. 11-12) très voisins de ceux de *phaeopa* Stephens et d'*afra* Mosely. La plupart des appendices ont une forme assez variable. La pointe dorsale apicale du IX^e segment varie de longueur et d'épaisseur, le X^e segment est plus ou moins échancré à son extrémité, les appendices préanaux sont plus ou moins grêles et le second article des appendices inférieurs est plus ou moins sinueux. Mais l'espèce est caractéristique par la courbure de la pointe dorsale du IX^e segment. **Génitalia** ♀ formant un ovipositeur moyennement allongé.

Holotype ♂ : Inde, Manipour, Marou 14-VIII-1960. Allotype ♀ : Ibid., Singap 16-17-VIII-1960. CNC 11,903.

L. dhumravarna (sanskrit, fuligineuse) paraît avoir une large distribution en Inde. J'en ai capturé un seul spécimen au Bengale occidental à mi-septembre, à 5,100 pi. et quelques exemplaires en Kameng, en février, mars et juillet, entre 700 et 5,300 pi. Par contre, elle est commune et abondante dans les Khasi Hills, l'État de Manipour et les Lushai Hills où elle vole probablement durant toute l'année entre 200 et 5,000 pi. On la capture au filet aussi bien qu'à la lumière, mais les ♀ ♀ sont considérablement moins nombreuses que les ♂ ♂.

J'ai récolté aussi un ♂ dans les Palni Hills, en décembre, vers 5,000 pi. Ce dernier ne possède pas de pointe dorsale apicale au IX^e segment et le X^e est régulièrement arrondi. Néanmoins, je ne le considère pas comme spécifiquement distinct. Je connais l'espèce de Birmanie septentrionale aussi : Kambaiti 12-16-V-1934 (R. Malaise).

Tinodes* Leach**Tinodes atichastra* n. sp.**

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est particulièrement courte et large ; sa longueur dépasse à peine sa largeur. F3 deux fois et demie plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, f3 débute bien avant f2 et a un long parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ ♀ : 14-18 mm.

Génitalia ♂ (fig. 13-14) : IX^e tergite grand, fortement étiré vers l'arrière et dominant presque complètement les autres pièces génitales. Appendices intermédiaires en longues bandes étroites et très légèrement arqués vers le bas à leur extrémité qui est effilée et armés d'une dizaine de fortes épines hérissées et remarquablement symétriques. Appareil phallique nettement plus long que les précédents, robuste et terminé en un fort ergot en position inférieure, au-dessus duquel l'édéage est bien visible parmi des membranes translucides. Appendices préanaux de la longueur habituelle, mais spécialement larges. IX^e sternite grand, massif et fortement prolongé vers l'avant. Premiers articles des appendices inférieurs en grands ovales irréguliers. Seconds articles assez fortement intégrés aux premiers et apparaissant comme de petites bandes obliques et de forme régulière, de l'intérieur desquelles se détache un ergot sclérotisé, légèrement recourbé vers le haut. Le relief interne des premiers articles est assez complexe ; il y a en particulier

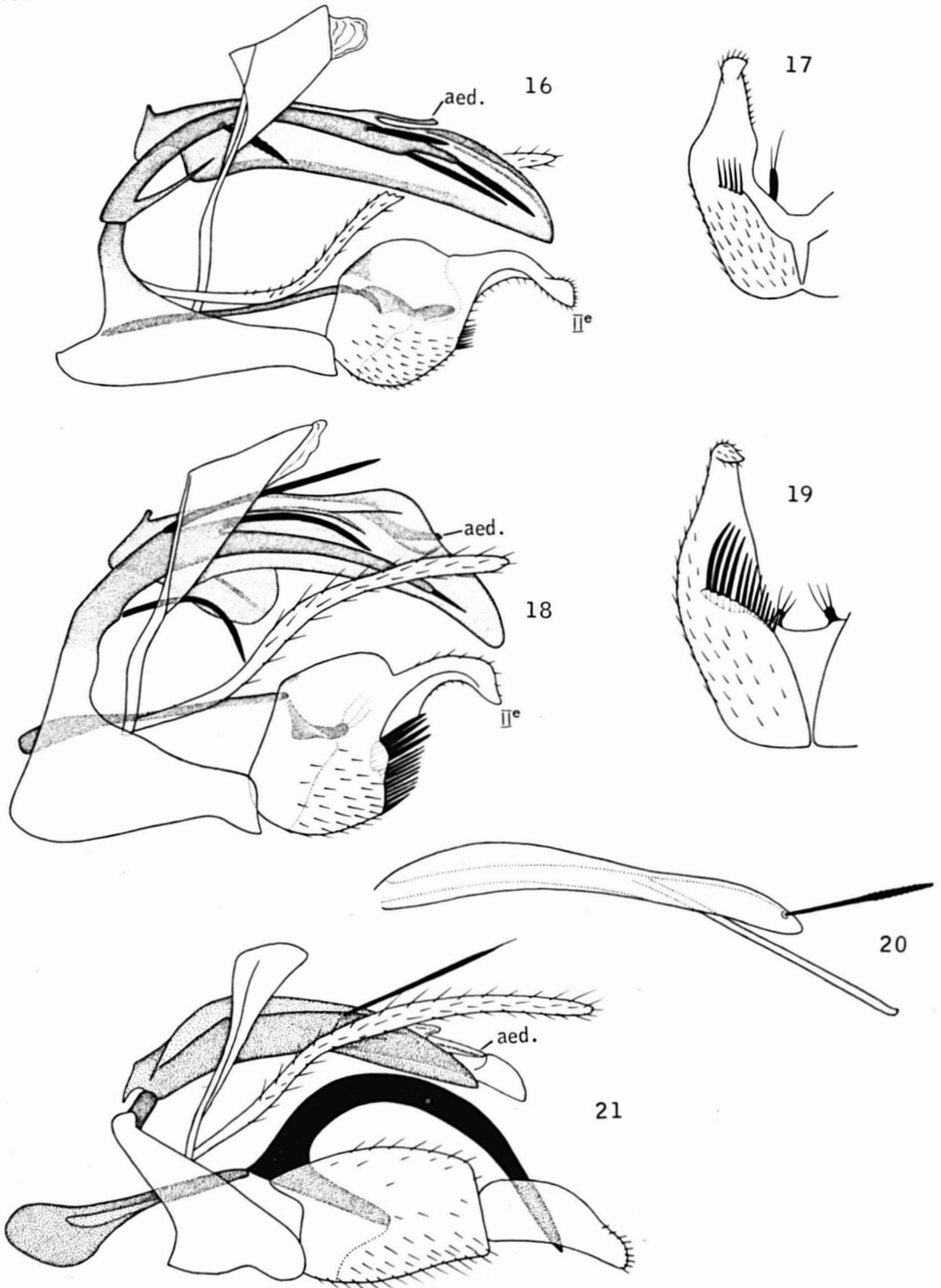


Figure 16. *T. achtachastra*, armature génitale, vue de profil — Figure 17. Appendice inférieur du même, vu de dessous — Figure 18. *T. dirghachastra*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 19. Appendice inférieur du même, vu de dessous — Figure 20. *T. matangana*, appendices intermédiaires et appareil phallique, vus de profil — Figure 21. *T. prithulavi*, armature génitale du ♂, vue de profil.

une haute carène transversale apicale, interrompue en son milieu par une échancrure arrondie. Plaque basale longue et étroite. Guide de l'appareil phallique formant deux lobes pairs, sinueux, assez minces, dirigés vers l'arrière et portant chacun une soie subapicale.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Sikkim, Zomphuk 11-IV-1959. CNC 11,904.

Je n'ai trouvé cette espèce qu'à une seule localité, près de torrents très agités, en jungle dense, vers 7,000 pi., où un certain nombre de spécimens sont venus à la lumière.

T. atichastra (sanskrit, très armée) est la plus grande espèce qui me soit connue de l'Inde. Elle est très voisine de la suivante.

Tinodes natichastra n. sp.

Cette espèce, que je ne connais que par un unique spécimen, est très voisine de la précédente et ne s'en distingue que par quelques caractères (fig. 15). Je l'en crois néanmoins distincte. Les appendices intermédiaires sont de largeur régulière, tronqués droit à leur extrémité et ne portent que trois épines. L'extrémité de l'appareil phallique est un peu différente, comme le sont les seconds articles des appendices inférieurs. Le IX^e sternite est plus massif et le guide de l'appareil phallique forme des lobes plus épais, droits, renflés avant leur extrémité et pointus. Femelle inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Bengale occidental, Bara Hata 22-III-1959. CNC 11,905.

J'ai capturé *T. natichastra* (sanskrit, peu armée) au filet, vers 5,000 pi., près d'un gros ruisseau fortement torrentueux.

Tinodes achtachastra n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoidale est presque deux fois plus longue

que large et la f3 est plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f3 débute avant la f2 et a un court parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ ♀ : 7.5-10 mm.

Génitalia : (fig. 16-17) : IX^e tergite très haut et quadrangulaire à sa partie supérieure. Appendices intermédiaires en longs bâtonnets réguliers, de forme simple, largement arqués et armés d'une très fine pointe basale impaire et de quatre larges épines gladiformes, en position médiane et apicale, remarquablement symétriques. Appareil phallique mince à son extrême base, puis brusquement élargi en une plaque longuement rectangulaire, dont l'angle apical supérieur est arrondi : l'édéage est visible vers le milieu de la longueur de l'organe. Le IX^e sternite est très long et bas. Premiers articles des appendices inférieurs apparaissant subcirculaires, vus de profil, et avec une courte rangée subapicale de petites et fortes soies. Seconds articles entièrement fusionnés aux premiers, en forts lobes légèrement sinueux et lourdement sclérotisés. Plaque basale longue et fine. Guide de l'appareil phallique réduit à deux très petits lobes digitiformes. Envergure ♂ ♀ : 7.5-10 mm.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Sikkim, Chongpung 27-IX-1959. CNC 11,906.

Cette espèce est abondante et largement répandue au Sikkim, où je l'ai capturée de mars à septembre, entre 850 et 6,000 pi., près de petits et gros ruisseaux, en général au filet, mais occasionnellement aussi à la lumière.

T. achtachastra (sanskrit, aux huit épées) est voisine de *dirghachastra* dont elle se distingue principalement par la forme plus régulière des appendices intermédiaires et de l'appareil phallique et par la forme moins accentuée des appendices inférieurs.

Tinodes dirghachastra n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est deux fois plus longue que large et la f3 un peu plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f3 débute avant la f2 et est pointue à son extrémité. Envergure ♂ ♀ : 9-10 mm.

Génitalia ♂ (fig. 18-19) : IX^e tergite longuement triangulaire. Appendices intermédiaires en longues baguettes régulièrement arquées, simples, grêles et armées d'une petite épine apicale et de trois très longues épines basales et médianes. Appareil phallique très grand et de forme complexe ; il apparaît comme une haute plaque évasée en T à son bord supérieur, montrant des concavités latérales et pourvu d'une ailette hémicirculaire en position basale inférieure ; l'édéage est présent mais, en vue latérale, se trouve caché par des ailettes arrondies. IX^e sternite robuste et assez allongé. Premiers articles des appendices inférieurs en parallélogrammes, plus hauts que longs et armés d'une rangée de fortes épines apicales inférieures disposées en peigne. Seconds articles entièrement soudés aux premiers à l'angle apical supérieur des premiers, en lobes forts et recourbés vers le bas. Plaque basale longue et grêle. Guide de l'appareil phallique réduit à un simple bouton pair et sétifère. Envergure ♂ ♀ : 9-10 mm.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Amatulla 24-V-1961, CNC 11, 907.

Cette espèce ne m'est connue que de la localité originale, où je l'ai capturée au filet et à la lumière, près de petits torrents, vers 2.000 pi.

T. dirghachastra (sanskrit, aux longues épées) est proche d'*achtachastra* et s'en distingue par la forme plus accusée de la plupart de ses appendices.

Tinodes matangana Schmid

Tinodes matangana Schmid 1961 : 192, pl. 14, figs. 8-9.

Je n'ai pas capturé cette espèce en Inde, mais disposant maintenant de meilleurs instruments d'optique, je puis ajouter ce qui suit à la description originale. En 1961, je n'avais pas réussi à distinguer les paramères de l'appareil phallique. Je donne donc ici une nouvelle figure de ces pièces d'après un paratype de Murree (fig 20). Les paramères apparaissent comme deux bandes longues et étroites, arrondies à leur extrémité et armées non de deux mais d'une seule paire d'épines barbelées, en position subapicale. L'appareil phallique est une longue baguette simple et très grêle.

Tinodes prithulavi n. sp.

Chez le seul spécimen connu, la cellule discoïdale des ailes antérieures est ouverte et la f3 un peu plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, les f2 et f3 débutent presque au même niveau et la transversale r-m les unit juste à leurs pointes. Envergure ♂ : 9 mm.

Génitalia ♂ (fig. 21) : IX^e tergite très peu développé. Appendices intermédiaires en longues bandes étroites et simples, dont l'apex est moins clairement visible que sur la figure 21, mais probablement très oblique. Leur seule armature est une grande épine très grêle, paire, très effilée à son extrémité et en position presque médiane. Édéage peu visible, de structure confuse et apparemment entièrement membraneux. Appendices inférieurs avec leur plaque basale très largement arrondie à son extrémité. Premiers articles grands, subrectangulaires, avec leurs bords supérieurs bombés, à peine plus minces à leur extrémité qu'à leur base et sans relief interne particulier. Seconds articles grands et robustes, deux fois et demie plus longs que larges, avec leurs bords inférieurs à peine concaves et

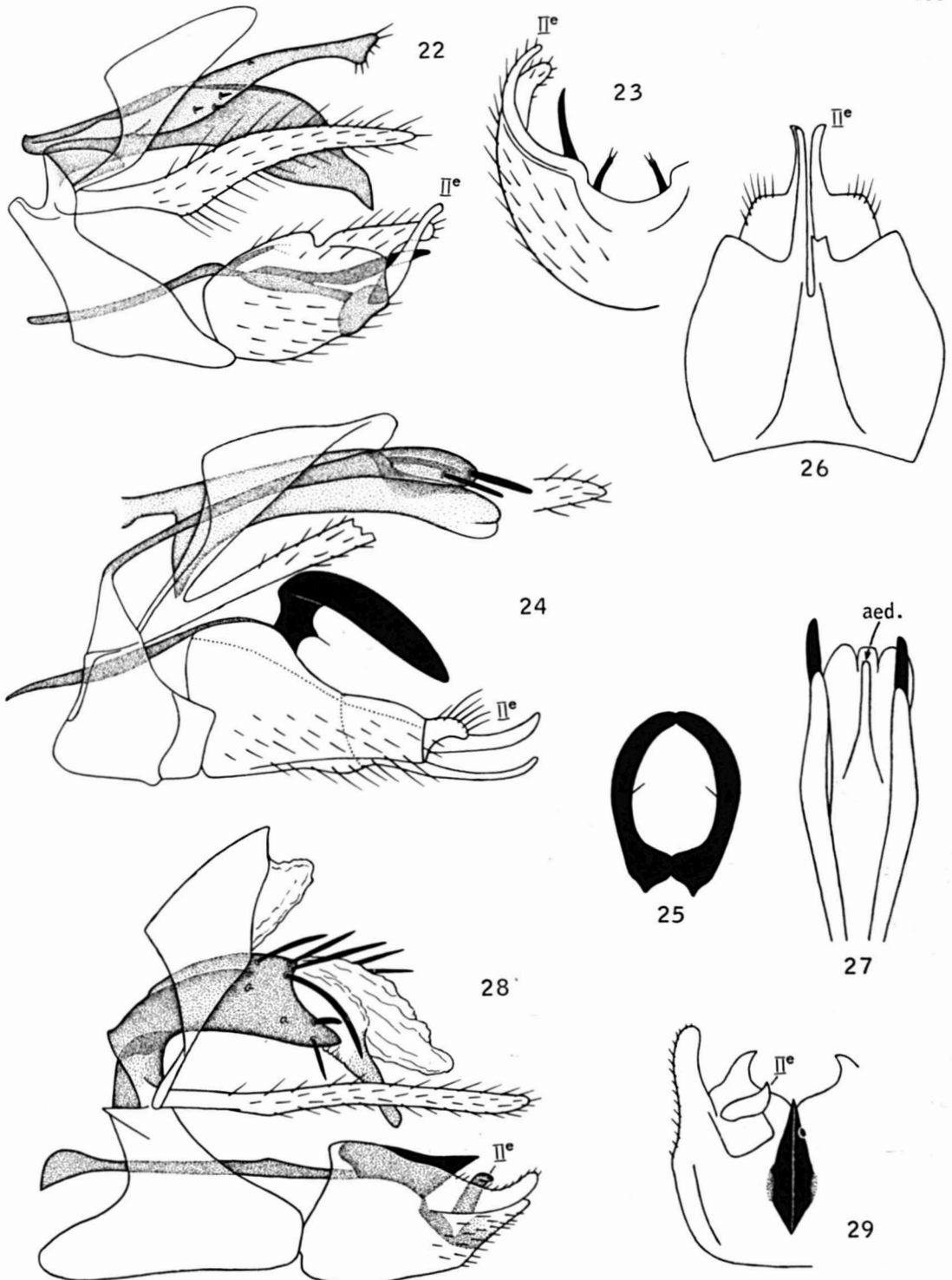


Figure 22. *T. alpachastra*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 23. Appendice inférieur du même, vu de dessous — Figure 24. *T. arala*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 25. Guide de l'appareil phallique du même, vu de dessus — Figure 26. Appendices inférieurs du même, vus de dessous — Figure 27. Appareil phallique du même, vu de dessus — Figure 28. *T. analoka*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 29. Appendices inférieurs du même, vus de dessous.

leurs bords supérieurs largement convexes. Guide de l'appareil phallique pair, de très grande taille, en grêle faucille largement arquée et bien visible au-dessus des appendices inférieurs. Femelle inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Teri Garhwal, Loharkhet 19-IX-1958. CNC 11, 908.

Cette espèce ne m'est connue que par le type, capturé à la lumière près d'un torrent peu abondant, à 5,770 pi.

T. prithulavi (sanskrit, à l'ample faucille) est voisine de *matangana* et s'en distingue par les seconds articles des appendices inférieurs plus robustes et le guide de l'appareil phallique plus grand, plus grêle et plus largement arqué.

***Tinodes alpachastra* n. sp.**

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 est un peu plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f3 débute avant la f2 et a un court parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ ♀ : 8-9 mm.

Génitalia ♂ (fig. 22-23) : IX^e tergite assez allongé. Appendices intermédiaires en longues et étroites baguettes, légèrement épaissis en leur milieu et triangulaires à leur extrémité ; ils sont pourvus de quelques très petites épines médianes et poils apicaux. Appareil phallique très gros, de forme simple, spécialement épais au milieu de sa longueur, anguleux et pointu à son extrémité et sans édéage visible. Le IX^e sternite est assez longuement oblique vers l'avant. Premiers articles des appendices inférieurs grands, subovales, échancrés au milieu de leur bord supérieur et avec leurs angles apicaux supérieurs étirés en lobes obtus et recourbés vers l'intérieur. Seconds articles pas très bien individualisés, en longs bâtonnets grêles, épousant la courbe apicale des premiers, dirigés vers le haut

et croisant leurs lobes apicaux. Plaque basale très grêle. Le guide de l'appareil phallique est peu développé et composé de deux parties paires : un petit lobe grêle portant deux soies apicales et caché derrière le bord antérieur des premiers articles et une longue arête dirigée horizontalement vers l'arrière.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Sikkim, Rongne 21-VIII-1959. CNC 11, 909.

Cette espèce ne m'est connue que du Sikkim où elle paraît être rare. Je l'ai trouvée en mai et août, près de petits et gros torrents, entre 3,000 et 8,000 pi.

T. alpachastra (sanskrit, inerme), ne me paraît voisine d'aucune autre espèce ; elle est très caractéristique par le dédoublement du guide de l'appareil phallique.

***Tinodes arala* n. sp.**

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est presque deux fois plus longue que large et la f3 est plus courte que son pédoncule. Aux ailes postérieures, la f2 est pointue et la f3 a un parcours commun remarquablement long avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 9.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 24-27) : IX^e tergite remarquablement allongé dorsalement. Appendices intermédiaires en bâtonnets simples, très grêles à leur base et s'épaississant légèrement et très graduellement jusqu'à leur extrémité qui est arrondie et armée de deux fortes épines mousses. Appareil phallique simple et épais, formant un fort talon basal inférieur, terminé en trois ailettes arrondies, concaves vers le haut et surmontées par l'édéage qui n'est visible que de dessus. IX^e sternite fort et haut. Premiers articles des appendices inférieurs de grande taille, triangulaires, très hauts à leur base, puis graduellement amincis et tronqués ; leurs angles apicaux médians sont étirés en une longue et très fine arête un peu

recourbée vers le haut. Seconds articles situés dans le prolongement des premiers, en fines arêtes semblables à celles des premiers, mais pourvus d'un fort talon basal latéral. Plaque basale longue et effilée. Guide de l'appareil phallique très grand, bien dégagé, formé de deux lobes épais, arqués l'un vers l'autre et fusionnés à leur extrémité en une boucle ovale. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Mawshuid 12-X-1960. CNC 11, 910.

Cette espèce ne m'est connue que par le type, capturé à la lampe près d'un assez grand ruisseau, vers 1,400 pi.

T. arala (sanskrit, bouclée, courbée) est isolée et sans proche parente. Ses caractères les plus importants sont la forme de l'extrémité des appendices inférieurs et le guide de l'appareil phallique en boucle fermée.

***Tinodes analoka* n. sp.**

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 est courtement pétiolée. Aux ailes postérieures, la f2 est sessile et la f3 a un court parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 11.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 28-29) : IX^e tergite grand, volumineux et très oblique vers le haut. Appendices intermédiaires en bandes courtes, hautes, assez régulières, avec leur bord apical concave et l'angle apical inférieur un peu étiré ; ils sont armés d'une série de grandes épines apicales, droites et courbes. Appareil phallique composé d'une masse membraneuse et érectile, dont l'angle apical inférieur est en court cylindre légèrement sclérotisé qui pourrait être l'édéage. IX^e sternite fort et très allongé. Premiers articles des appendices inférieurs assez grands, volumineux, anguleux à leurs bases et ter-

minée en deux grands lobes ; un supérieur cylindrique et arrondi et un inférieur cônique, aigu et recourbé. Seconds articles en petits lobes fortement réduits et presque entièrement cachés à l'intérieur des premiers. Plaque basale longue et nettement élargie à sa partie antérieure. Guide de l'appareil phallique pas très grand, en simple carène horizontale, inciforme, arrondie à sa partie antérieure et aiguë à son extrémité apicale. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Madras, Erumakoli 10-I-1959. CN C 11, 911.

Cette espèce m'est connue par le type seulement, qui a été capturé au filet près d'un ruisseau de jungle dense, vers 3,000 pi.

T. analoka (sanskrit, obscur) est également une espèce isolée, ne montrant pas de caractères qui permettent de la rapprocher d'une autre.

***Tinodes akanda* n. sp.**

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 nettement plus courte que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f3 est pointue et débute un peu avant la f2. Envergure ♂ ♀ : 8.5-10 mm.

Génitalia ♂ (fig. 30-32) : IX^e segment bien développé. Appendices intermédiaires en larges bandes, graduellement amincis jusqu'à leur extrémité et armés d'une série de fortes épines sub-apicales, de taille irrégulière. Appareil phallique gros, entièrement membraneux, fortement érectile et possédant une forte armature sous forme de deux épaisses épines médianes inégales ; il y a également une plaque apicale supérieure en ovale allongé supportant l'édéage qui est un grêle batonnet sinueux. IX^e sternite peu développé. Premiers articles des appendices inférieurs de taille

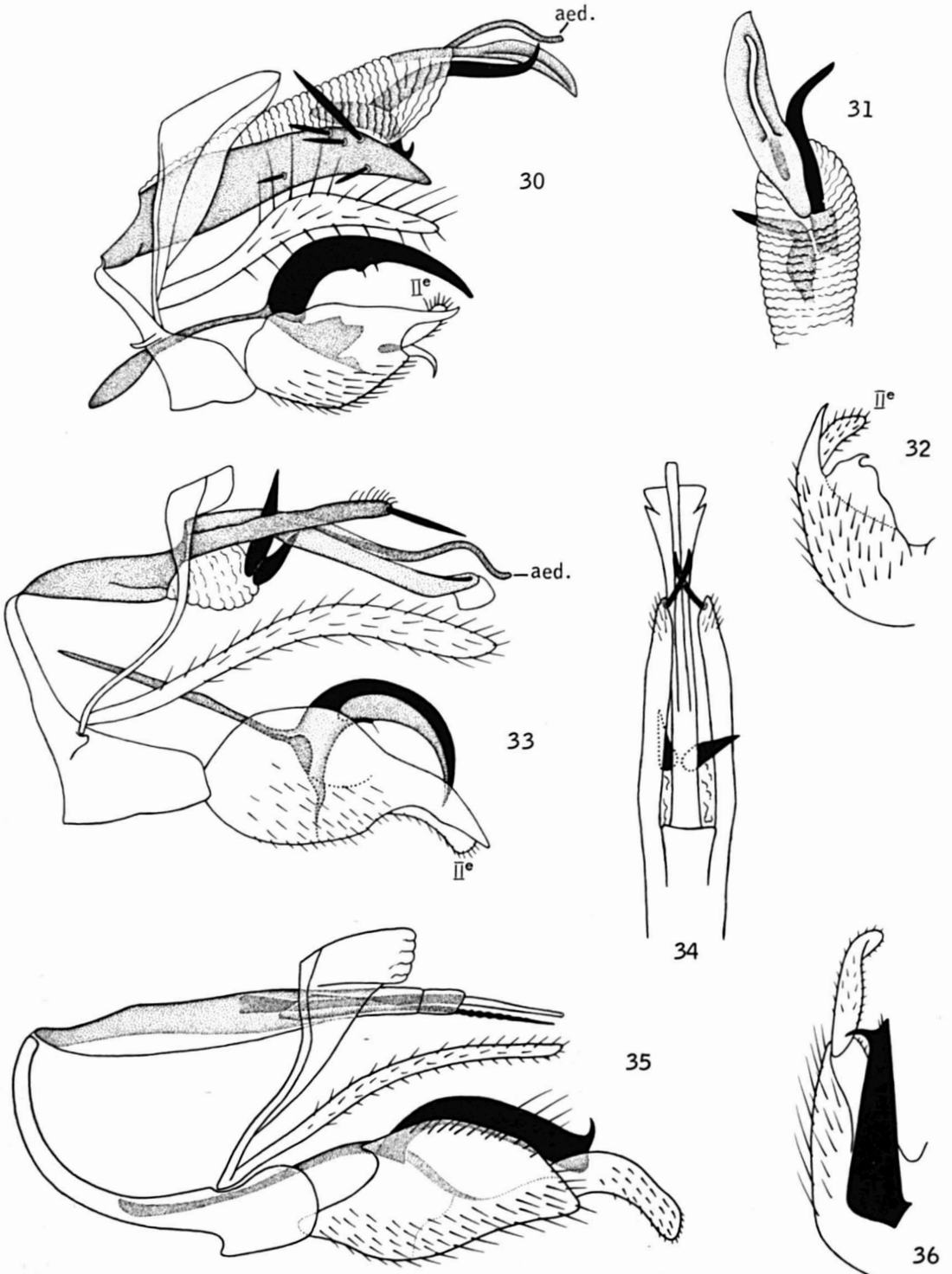


Figure 30. *T. akanda*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 31. Extrémité de l'appareil phallique du même, vue de dessus — Figure 32. Appendice inférieur du même, vu de dessous — Figure 33. *T. lavidhara*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 34. Appendices intermédiaires et appareil phallique du même, vus de dessus — Figure 35. *T. akantaka*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 36, guide de l'appareil phallique et appendice inférieur du même, vus de dessus.

moyenne, avec leurs bords supérieurs rectilignes, leurs bords inférieurs très convexes, les angles apicaux supérieurs très effilés et les angles apicaux inférieurs développés en ailettes triangulaires arrondies et formant une fine pointe recourbée en griffe vers le bas. Seconds articles en lobes simples et peu appa-
rants. Plaque basale de taille moyenne. Guide de l'appareil phallique bien dégagé et en forme de grand ergot arqué vers le bas.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Mawlang 12-1V-1960. CNC 11,912.

Cette espèce ne m'est connue que de deux localités des Khasi Hills, où je l'ai trouvée en janvier et avril, entre 2,000 et 4,000 pi., près de petits et gros ruisseaux, au filet.

T. akanda (sanskrit, inattendu) est très caractéristique par la structure de l'appareil phallique et par là se rapproche de la suivante, mais elle paraît moins spécialisée. Par la forme des appendices inférieurs, elle rappelle *pullulans* et *anibhrita*.

Tinodes lavidhara n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est à peine plus longue que large, alors que la f3 est un peu plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f2 est brièvement pédonculée et la f3 a un court parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 9 mm.

Génitalia ♂ (fig. 33-34) : IX^e tergite minuscule et avec sa base très longue, grêle et sinueuse. Appendices intermédiaires en longs bâtonnets grêles, réguliers et portant deux fortes épines et quelques soies apicales. Appareil phallique assez curieusement constitué. On remarque une partie basale inférieure, membraneuse, érectile et armée de deux

grosses épines côniques inégales ; il y a également une longue plaque supérieure, tronquée à son extrémité, qui supporte l'édéage qui est un très long bâtonnet grêle et sinueux. IX^e sternite bien développé et fortement prolongé vers le haut. Premiers articles des appendices inférieurs très gros et avec leurs extrémités étirées en grands lobes pointus. Seconds articles en simples lobes assez grands et cachés derrière les précédents et de même taille qu'eux. Plaque basale très grêle. Guide de l'appareil phallique falculaire, impair, ayant une section en V ouvert vers le haut, fortement recourbé vers le bas et ayant une forme géométrique remarquablement régulière. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Manipour, Ching-sao 13-VI-1960. CNC 11,913.

Cette espèce n'est connue que par le type, capturé à la lumière à 5,400 pi., près d'un gros torrent très agité.

T. lavidhara (sanskrit, falculifère) est très remarquable par le développement inattendu de l'appareil phallique et s'apparente à *akanda* par ce caractère.

Tinodes akantaka n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 nettement plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f2 est courtement pédonculée et débute bien après la f3 qui a une courte ligne de contact avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 9.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 35-36) : IX^e tergite très haut. Les appendices intermédiaires sont réduits et forment une longue gaine simple et inerme à l'appareil phallique. Ce dernier est composé d'une longue baguette très grêle et peu sclérotisée, qui est peut-être l'édéage, et de deux épines paires, légèrement ondu-

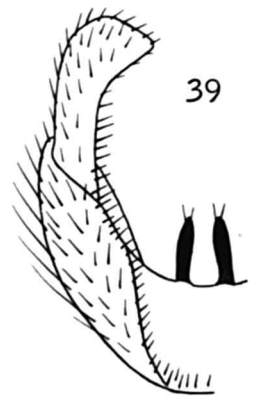
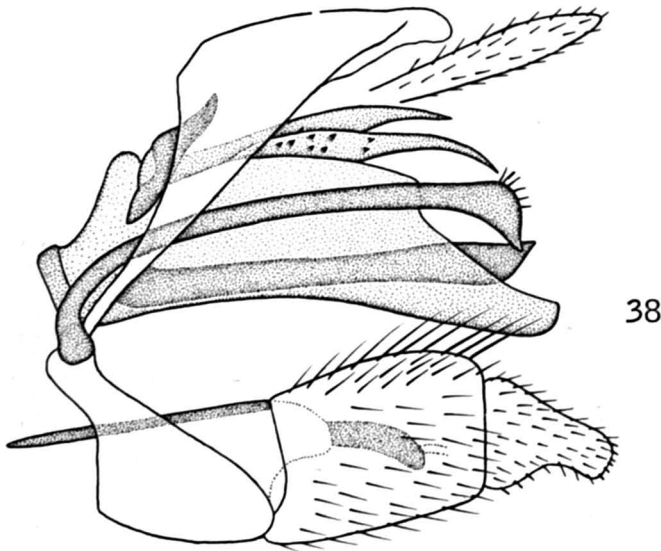
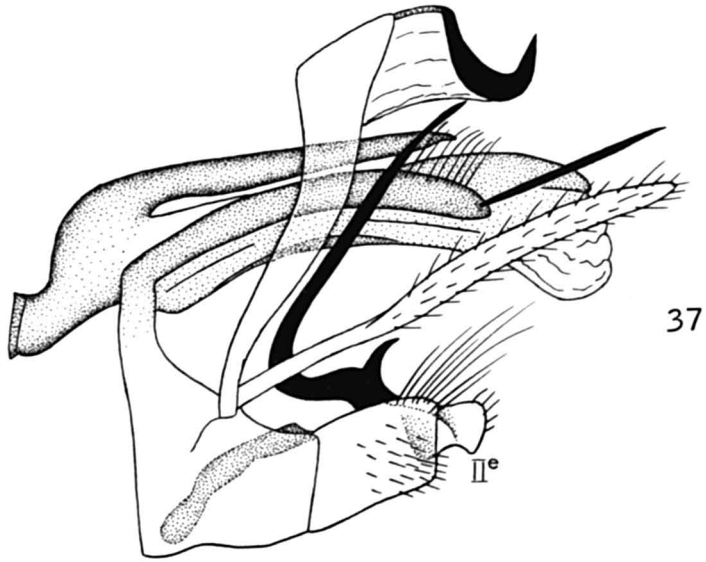


Figure 37. *T. vadichayudha*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 38. *T. adhricha*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 39. Appendice inférieur du même, vu de dessus.

lées, de même longueur et de même minceur. Le IX^e sternite est petit et bas, mais prolongé vers l'avant et le haut en un large arc de cercle. Premiers articles des appendices inférieurs en grands ovales simples. Seconds articles assez grands, en lobes quatre fois plus longs que larges et fortement recourbés vers le bas. Plaque basale très longue et grêle. Guide de l'appareil phallique formant deux appendices pairs, très forts, horizontaux, évasés vers le haut et dont l'angle apical supérieur est recourbé en griffe vers le haut. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Teri Garhwal, Am-pata 8-10-IV-1958. CNC 11,914.

Cette espèce ne m'est connue que par deux spécimens capturés au filet, en avril, vers 3,500 pi., près de ruisseaux moyennement agités.

T. akantaka (sanskrit, sans épines) est une espèce isolée, caractéristique par la réduction des appendices intermédiaires et de l'appareil phallique.

Tinodes vadichayudha n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoidale est grande et deux fois et demie plus longue que large et la f3 est beaucoup plus courte que son pétiole, la cellule médiane étant ouverte. Aux ailes postérieures, la f2 est courtement pétiolée et la f3, qui débute bien avant, a un long parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ ♀ : 10.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 37) : IX^e tergite court mais très haut. Le X^e segment, si peu développé chez les autres espèces, est ici une masse membraneuse pourvue d'un fort crochet en hameçon. Appendices intermédiaires pas très grands, en simples bandes légèrement arquées, arrondis à leur extrémité et armés d'une très longue épine apicale et de quelques poils subapicaux supérieurs. Appareil phallique gros et complexe, avec son

extrémité membraneuse, sans édéage visible et accompagné d'un très long lobe sclérotisé, droit, qui lui est parallèle et inséré en position basale supérieure. IX^e sternite grand et anguleux. Appendices inférieurs de très petite taille ; les premiers articles sont en rectangles simples ; les seconds sont en simples boutons, insérés à l'apex des premiers et un peu recourbés vers le bas. Plaque basale réduite, mais assez forte. Guide de l'appareil phallique pair et curieusement développé ; c'est une très longue épine recourbée vers l'avant puis vers le haut, grêle et droite ; elle est accompagnée par un court ergot basal, recourbé vers l'arrière.

Génitalia ♀ courts comme ceux *wagneri* Linné et avec un appareil vaginal complexe.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Madras, Perumalmalai 9-XII-1961. CNC 11,916.

Cette espèce ne m'est connue que par un ♂ et quelques ♀ ♀ capturés au filet et à la lampe, entre 4,500 et 5,500 pi., près d'un gros ruisseau bordé de gîtes madicoles.

T. vadichayudha (sanskrit, le porte-hameçon) est l'une des espèces les plus curieuses du genre par le crochet du X^e segment, la réduction des appendices inférieurs et le développement du guide de l'appareil phallique.

Tinodes adhrichtha n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoidale et à peine plus longue que large et la f3 est légèrement plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, les f2 et f3 débutent au même niveau et sont toutes deux courtement pétiolées. Envergure ♂ ♀ : 8-10 mm.

Génitalia ♂ (fig. 38-39) : IX^e tergite en triangle élancé. Appendices intermédiaires en longs bâtonnets grêles,

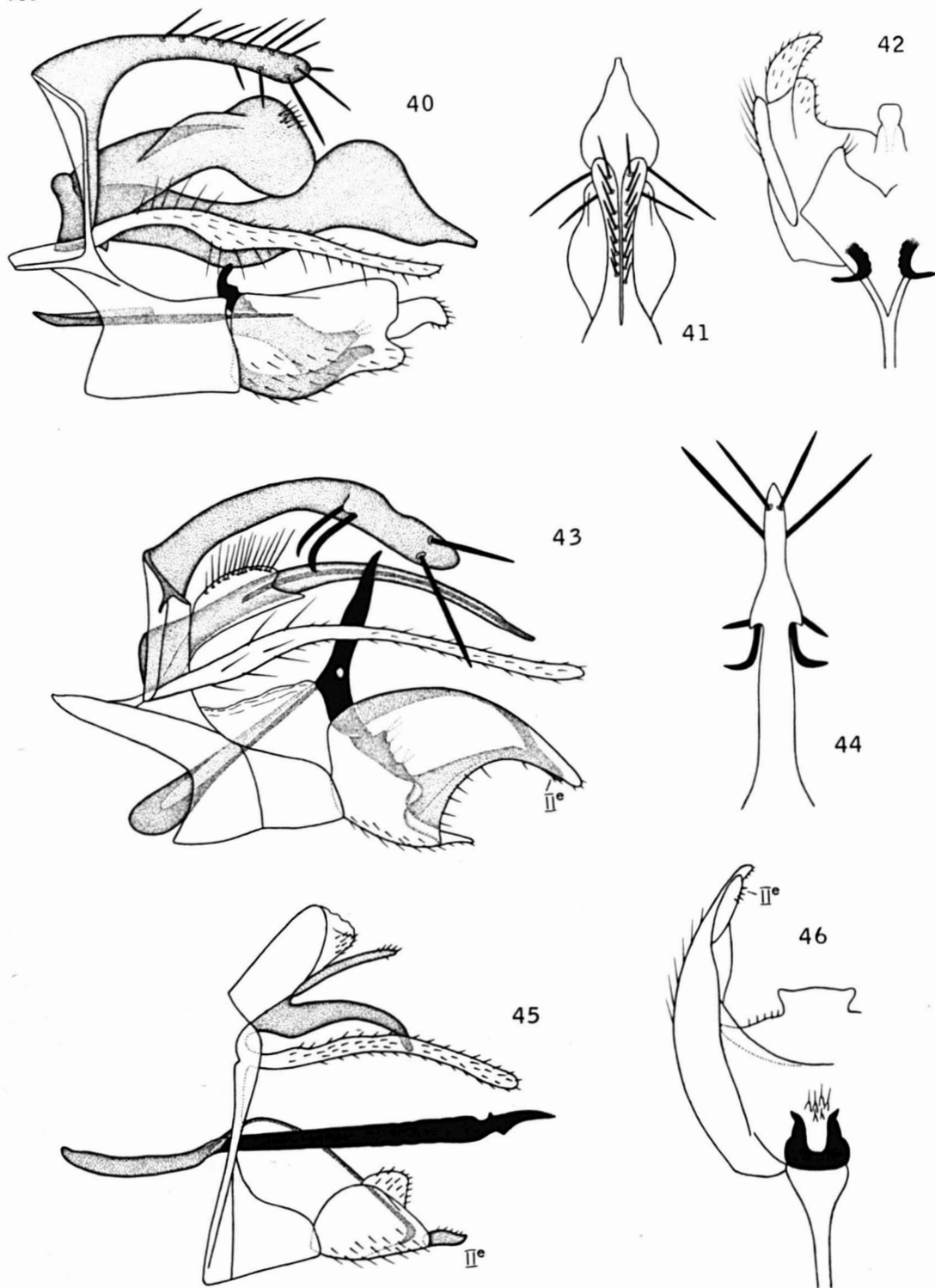


Figure 40. *T. utchunalinga*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 41. Extrémité de l'ensemble dorsal du même, vue de dessus — Figure 42. Appendice inférieur du même, vu de dessus — Figure 43. *T. utchringita*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 44. X^e segment du même, vu de dessus — Figure 45. *T. prisatkayukta*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 46. Appendice inférieur du même, vu de dessus.

droits et nettement élargis à leur extrémité qui est courtement sétifère. L'appareil phallique a une composition complexe et difficile à interpréter. La principale pièce est en position ventrale, a la forme d'un U largement ouvert vers le haut, est tronquée très obliquement et échancrée à son extrémité ; elle contient un long bâtonnet cylindrique, simple et grêle, également tronqué à l'apex mais dans le sens opposé et qui est sans doute l'édéage. Ces pièces sont surmontées par deux appendices asymétriques en longues griffes, légèrement recourbés et pourvus de quelques petites dents. IX^e sternite peu développé. Appendices inférieurs gros et courts ; les premiers articles sont simples et quadrangulaires et les seconds bien développés et distincts, triangulaires et avec leurs bords inférieurs concaves. Guide de l'appareil phallique réduit à deux petits lobes simples, pourvus de deux soies et situés au milieu de la longueur des premiers articles.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Bhairabkunda 3-4, 7-III-1961. CNC 11,915.

Cette espèce ne m'est connue que de la localité originale où je l'ai trouvée près d'une petite rivière tranquille, au filet et à la lampe.

T. adhrichtha (sanskrit, modeste) est isolée et facilement reconnaissable à la complexité de l'appareil phallique et à la simplicité des appendices inférieurs.

Tinodes utchunalinga n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoidale est deux fois plus longue que large et la f3 est aussi longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f3 débute bien avant la f2 et a un parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ ♀ : 10-14 mm.

Génitalia ♂ (fig. 40-42) : IX^e tergite fortement développé apicalement en deux longs bâtonnets pairs, cylindriques, fortement chitineux et armés d'une douzaine de fortes épines. Appendices intermédiaires très robustes, plus ou moins fusionnés l'un à l'autre à leur base, élargis circulairement à leur extrémité qui est pourvue d'un groupe de courtes soies et évasée vers le haut pour recevoir les bâtonnets du IX^e tergite. Appareil phallique remarquablement grand et robuste, sinueux à sa base et fortement renflé en poire à son extrémité ; l'apex est mince et tronqué et il n'y a pas trace d'édéage. IX^e sternite rectangulaire. Premiers articles des appendices inférieurs également rectangulaires, avec leurs bords inférieurs convexes à leur base et leurs bords apicaux partiellement échancrés. Seconds articles petits mais bien individualisés, en lobes recourbés vers le bas. Plaque basale grêle et pas très longue. Guide de l'appareil phallique très peu développé, en petites cornes recourbées vers le haut et l'extérieur. Relief interne des appendices inférieurs consistant en une plaque médiane apicale impaire et un lobe triangulaire en position plus antérieure, pair et portant quelques soies.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Pauri Garhwal, Chhana 22-IX-1958. CNC 11,917.

Cette espèce n'est pas rare au Garhwal. Elle y est apparemment peu répandue mais assez abondante localement. Je l'ai capturée d'avril à septembre, entre 2,200 et 5,700 pi., au filet et à la lumière, près de petits et moyens ruisseaux.

T. utchunalinga (sanskrit, au pénis enflé) est remarquable par le IX^e segment développé en deux grands appendices sclérotisés et épineux et par la grande taille de l'appareil phallique et des ap-

pendices intermédiaires. Elle est proche parente de la suivante.

Tinodes utchringita n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est deux fois et demie plus longue que large et la f3 est très nettement plus longue que son pédoncule. Aux ailes postérieures, la f3 débute bien avant la f2 et a un assez long parcours avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ ♀ : 10-12.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 43-44, 46) remarquables par leurs belles formes et le développement des diverses pièces. Le IX^e tergite est développé en un lobe impair, fortement sclérotisé, aplati latéralement, formant deux renflements subapicaux latéraux, régulièrement arqué vers le bas et armé de huit belles épines apicales et subapicales, groupées en quatre paires. Appendices intermédiaires fortement réduits, en petits lobes peu chitineux, échancrés à leur extrémité, bombés, velus à leur partie dorsale et encadrant étroitement la base de l'appareil phallique. Ce dernier a l'aspect d'un très long stylet, simple, grêle et un peu recourbé vers le bas. Le IX^e sternite est robuste et prolongé vers le haut et l'avant. Premiers articles des appendices inférieurs très grands, en forme de croissants ouverts vers le bas, fortement concaves vers l'intérieur et minces à leur extrémité; leur bord apical inférieur forme une ailette médiane en grand trapèze. Seconds articles très peu visibles et réduits à de petits lobes cachés derrière les pointes des premiers articles. Plaque basale relativement large et arrondie à sa partie antérieure. Guide de l'appareil phallique en deux fortes épines paires, rectilignes, un peu sinueuses et dressées vers le haut.

Holotype ♂ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Borghat 19-XII-1959. Allotype ♀ : Ibid., Laremshiap 18-XII-1959. CNC 11,918.

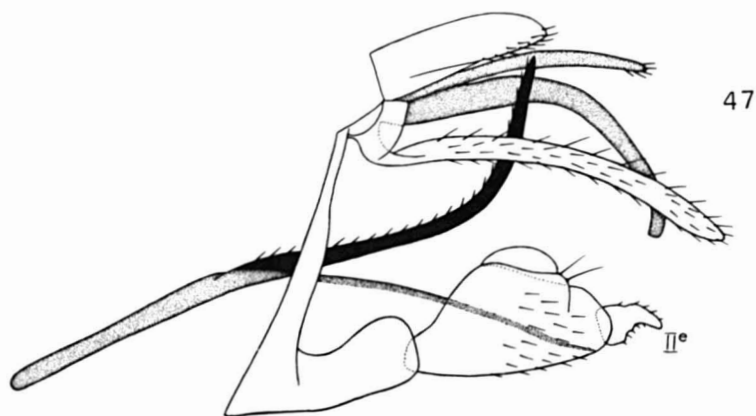
Cette espèce m'est connue d'un petit nombre de localités des Khasi Hills où je l'ai trouvée en décembre et janvier, entre 200 et 2,000 pi., près de petits, moyens et gros ruisseaux, au filet aussi bien qu'à la lumière.

T. utchringita (sanskrit, aux cornes dressées) est certainement apparentée à *utchunalinga* par le IX^e tergite sclérotisé et armé d'épines, mais s'en éloigne beaucoup par tous les autres caractères, en particulier par le développement relatif des appendices intermédiaires et de l'appareil phallique.

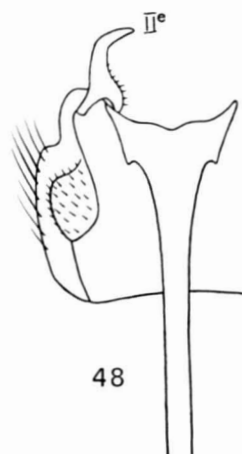
Tinodes prisatkayukta n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 débute avant la f2 qui est nettement plus courte que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f3 débute avant la f2 et R4+5 est très courte. Envergure ♂ ♀ : 10-10.5 mm.

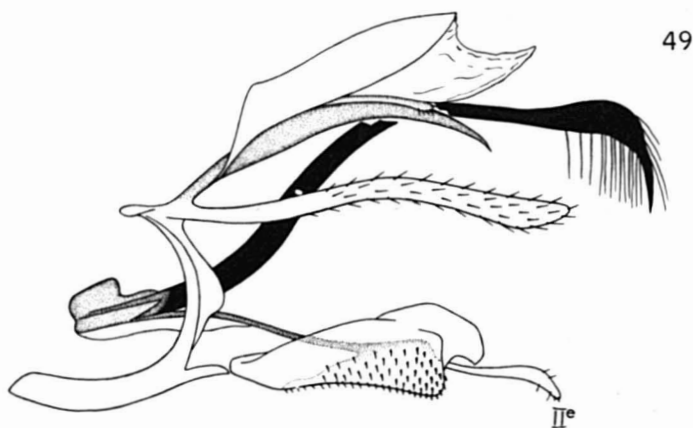
Génitalia ♂ (fig. 45) : IX^e tergite ramassé vers le haut de l'armature génitale en une petite masse compacte. Appendices intermédiaires en partie fusionnés au précédent et réduit à deux insignifiants bâtonnets droits, légèrement pileux à leur extrémité et presque aussi longs que l'appareil phallique. Ce dernier est également réduit à un petit bâtonnet, situé bien au-dessous des appendices intermédiaires, uniformément chitineux et légèrement recourbé vers le bas. Appendices préanaux un peu réduits. IX^e sternite petit, fortement raccourci longitudinalement mais fortement étiré vers le haut en une étroite bande verticale. Appendices inférieurs de très petite taille. Les premiers articles sont triangulaires, avec leur trois côtés convexes et armés d'une ailette supérieure également triangulaire. Seconds articles en lobes minuscules, simples, bien dédagés et recourbés en griffes vers l'intérieur. Plaque basale assez forte. Guide de l'appareil phallique pair, inséré en



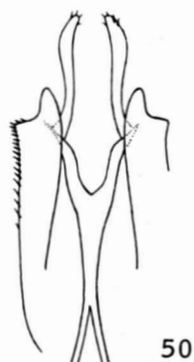
47



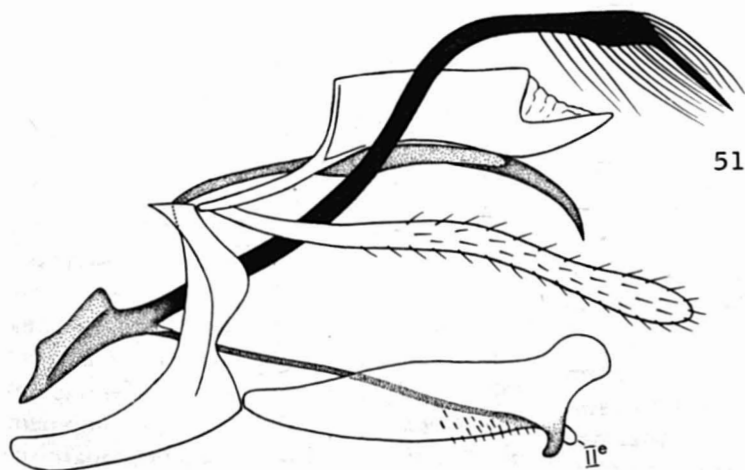
48



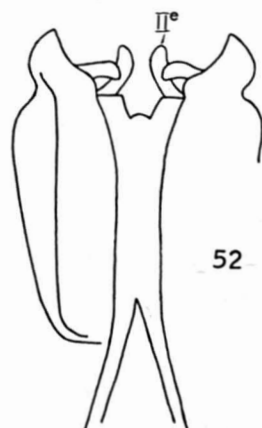
49



50



51



52

Figure 47. *T. aprakrita*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 48. Appendice inférieur du même, vu de dessus — Figure 49. *T. vristchika*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 50. Appendices inférieurs du même, vus de dessus — Figure 51. *T. chrinidhara*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 52. Appendices inférieurs du même, vus de dessus.

position très antérieure, en bâtonnets droits, très robustes, horizontaux et en forme de flèches asymétriques à leur extrémité.

Holotype ♂ : Inde, Manipour, Tangkhul Hungdung 18-VIII-1960. Allotype ♀ : Ibid., Ningthi 16-17-VII-1960. CNC 11,919.

Cette espèce m'est connue de deux localités du Pauri Garhwal où je l'ai trouvée en avril et août, à 2,500 et 4,300 pi. et de trois localités de l'État de Manipour où je l'ai capturée en juillet et août, entre 2,500 et 3,000 pi., près de moyens ruisseaux, au filet et à la lampe. Sans nul doute, elle vit aussi dans les régions intermédiaires entre ces deux districts.

T. prisatkayukta (sanskrit, armée de flèches) est voisine de la suivante et s'en distingue principalement par l'appareil phallique plus petit et par le guide de ce dernier en forme de flèche.

***Tinodes aprakrita* n. sp.**

Cette espèce est proche parente de la précédente et s'en distingue par les caractères suivants (fig. 47-48) : IX^e tergite un peu plus long et bas. Appendices intermédiaires plus longs, mais également passablement plus courts que l'appareil phallique. Ce dernier est long, grêle et recourbé vers le bas en deux coudes successifs. Premiers articles des appendices inférieurs deux fois plus grands que chez la forme précédente et avec leur ailette supérieure arrondie et à peine saillante. Seconds articles un peu plus forts. Plaque basale remarquablement allongée. Guide de l'appareil phallique en très longues branches simples, régulièrement grêles, pileuses mais sans barbelures et fortement coudées vers le haut. ♀ inconnue. Envergure ♂ : 9-10 mm.

Holotype ♂ : Inde, Assam, Lushai Hills, Waiten 8-IX-1960. CNC 11,920.

Je n'ai capturé *T. aprakrita* (sanskrit, extraordinaire) qu'à une localité des Khasi et des Lushai Hills, en avril et septembre, entre 2,500 et 3,000 pi., près de petits ruisseaux, toujours à la lumière.

***Tinodes vrstchika* n. sp.**

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 beaucoup plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f3 débute bien avant la f2 et a un assez long parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 11.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 49-50) : IX^e tergite en triangle très allongé et prolongé par une masse membraneuse pointue. Appendices intermédiaires fortement réduits, en petits bâtonnets simples, flanquant l'appareil phallique. Ce dernier est également très réduit, en cône très effilé, arqué vers le bas et se terminant par une pointe très aiguë. IX^e sternite grêle et formant un arc de cercle ouvert vers l'avant. Premiers articles des appendices inférieurs nettement réduits, très bas à leur base et s'élargissant progressivement jusqu'à leur extrémité ; l'angle apical inférieur est droit et recouvert de très courtes épines épaissies ; l'angle apical supérieur est développé en une large ailette arquée vers le bas. Seconds articles réduits à de longues et très grêles cylindres, un peu renflés à leur extrémité. La plaque basale est fortement développée en une base solide servant de support au guide de l'appareil phallique ; ce dernier est extraordinairement développé pour compenser la réduction des autres appendices et a évidemment changé de fonction ; il a maintenant un rôle préhenseur ; il est inséré très antérieurement, a la forme d'un très long cylindre sinueux, dépasse toutes les autres pièces vers l'arrière est renflé avant son extrémité qui forme un aiguillon re-

courbé, caché dans de longs poils dorés, légèrement frisés. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Amatulla 11-III-1961. CNC 11,921.

Cette espèce ne m'est connue que par le type, capturé à la lampe à 2,000 pi., près d'un assez gros torrent.

T. vristchika (sanskrit, le scorpion) appartient au même groupe que les deux précédentes, mais est considérablement plus spécialisée par la réduction de l'appareil phallique et des appendices inférieurs et l'étonnant développement du guide de ce dernier.

Tinodes chrinidhara n. sp.

La nervulation et les génitalia ♂ sont semblables à ceux de l'espèce précédente, les différences étant (fig. 51-52) : le IX^e tergite est plus grand et plus massif. Les appendices intermédiaires et l'appareil phallique sont un peu plus longs. IX^e sternite moins grêle. Premiers articles des appendices inférieurs également plus longs et leurs angles apicaux de développement différents ; l'angle inférieur est en petit lobe recourbé et l'angle supérieur est élargi en une grande ailette circulaire. Seconds articles réduits à un minuscule bouton. Le guide de l'appareil phallique a une taille véritablement prodigieuse, dépasse toutes les autres pièces vers le haut et a un aspect menaçant et redoutable. Il est peu renflé avant son extrémité et l'aiguillon terminal est droit. ♀ inconnue. Envergure ♂ : 12 mm.

Holotype ♂ ; Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Lungdur 16-V-1961. CNC 11,922.

Cette espèce ne m'est connue que par le type, récolté au filet vers 3,000 pi., près d'un ruisseau torrentueux.

T. chrinidhara (sanskrit, aculéate) est très voisine de la précédente et s'en

distingue par la plupart de ses caractères qui sont encore plus accusés et spécialisés.

Tinodes pullulans Navas

Mes figures des génitalia de cette espèce (1950, fig. 55-57) sont rudimentaires, mais la comparaison avec un abondant nouveau matériel montre qu'elles sont exactes. *T. pullulans* est caractéristique par l'incision du côté gauche de l'appareil phallique dont le fond est oblique vers le haut et l'arrière. L'appendice intermédiaire gauche est encasté dans cette échancrure et recourbé vers le haut et l'arrière. La partie médiane latérale du IX^e segment porte deux longs bâtonnets grêles, légèrement asymétriques.

Les nombreux spécimens que j'ai sous les yeux montrent des variations assez étendues. L'appareil phallique peut être plus ou moins épais et variablement atténué à l'apex, l'échancrure gauche est en position plus ou moins basale et parfois même son extrémité est oblique vers le bas et l'arrière ; dans ce cas l'appendice intermédiaire gauche est recourbé vers le bas. L'appendice intermédiaire droit est aussi long ou un peu plus long que le gauche.

T. pullulans a une très large répartition en Inde. J'en ai capturé quelques rares spécimens en Assam, dans les Khasi Hills, Lushai Hills et l'État de Manipour. Je l'ai aussi trouvée commune dans les Ghâts occidentales et à une localité de l'État de Madhya Pradesh. Ceci indique qu'elle peuple probablement tout le pays, sauf possiblement l'Himalaya. Sa valence écologique est très large car on la capture, au filet et à la lumière, près de tous les types d'eau courante, des ruisselets et gîtes madi-coles aux gros ruisseaux et même près de lacs artificiels, à des altitudes variant de 500 à 7,500 pi. et durant tous les mois de l'année.

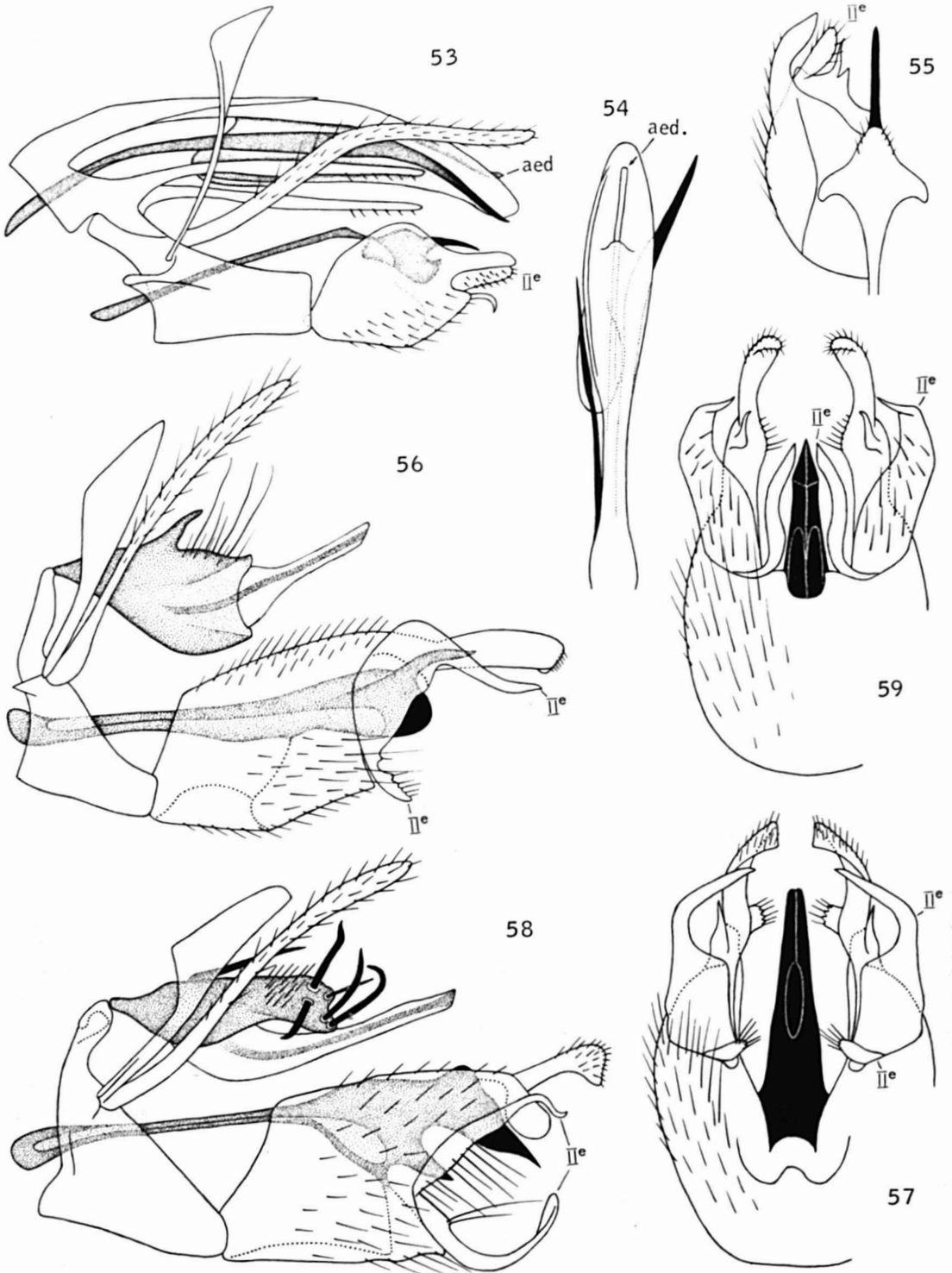


Figure 53. *T. anibhrta*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 54. Ensemble dorsal du même, vu de dessus — Figure 55. Appendice inférieur du même, vu de dessus — Figure 56. *T. nakhayukta*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 57. Appendices inférieurs du même, vus de dessous — Figure 58. *T. bahuchakha*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 59. Appendices inférieurs du même, vus de dessous.

Tlnodes anibhrita n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est deux fois plus longue que large et les f3 et f4 sont toutes deux longuement pétiolées. Aux ailes postérieures, les f2 et f3 sont toutes deux sessiles et débutent au même niveau. Envergure ♂ ♀ : 6.5-10 mm.

Génitalia ♂ (fig. 53-55) : IX^e tergite petit. Appendices intermédiaires asymétriques : le gauche est une longue épine simple et presque rectiligne, encastrée dans la face concave de l'appareil phallique, dont elle a à peu près la longueur ; le droit est nettement plus court, plus grêle, également encastré dans la face concave de l'appareil phallique et également horizontal. L'appareil phallique est gros, concave à ses deux faces latérales et forme un fort talon basal inférieur ; l'édéage est bien visible sous forme d'un grêle cylindre subapical supérieur. La partie latérale et ventrale du IX^e segment, les deux prolongements asymétriques, de même que les appendices inférieurs sont identiques à ceux de *pullulans*.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Bengale occidental, Git Dabbling 14-IX-1959. CNC 11,935.

Cette espèce m'est connue du Bengale occidental et du Kameng, où je l'ai capturée en très petits nombres, en mars et septembre, entre 800 et 5,000 pi. Par contre, elle paraît assez commune dans les Khasi Hills où elle a une valence écologique très large. Je l'y ai trouvée d'octobre à décembre, entre 3,000 et 7,000 pi., près de tous les types de petits cours d'eau agités.

T. anibhrita (sanskrit, variable) et *pullulans*, forment un couple étrange. Le IX^e segment et les appendices inférieurs sont identiques chez les deux formes. Les deux espèces ne se distinguent que par l'ensemble dorsal asymé-

trique chez chacune, mais presque en symétrie inversée l'une par rapport à l'autre. Si l'appendice intermédiaire droit d'*anibhrita* était recourbé vers le haut, la symétrie serait complète. L'ensemble dorsal montre les mêmes variations que chez *pullulans* : il peut être plus ou moins effilé à sa partie apicale et le talon basal a une position variable.

Tlnodes nakhayukta n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 est légèrement plus courte que son pétiole. Aux ailes postérieures la f2 est nettement pédonculée alors que la f3 a un parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 12 mm.

Génitalia ♂ (fig. 56-57) : IX^e tergite élancé et presque vertical. Appendices intermédiaires courts, très hauts, légèrement échancrés à leur extrémité, très grêles à leur base et pourvus d'une forte dent médiane supérieure ; leur armature est réduite à une série de longs poils insérés à la partie apicale du bord supérieur. Appareil phallique en cône à pointe très étirée, entièrement membraneux, sauf le canal spermatique qui est sclérotisé. IX^e sternite pas très allongé. Appendices inférieurs très grands. Les premiers articles sont en hauts parallélogrammes dont l'angle apical supérieur est étiré en un grand lobe recourbé vers l'intérieur et flanqué d'une fine pointe externe et d'un bouton sétifère interne, ces deux derniers étant invisibles de profil. Seconds articles accolés au bord apical des premiers, composés d'une partie centrale volumineuse, d'un lobe ventral, court et denticulé et d'une pointe supérieure, longue, ondulée et recourbée en griffe vers l'intérieur. Plaque basale forte mais pas très longue. Guide de l'appareil phallique impair, horizontal, situé dans le prolongement de la précédente, terminé par un lobe inférieur

arrondi et une pointe supérieure. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Birmanie septentrionale, Kambaiti 12-V.1934 (R. Malaise). Riksmuseum de Stockholm.

T. nakhayukta (sanskrit, clavifère) est voisine de l'espèce suivante par la forme des appendices inférieurs et de l'appareil phallique, mais bien différente par les appendices intermédiaires.

Tinodes bahuchakha n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est deux fois et demie plus longue que large et la f3 deux fois plus courte que son pédoncule. Aux ailes postérieures, la f2 est nettement pétiolée alors que la f3 ne l'est pas. Envergure ♂ : 13 mm.

Génitalia ♂ (fig. 58-59) : IX^e tergite assez long et grêle. Appendices in-

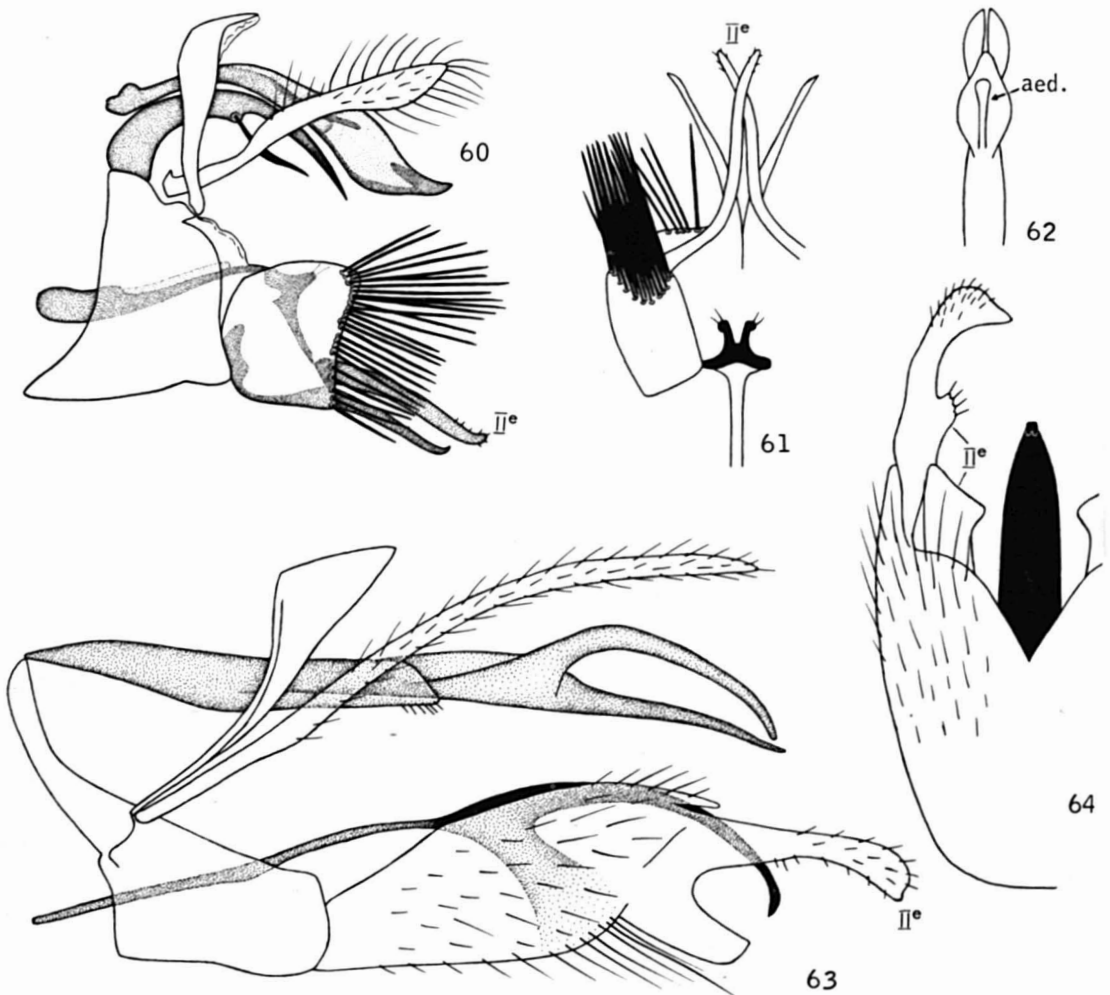


Figure 60. *T. multispinosa*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 61. Appendice inférieur du même, vu de dessus — Figure 62. Extrémité de l'appareil phallique du même, vue de dessus — Figure 63. *T. tejita*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 64. Appendice inférieur du même, vu de dessous.

termédiaires courts, assez larges, de forme assez irrégulière et avec une forte armature : une longue épine médio-dorsale, cinq grandes épines apicales plus ou moins irrégulièrement recourbées et une zone de fines soies subapicales. Appareil phallique simple, grêle, entièrement membraneux, inséré sous les précédents et avec le canal spermatique bien visible. IX^e sternite en grand triangle. Appendices inférieurs et guide de l'appareil phallique de taille considérable et fort complexes. Premiers articles des appendices inférieurs en grands parallélogrammes avec leur angle apical supérieur dédoublé et développé en deux lobes de taille et de forme inégales. Seconds articles de forme très particulière, encastrés dans le bord apical des premiers, composés de deux longues branches aplaties, recourbées l'une vers l'autre en croissant. Plaque basale très allongée. Guide de l'appareil phallique impair, concave vers le haut et formant deux grandes pointes triangulaires, inégales, dirigées obliquement vers le bas, la plus basale étant paire et l'autre impaire. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Birmanie septentrionale, Kambaiti 12-V-1934 (R. Malaise) Riksmuseum de Stockholm.

T. bahuchakha (sanskrit, qui a beaucoup de branches) est caractéristique par les épines tordues des appendices intermédiaires et le nombre des lobes et branches des appendices inférieurs.

Tinodes tejita n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale et une fois et demie plus longue que large et la f3 est à peine plus longue que son pétiole. Envergure ♂ : 12 mm.

Génitalia ♂ (fig. 63-64) considérablement allongés. IX^e tergite moyennement développé. Appendices intermédiaires insérés très antérieurement dans l'abdomen, assez longs mais ne sortant

que peu de la cavité génitale, en bandes simples et régulières, tronquées obliquement à leur extrémité et pourvus de quelques courts poils apicaux inférieurs. Appareil phallique grand et grêle, terminé en un bâtonnet impair, largement arqué vers le bas et par deux épines paires, rectilignes et horizontales. IX^e sternite fort et longuement prolongé vers l'avant et le haut. Appendices inférieurs de taille considérable et très allongés. Premiers articles simples et longuement ovales, avec leur angle apical supérieur formant un petit lobe digitiforme. Seconds articles très grands, bien dégagés, situés dans le prolongement des premiers articles et presque entièrement fusionnés à ces derniers ; ils forment deux grands lobes inégaux. Plaque basale longue et fine. Guide de l'appareil phallique impair, fortement aplati dorso-ventralement, recourbé vers le bas et terminé en deux pointes minuscules. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Birmanie septentrionale, Kambaiti 12-V-1934. Paratypes ♂♂ : Ibid., 16-18-V-1934 (R. Malaise). Riksmuseum de Stockholm et CNC 11,923.

T. tejita (sanskrit, effilée) est isolée et remarquable par l'allongement de tous ses appendices.

Tinodes multisplnosa n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 est trois fois plus longue que son pédoncule. Aux ailes postérieures, la f2 est sessile et la f3 a un parcours commun avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 12.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 60-62) : IX^e tergite de petite taille. Appendices intermédiaires petits, en forme de faucille aiguë, recourbés vers le bas et amincis au milieu de leur longueur où ils portent une épine inférieure sinueuse. Appareil phallique grêle à sa base, graduellement épaissi jusqu'à sa partie subapicale, terminé en deux ailettes et concave à sa

partie supérieure qui contient un édéage en court bâtonnet grêle. IX^e sternite grand et massif. Premiers articles des appendices inférieurs rectangulaires, plus hauts que longs et avec leur bord apical vertical et armé d'une trentaine de très longues épines droites ; leurs angles ventraux apicaux sont longuement étirés en deux fines arêtes divergentes. Seconds articles longs et grêles, étirés en deux longues arêtes semblables aux précédentes, mais croisées. Plaque basale assez large. Guide de l'appareil phallique en deux très courts bâtonnets pairs et légèrement divergents. ♀ inconnue.

Holotype ♂ et paratypes ♂♂ : Malaisie, Pahang, Mt. Brinchang 18-III-1963, 5,700 pi., light trap (G.C. Sander-son) Illinois Natural History Survey et CNC 11,924.

Cette espèce paraît isolée et très caractéristique par l'ensemble des génitalia courts et ramassés et par la forme curieuse des appendices inférieurs et leur forte armature spineuse. Par les angles des premiers articles des appendices inférieurs et les seconds articles étirés en de fines arêtes semblables, elle se rapproche d'*arala*, mais il est douteux qu'elle en soit phylétiquement parente.

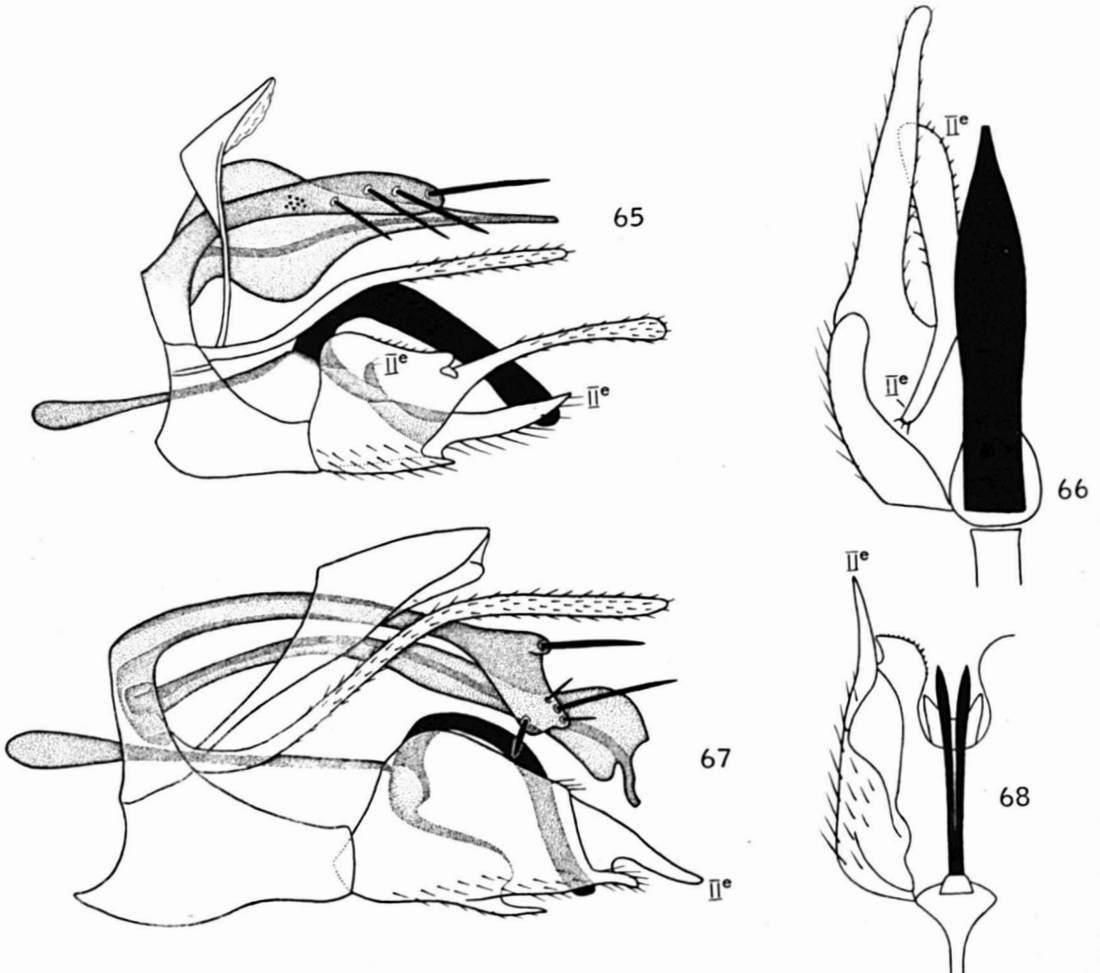


Figure 65. *T. aquispinosa*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 66. Appendice inférieur du même, vu de dessus — Figure 67. *T. inaequispinosa*, armature génitale du ♂, vue de profil — Figure 68. Appendice inférieur du même, vu de dessus.

Tinodes aequispinosa n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est deux fois plus longue que large et la f3 est à peine plus longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, la f2 est très courtement pétiolée alors que la f3 a une ligne de contact avec la cellule sous-radiale. Envergure ♂ : 9.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 65-66) : IX^e tergite en petit triangle grêle. Appendices intermédiaires en lamelles assez larges, simples, un peu dilatés avant leur extrémité qui est en ovale très allongé ; ils portent un groupe médian de très petits tubercules et une rangée de quatre grandes et fortes épines de tailles égales et de position subapicale et apicale. Appareil phallique en forme de poire, très gros à sa base, puis fortement et longuement étiré en un cône très grêle et rectiligne ; le canal spermatique est bien visible tout au long de l'organe. IX^e sternite assez allongé mais très bas. Premiers articles des appendices inférieurs de taille moyenne, apparaissant rectangulaires vus de profil ; leur angle apical supérieur forme un petit lobe arrondi surplombant la base d'une longue arête horizontale à extrémité arrondie. Seconds articles insérés à l'angle apical inférieur du premier et formant deux branches horizontales situées dans le prolongement l'une de l'autre ; l'antérieure est située entièrement à l'intérieur du premier article, alors que la postérieure est externe et aplatie dorso-ventralement. Plaque basale bien étirée. Le guide de l'appareil phallique est un volumineux lobe impair, fortement recourbé vers le bas, aminci latéralement à son extrémité et creusé de concavités longitudinales, supérieures et inférieures. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Guinée africaine, Kindia 1-15-V-1955.

T. aequispinosa ne m'est connue que par le type capturé au filet près d'une petite rivière rocheuse, à chutes, cou-

lant derrière l'Institut Pasteur de Kindia. Cette espèce est isolée et ne montre de parenté évidente ni avec la suivante, ni avec *memorabilis* Marlier, la seule autre espèce africaine bien connue.

Tinodes inaequispinosa n. sp.

Aux ailes antérieures, la cellule discoïdale est une fois et demie plus longue que large et la f3 est aussi longue que son pétiole. Aux ailes postérieures, les f2 et f3 sont toutes deux courtement pétiolées et débent au même niveau. Envergure ♂ : 8.5 mm.

Génitalia ♂ (fig. 67-68) : IX^e tergite en petit triangle grêle. Appendices intermédiaires assez larges en triangles grêles et étirés. Appendices intermédiaires longs, en grêles bâtonnets simples, mais élargis à leur extrémité en une ailette quadrangulaire, oblique vers le bas et portant cinq épines de taille très inégale. Appareil phallique long, très grêle à sa base, puis un peu épaissi et fortement élargi à son extrémité ; le canal spermatique est bien visible tout le long de l'organe et se prolonge au-delà de l'apex de ce dernier en un petit lobe recourbé qui est probablement un vestige de l'édéage. Le IX^e sternite est bien développé. Premiers articles des appendices inférieurs grands, triangulaires, avec leur bord supérieur fortement bombé, leur bord inférieur formant deux pointes médianes et leur angle apical inférieur étiré en un lobe fortement concave vers l'intérieur. Seconds articles petits, bien dégagés, situés dans le prolongement des premiers et formant une grande pointe simple. Plaque basale considérablement étirée. Guide de l'appareil phallique formant deux bandes paires, sinueuses et largement arquées vers le bas. Femelle inconnue.

Holotype ♂ : Guinée africaine, Souapiti 15-20-V-1955.

J'ai capturé *T. inaequispinosa* à la lumière près du fleuve Konkouré, grand cours d'eau, aux eaux chaudes, abondantes, rapides, mais peu agitées. Une ♀ trouvée au même endroit appartient probablement à une espèce distincte, car sa nervulation est différente.

Références

- KIMMINS, D.E., 1955. Results of the Oxford University Expedition to Sarawak, 1932. Order Trichoptera. *Sarawak Mus. J.*, 6 (5): 374-442.
- ROSS, H.H., 1965. The evolutionary history of *Phyloctropus* Banks (Trichoptera: Psychomyidae) *J. Kans. ent. Soc.*, 38 (4): 398-400.
- SCHMID, F., 1949. Les Trichoptères de la collection Navas. *Eos, Madrid*, 25 (3-4): 305-425.
- SCHMID, F., 1961. Trichoptères du Pakistan (4^e partie). *Tijdschr. ent.*, 104 (9): 187-230.
- SCHMID, F., 1969. La famille des Sténopsychides. *Can. ent.*, 101 (2): 187-223.

SYNOPSIS OF NEARCTIC ICHNEUMONINAE STENOPNEUSTICAE
WITH PARTICULAR REFERENCE TO THE NORTHEASTERN
REGION (HYMENOPTERA). SUPPLEMENT 3

Gerd H. HEINRICH
Dryden, Maine, U.S.A.

Résumé

Un nouveau genre *Terebraella* est décrit dans ce travail ainsi que son espèce-type *culiciops* n. sp.

À la faune néarctique, 14 espèces et 5 sous-espèces nouvelles du sud-est américain et une espèce de New-York viennent s'ajouter: *Protichneumon radtkorum*, *Ichneumon weemsi*, *Eutanyacra nigratarsis*, *Barichneumon archboldi*, *B. danieli*, *B. carolinensis*, *B. floridanus*, *B. fuscusignatus*, *B. neosorex*, *Melanichneumon mystificans*, *Vulgichneumon phaeogenops*, *Cratichneumon floridensis*, *C. expers*, *C. valdefuscus*, *C. horani*, *Barichneumon calliandros peramoenus*, *Melanichneumon honestus milleri*, *M. disparilis flavidops*, *Neolinytus michaelis georgianus*, *Cratichneumon expers circumflavidus*.

A l'espèce *Neolinytus michaelis* Heinrich, connue jusqu'à maintenant par la femelle, s'ajoute une description du mâle. L'aire de distribution de *Barichneumon libens* Cresson, s'étend à la Floride et aux états voisins du sud-est. L'association de la femelle avec le mâle de cette dernière espèce faite par Heinrich (SNIS, p. 627) est erronée et une autre femelle a été désignée et décrite. Le statut taxonomique de *Barichneumon sorex* Heinrich est mis en doute. L'exactitude de l'association des sexes pour cette espèce est discutée et deux hypothèses possibles sont formulées. Pour la première fois, une clé de toutes les espèces néarctiques appartenant au genre *Barichneumon* Thomson est présenté. Ce travail est complété par une clé des espèces du genre *Melanichneumon* Thomson rencontrées dans le sud-est de la région néarctique.

Abstract

A new genus *Terebraella* is introduced, with *culiciops*, new species, as the type-species.

To the Nearctic fauna are also added 14 species and 5 subspecies from the southeastern United States, and one species from New York.

The new species and subspecies are: *Protichneumon radtkorum*, *Ichneumon weemsi*, *Eutanyacra nigratarsis*, *Barichneumon archboldi*, *B. danieli*, *B. carolinensis*, *B. floridanus*, *B. fuscusignatus*, *B. neosorex*, *Melanichneumon mystificans*, *Vulgichneumon phaeogenops*, *Cratichneumon floridensis*, *C. expers*, *C. valdefuscus*, *C. horani*; *Barichneumon calliandros peramoenus*, *Melanichneumon honestus milleri*, *M. disparilis flavidops*, *Neolinytus michaelis georgianus*, *Cratichneumon expers circumflavidus*.

To the species *Neolinytus michaelis* Heinrich, based originally on the female sex only, the associated male is described.

To the range of distribution of the species *Barichneumon libens* Cresson, Florida and the neighbouring southeastern States have been added; the female associated by Heinrich (SNIS, p. 627) was recognized as incorrect and another female was described as the matching sex.

Doubts about the status of *Barichneumon sorex* Heinrich and the correctness of the association of sexes are discussed in detail and two possible hypothesis are formulated.

A comprehensive key for all Nearctic species of the genus *Barichneumon* Thomson is presented for the first time, and a key for the *Melanichneumon* Thomson species from the southeastern Nearctic Region.

Introduction

This third supplement to the "Synopsis of Nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the Northeastern Region" comprises the fauna of the Southeastern United States; it consequently alters the regional restriction originally indicated in the title of the Synopsis, adding the Southeast to the region of "particular reference".

The supplement complements our knowledge of the Nearctic Fauna substantially by the addition of 15 new species and 3 new subspecies; these new findings are the result of a special project carried out by the author over a period of five years, with the support of the Bureau of Entomology (Florida Department of Agriculture), Gainesville, Florida. The aim of the project was, and remains, the exploration of the fauna of Florida primarily, and of the neighbouring States, west to Louisiana, as well. A comprehensive synopsis of all species occurring in these regions is planned for publication in the series "Arthropods of Florida and the Neighbouring Land Areas" after conclusion of the project. I would like to express my appreciation and gratitude for all the support granted to me for the execution of the project.

I. Tribe *Protichneumonini*

Continuation of Supplement 1, *Naturaliste can.*, 96, p. 937-940 and of Supplement 2, *Naturaliste can.*, 98, p. 959-1026.

1. Genus *Protichneumon* Thomson

As already mentioned in Supplement 1 and 2, a revision of this genus in the frame of a monograph on the Ichneumoninae of Florida is waiting for publication. The genus is therefore not treated here, except for the description of the following, new species.

8. *Protichneumon radtkeorum*, new species¹.

Types

Holotype.—♀, "Fort Myers, Florida, U.S.A., 1.V.1968." C.G.H. II.

Allotype.—♂, same locality, 2.VII. 1967. C.G.H. II.

Paratypes.—7 ♀, 52 ♂, same locality, 2.IV. — 9.VIII. 1967 and 1968. C.G.H. II.

Distribution

From Florida north to Virginia and Maryland; sporadic records from Pennsylvania and New York: west to Kansas (Lawrence).

Preamble

Shares with *grandis* Brullé and *sartoris* Heinrich the extremely coarse and dense sculpture of tergites 1-4 and the general color pattern. For the differences from *sartoris* see Supplement 2 (*Naturaliste can.*, p. 962). Very similar in appearance and color to *grandis* and

¹ This species, already mentioned and differentiated from *sartoris* Heinrich on p. 962 of Supplement 2, has not been published in 1972; it is described here for the first time.

sympatric with that species over most of its range. Neither females nor males ever display a white mark on the apical part of scutellum, as occurs frequently in *grandis*; otherwise there are no tangible chromatic differences, particularly in females. Females are to be distinguished from *grandis* by the following structural characters: (1) femora III considerably more slender and elongate; (2) temple profile markedly narrowed behind eyes, with nearly straight outline; (3) basal segments of flagellum completely cylindrical (that is, not in the least swollen apically) and slightly more elongate; (4) the widest segment of flagellum on the flat side only slightly more than twice as wide as long (in *grandis* more than 3 times as wide as long).

Female

Black, including legs and first segment of abdomen; rest of abdomen dark brown-red; wings uniformly and very deeply infuscated; white are only: anterior side of tibiae I, minute marks on vertical orbits and usually indications of small marks on upper frontal orbits, level with lower ocellus; rarely (in northern specimens) a small white mark on upper facial orbits; marks on orbits varying from white to dull-reddish; flagellum with white annulus; coxae III with scopa; length 25 mm.

Male

Shows the same dark color as the female, with always entirely black scutellum and usually entirely black legs III. It is distinguished by the tyloids being elliptic, rather long and somewhat broader than in most other species.

II. Tribe *Ichneumonini*

A. Subtribe *Ichneumonina*

Continuation of Supplement 1, *Naturaliste can.*, 96, p. 940-954 and of Supplement 2, *Naturaliste can.*, 98, p. 959-1026.

1. Genus *Ichneumon* Linnaeus

98. *Ichneumon weemsi*, new species

Types

Holotype.—♀, "Guana Wildlife Management Area, St. Johns Co., Fla., F. W. Mead, coll., 15.IV.1964." F.S.C.A.

Allotype.—♂, "Everglades Natl. Pk., Dade Co., F. W. Mead, coll., 10.IV.55." F.S.C.A.

Paratypes.—1 ♀, Gainesville, 13.IX.-1961; 1 ♂, Gainesville, 24.IV.1958. C.H.T.; 1 ♀, Wauchala, Hardee Co., R. H. Rhodes, 8.III.1965., in Steiner trap. C.G.H. II.

Distribution

Florida.

Preamble

Females of this species are closely related in structure of mandibles and other characters to *creperus* Cresson; they differ as follows: (1) coxae III with distinct scopa; (2) basal segments of flagellum distinctly less abbreviated; (3) tergites more densely punctured, the third completely opaque; (4) femora III less stout; (5) wings distinctly, though not strongly infuscated.

Female

Ferruginous; the following black: prosternum, sometimes also mesosternum, base of propodeum (particularly laterally), all coxae and trochanters ventrally extensively to entirely, broad basal bands on tergites 3 and 4, usually petiole, apex of tibiae III broadly, and the tarsi III predominantly; scutellum faintly yellow-tinged; wings somewhat infuscated; flagellum tricolored, with dorsal white annulus; coxae III with distinct scopa; length 11-14 mm.

Male

Head black, with frontal orbits narrowly, outer orbits broadly, and face and clypeus entirely yellow; thorax black,

including entire mesosternum, mesopleura, and mesoscutum (the latter sometimes with short, lateral, yellow stripes at tegulae); propodeum with entire declivity yellow, including most of area superomedia and of areae dentiparae and parts of areae spiraculiferae; yellow are also: collare, pronotal ridge and base, subalarum, tegulae, and scutella; legs I and II almost entirely yellow and light ferruginous, with only coxae basally restrictedly black; legs III with most of coxae and femora and broad apices of tibiae black, their tarsi infuscated toward apex; abdomen black, with apical yellow bands on tergites 1-5, the 6th tergite apically and the 7th entirely ferruginous; flagellum without annulus, basally and ventrally ferruginous; length 13-15 mm.

B. Subtribe *Amblytelina*

Continuation of Supplement 1, *Naturaliste can.* (1969, 96, p. 954-963) and of Supplement 2, *Naturaliste can.* (1971, p. 959-1026).

Genus *Eutanyacra* Cameron

18. *Eutanyacra melanotarsis*, new species

Types

Holotype.—♀, "College Forest, Natchitoches Co., Louisiana, 17.VI.1971." C.G.H. II.

Allotype.—♂, Natchitoches, 10.V.-1965. C.G.H. II. (Flagella lacking).

Paratypes.—2 ♀, type locality, 14. and 17.VI.1971. C.G.H. II.

Distribution

Louisiana (type locality); Florida (1 ♂, Jacksonville, 22.XII.1967, leg. C.F. Zeiger).

Preamble

One of the numerous species of the genus with ferruginous basic color of the body and black-banded abdomen. Females are well distinguished from the

majority of similar species by considerably swollen temple profile and cheek profile, distinctly (though not as strongly as in *succincta* Brullé) infuscated wings, and by broadly black apices of femora and tibiae III combined with uniformly deep black tarsi III; they are consequently most closely related to *validiceps* Heinrich and may well represent the southern vicarious form of that species. There are, however, the following, tangible differences from *validiceps*: (1) all femora distinctly slenderer and comparatively longer; (2) basal segments of flagellum comparatively longer; (3) tarsi III uniformly deep black; (4) wings distinctly infuscated. On account of these differences this form is treated here as a full species rather than a subspecies of *validiceps*.

Female

Ferruginous; the following black: base of prepectus, sutures of axillary troughs and basal furrow of propodeum narrowly, basal margin of 2nd tergite and/or gastrocoeli, broad basal band on 3rd tergite, end of femora III, more than apical third of tibiae III, and the tarsi III; flagellum tricolored: ferruginous, dorsal annulus white, black beyond annulus; wings moderately infuscated; length 12-13 mm.

Flagellum.—Bristle-shaped, long and slender, not widened beyond middle, with 38-39 segments, the first 2.5 times as long as apically wide, in lateral view the 6th square, none wider than long. Ferruginous, with dorsal white annulus on segments 6 or 7 to 11, apical section from the 14th segment on black; scape ferruginous.

Male

The male differs from *validiceps* only by lack of black markings on head and sterna; tarsi III, in contrast to female whitish, as in *validiceps*; wings barely

infuscated; the 4th tergite also, with basal black band.

Ferruginous; scutellum and basic color of all tibiae and tarsi yellowish; more than apical third of tibiae III and the end of femora III black; tergites 2-4 with basal black bands, the one on the third tergite broader than the others; wings barely infuscated; length 13 mm.

Flagellum.—Lacking in allotype.

Note

In the specimen from Florida, the flagellum is light ferruginous, black beyond the 15th segment, segments 3-7 dorsally black.

As in this specimen, in contrast to allotype, the face, clypeus, apical part of metapleura, subalarum, and a band on anterior part of metapleura are pale yellow, it may well represent another subspecies.

C. Subtribe *Cratichneumonina*

(Continued from Supplement 2, *Naturaliste can.*, 98, 1971).

Genus *Cratichneumon* Thomson

(Continued from Supplement 2, *Naturaliste can.*, 98, 1971).

55. *Cratichneumon valdefuscus*, new species

Types

Holotype.—♂, "Highlands Hammock State Park, Florida, 25.IV.1968". C.G.H. II.

Allotype.—♀, "Chicot, Evangeline Co., Louisiana, 6.—13.X.1971", leg. D. Shaneck. C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♂, 24.VIII.1969, 2 ♂, 13.IV.1970 and 5.V.1971 from type locality; 2 ♂, Gold Head Branch State Park, Clay Co., Florida; 2 ♂ Forsyth, Monroe Co., Georgia, 20.—30.V.1968 and 8.VII.1969; 1 ♂, Homer, Banks Co., Georgia, 11.V.1970; 1 ♂, Meridian,

Mississippi, 29.VI.1970; 2 ♂, Water Valley, Yalobusha Co., Mississippi, 11.—V. and 5.VII.1970; Chicot, Evangeline Parish, Louisiana: 1 ♂, 28.V.1971; 1 ♂, 26.IV.1971; 1 ♂, 25.VIII.—1.IX.1971; 2 ♂, 25.VIII.—1.IX.1971; 2 ♂, 8.—15.—IX.1971; 2 ♂, 22.—29.1971; 4 ♂, 29.—IX.—6.X.1971; 1 ♂ and 1 ♀, 6.—13.X.—1971; 1 ♂ and 1 ♀, 20.—27.X.1971; 1 ♂, Elizabethtown, North Carolina, 30.—IV.1950. All the above in C.G.H. II.; 1 ♂, 28.VI.1937, Bemus Pt., New York; 2 ♂, Takoma Park, Maryland, 1. and 18.—VII.1943; 1 ♂, Moorestown, New Jersey, 14.VIII.1939; 1 ♂, Elizabethtown, North Carolina, 25.IV.1950. In C.H.T.

Distribution

Eastern U.S.A. from New York south to Central Florida and west to Louisiana.

Biology

Ecologically restricted to lowland forests with dense undergrowth. Has in the Southeast two generations, with the first peak of frequency at the beginning of May, the second in October.

Preamble

A very distinct species of medium to fairly large size. Males are chromatically well distinguished by (with very rare exceptions) almost entirely black color of anterior or most tergites, the first one being always apically narrowly white-banded (the following tergites with pale brownish or fulvous apical margins); they are in general appearance rather similar to southern populations of *variegatus* Provancher, but can be easily distinguished from that species by examination of tyloids and clypeus, the former being narrow and bacilliform (instead of broadly-oval), the latter not being dish-shaped-concave as a whole, but bearing only a small apico-median cavity.

Females display, as the males, uniformly fulvous (pale ochreous) tibiae III, without a trace of a yellow mark or annulus, but, in contrast to the male,

only the first tergite is black (with an apical, ivory band). They thus approach in color of legs *variegatus* on one side, and in color of abdomen *gracilior* Heinrich, *paraparatus* Heinrich, and *subfilatus* Heinrich on the other. They are clearly distinguished from *variegatus* by not widened beyond middle and barely attenuated at apex flagellum, by narrower temples and cheeks, and by uniformly black mesopleura. They differ from *paraparatus* by the distinctly, though only moderately densely and moderately strongly punctured 2nd tergite and also by the more slender flagellum, from *gracilior* by presence of a very distinct scopa on coxae III. Specimens are most closely related to *subfilatus*, differing only slightly by a trifle more slender flagellum, but can easily be distinguished by chromatic characters, in the first place by the ivory apical band of postpetiole (never occurs in *subfilatus*) and furthermore by the complete lack of a yellowish mark on tibiae III and by the almost uniformly black face, clypeus, cheeks, and outer orbits.

Male

Head and thorax dorsally black, with extensive white markings, ventrally predominantly white; mesoscutum with large, median white mark, propodeum with white W-pattern; all femora fulvous, without black parts; all tibiae orange-tinged fulvous, without black or yellow or ivory marks; all tarsi yellowish-white; upper surface of abdomen predominantly black; postpetiole with apical ivory band and lateral surfaces; the following tergites, usually at least tergites 2 and 3, with narrowly fulvous, sometimes yellowish-tinged, apical and lateral margins; the extent of apical fulvous bands on the following tergites gradually increasing, at least the last two tergites entirely or predominantly fulvous; flagellum with white annulus; length 12-17 mm.

Female

(Description based on allotype.) *Head and thorax black, only the following white: small spots on upper end of facial orbits, upper part of frontal orbits fairly broadly, band on temples and vertical orbits, collare, pronotal ridge, subalarum, scutella, median mark on mesoscutum (smaller than in variegatus), areae posteroexternae together with apices of areae spiraculiferae and base of carina metapleurales; abdomen light ochreous, only the first tergite black, with apical ivory band; femora and tibiae uniformly fulvous, without black or yellow (ivory) marks; tarsi yellowish-tinged; flagellum with complete broad white annulus; length 13-15 mm.*

Flagellum

Of male: with 37-43 segments and with narrow, almost parallel-sided, elongate-oval tyloids on segments 5 or 6 or 7 to 14 or 17, the longest on segments 7 or 8 to 12 or 13 almost reaching from bases to apices of segments. Black, with complete white annulus on segments 13 or 14 to 24 or 25, sometimes even to 29; scape ventrally white, rarely only marked with white.

Of female: subfiliform, barely widened beyond middle, only a trifle tapering toward apex, with 36 (paratype) to 41 (allotype) segments, the first fully twice as long as apically wide, the 8th in lateral view square, the widest on the flat side barely wider than long. Black, with complete white annulus on segments 8-18 or 20.

56a. *Craticheumon expers*, new species

Types

Holotype.—♀, "Tall Timber Research Station, Tallahassee, Florida, 7.-17. May 1968". C.G.H. II.

Allotype.—♂, Gold Head Branch State Park, Florida, 27.IV.1971. C.G.H. II.

Paratype.—1 ♀, Torreya State Park, Liberty Co., Florida, 11.V.1968; 1 ♀, 8 ♂, Gold Head Branch State Park, Clay Co., Florida, 27.IV.–6.V.1971. All in C.G.H. II.; 1 ♀, Jacksonville, Laval Co., Florida, 8.V.1971, leg. G.F. Zeiger. F.S.-C.A.

Distribution

Northern Florida.

Preamble

This species is particularly distinguished by a strongly abbreviated propodeum, a character it shares with the *rubricus*-group. Otherwise females are in structure and color similar to *gracilior* Heinrich, the two species having a subbristleshaped, fairly long and slender (contrasting with *rubricus*) flagellum, lacking the scopa, and having a punctured 2nd tergite; differing clearly from *gracilior* by considerably more swollen temple – and cheek profiles, by the strongly abbreviated propodeum, and by less attenuated apical section of flagellum. In color also similar to *paraparatus* Heinrich, but distinguishable from this species (in addition to the different structure of propodeum and flagellum) at once by distinct and dense puncturation of 2nd tergite and complete lack of scopa on coxae III.

Males are well distinguished by strongly abbreviated propodeum, with area superomedia usually 3 times as wide as long, by rather wide, curved temple profile, and by subobsolete malar space, combined with the chromatic characters described below.

Females from North Carolina and Mississippi differ slightly in color of head, tibiae III and propodeum from the typical population of northern Florida.

Female

Propodeum almost entirely pale orange, with most of the declivity and the adjacent sections of metapleura yellowish-tinged and with only the basal furrow, the bases of or entire areae *superoexternae* and the metapleura basally and on lower and upper part black; mesothorax and prothorax black, with the following ferruginous-red parts: median lobe of mesoscutum more or less extensively, usually two short lateral bands on mesoscutum at tegulae, median part of mesopleura more or less extensively, and band on propleura between ivory pronotal ridge and black median part; mesoscutum usually with yellowish median mark; abdomen uniformly, head predominantly dark ferruginous; the following ivory: orbital band on vertex and temples, collare, entire pronotal ridge, mark on lower end of pronotal base, subalarum, scutellum, and postscutellum; always antennal cavities, sometimes also ocellar and occipital regions black; all trochanters and coxae I and II pale orange to ivory; coxae III and all femora ferruginous, all tarsi dull ivory, all tibiae orange-ferruginous, with distinct median ivory mark on dorsal side, the base of tibiae III narrowly, the apex more extensively blackish-infuscated above, as is also the tip of femora III; flagellum with white annulus; length 8-10 mm.

Flagellum.—Subbristle-shaped, fairly long, only slightly widened beyond middle and slightly attenuated toward apex, with 30-31 segments, the first not quite twice as long as apically wide, in lateral view the 7th square, the widest on the flat side nearly 1.5 times as wide as long. Black, with nearly complete white annulus on segments 7 or 8 to 15, ventrally toward base or entirely, brownish; scape ventrally orange, dorsally partially infuscated.

Male

The broad series of males collected at the same time and the same locality with one paratypical female, matches the latter in decisive structural and chromatic characters so well that the association of sexes appears doubtlessly correct.

Head ivory, except the following black parts: antennal cavities, middle of frons, ocellar region, occipital region, carina genalis, and a very small spot on rudimentary malar space; thorax ivory, the following black: mesoscutum (except large, median ivory mark), base of prosternum, propleura, about upper third of mesopleura, base to more than anterior half of area metapleuralis, always together with entire area coxalis, basal furrow of propodeum together with areae superoexternae, and a longitudinal band on each side of mesosternum (between a longitudinal, median ivory band and the sternauli), projecting backward around base of coxae II to the end of metapleuron; abdomen uniformly orange-ferruginous, except predominantly black, apically ivory, first tergite; all coxae and trochanters ivory, the coxae III on exterior side orange and usually restrictedly black-marked; femora I and II orange-ferruginous, ventrally usually ivory in part, femora III ferruginous, apically more or less extensively blackish; all tibiae and tarsi ivory or orange-tinged ivory, the tibiae III narrowly blackish at base, broadly blackish at apex; flagellum with white annulus; length 11-12 mm.

Flagellum.—With 33 or 34 segments and with elongate-oval tyloids on segments 5 or 6 to 14 or 15, the longest, on segments 9-11, reaching from bases to apices of segments. Black, with complete, white annulus on segments 12 or 13 to 23 or 26, ventrally light brown to dark brown; scape ferruginous, ventrally ivory, infuscated on exterior side.

56b. *Cratichneumon expers circumflavidus*, new subspecies

Types

Holotype.—♀, "Mississippi. Oktibbeha Co., Starkville, 30.V.—4.VI.1971". C.-G.H. II.

Paratypes.—1 ♀, same data; 1 ♀, North Carolina, Raleigh, 10.VI.1951. C.-G.H. II.

Distribution

North Carolina, Mississippi.

Female

Differs from nominate form mainly by ivory color on orbits not restricted to vertex and temples only, but extending over most of inner and outer orbits; coxae III ivory-marked on dorsal side; ivory median mark on dorsal side of tibiae less distinct; length 9 mm.

57. *Cratichneumon horani*, new species

Types

Holotype.—♀, "Water Valley, Yalobusha Co., Mississ., U.S.A., 6.—20.X.—1970." Michael Horan collected. C.G.H. II.

Allotype.—♂, same data. C.G.H. II.

Paratype.—3 ♀, 2 ♂, same locality, 20.IX.—20.X.1970; 1 ♀, 4 ♂, same locality, 21.—31.X.1970, all collected by Michael Horan; 1 ♀, same locality, 5.—VII.1970, leg. G. Heinrich. All in C.G.H. II.; 1 ♀, Gainesville, Alachua Co., Florida, 2.V.1968. F.S.C.A.

Distribution

Mississippi and northern Florida.

Preamble

Females are chromatically similar to the species *pseudovinnulus* Heinrich. The two species are sympatric in parts of their ranges. Individuals are at once distinguishable from *pseudovinnulus* by the flagellum distinctly, tapering toward the apex and by the punctured sculpture of 2nd tergite.

Males are distinguished by uniformly orange-ferruginous abdomen with apical ivory band on postpetiole, by black mesoscutum with white (usually surrounded by rufous) median mark, and by whitish, basally and apically blackish-infuscated tibiae III; they share all these chromatic characters with *expers* Heinrich, which differs decisively by the obsolete malar space, abbreviated propodeum with strongly transverse area superomedia, and by only very restrictedly black-marked propodeum.

Female

Basic color of entire body, including legs, orange-ferruginous; head, legs, and thorax extensively white, thorax also restrictedly black-marked, tibiae III basally and apically black on dorsal side; the following white: orbits broadly around eyes, collare, pronotal ridge (entirely or apically), pronotal base partially, often median mark on mesoscutum, subalarum, irregular marks on mesopleura, areae superoexternae, carinal triangle, coxae I and II predominantly, coxae III dorsally extensively, all trochanters, median section of all tibiae on dorsal side, and usually marks on metapleura; all tarsi orange-tinged whitish; flagellum with annulus; length 8-10 mm.

Flagellum.—Subbristle-shaped, slightly widened beyond middle, distinctly tapering toward apex, with 31-32 segments, the first about twice as long as apically wide, in lateral view the 7th square, the widest on the flat side nearly 1.5 times as wide as long. Black, with complete white annulus on segments 7 or 8 to 16; scape predominantly ferruginous.

Male

Basic color of mesoscutum, in contrast to female, black, with white median mark, the environment of which usually is ferruginous-tinged; head white, with only antennal cavity, middle of frons,

ocellar and occipital regions black; thorax with the following white parts: collare, pronotal ridge and base broadly, subalarum, tegulae, median mark on mesoscutum, scutella, entire prosternum, entire mesosternum, mesopleura (except restricted black mark in their upper hind corner), broad exterior belt of prepectus all around, metapleura (except black areae coxales), declivity of propodeum; area superomedia and areae spiraculiferae usually predominantly ferruginous; color of abdomen, legs, and flagellum as in female; coxae III with black dorso-apical spot, sometimes partially blackish on exterior side; tip of femora III often blackish-infuscated; length 9-11 mm.

Flagellum.—With 34-35 segments and with small, narrowly-oval tyloids on segments 7-14. Black, ventrally brown, with complete white annulus on segments 13-21; scape ventrally white.

Note

Named in honor of Mr. Michael Horan who helped greatly to advance my research on the Ichneumoninae of Mississippi by successful insect trapping.

58. *Cratichneumon floridensis*, new species

Types

Holotype.—♀, "Archbold Biological Station, Lake Placid, Florida, U.S.A., 21.VI.1967." C.G.H. II.

Allotype.—♂, same locality, 8.V.1967. C.G.H. II.

Paratypes.—17 ♀, 34 ♂, same locality, February to June 1967 and 1968; 5 ♂, Orange River, Ft. Myers, Florida, March to May 1967 and 1968. All in C.G.H. II.; 2 ♂, Orlando, Florida, March 1944. C.H.T.; 2 ♂, Gainesville, Florida, 18.III.1947; 1 ♂, Brevard Co., Florida, 24.III.1954; 1 ♀, Alachua Co., Florida, 4.VII.1954, all leg. H. Weems. All in F.S.C.A.

Distribution

An endemic species of Florida, the northern border of its range roughly coinciding with the borderline of the State; south so far recorded to Ft. Myers, north to Jasper (Hamilton Co.), Jacksonville (Duval Co.), and Tallahassee (Lon Co.).

Preamble

This species belongs to the *paratus*-group, distinguished by impunctate, alutaceous 2nd tergite. It replaces geographically *pseudovinnulus* which inhabits the Lower and Upper Austral Zones. These two species could be considered as associated subspecies, but it seems to me that the differentiation in color and sculpture is considerable and calls for specific status. Besides, no intergradation of the two forms has been observed, although their ranges approach each other closely.

The sculpture of tergites, in both sexes, is still finer than in *pseudovinnulus* and shows a distinctly stronger gloss. Females are chromatically distinguished by the vivid blood-red basic color of the entire body including legs, contrasting sharply with the dorsally coal-black tibiae III displaying a clear-white annulus beyond base. Males also differ from *pseudovinnulus* by the vivid blood-red basic color of femora III and abdomen, the latter in most specimens lacking the black-and yellow-banded pattern of anterior tergites, characteristic for *pseudovinnulus* males.

Female

Head uniformly blood-red, without light or dark markings; thorax blood-red, the following white: collare, usually extreme apex of pronotal ridge, usually mark on subalarum, scutellum, sometimes postscutellum, rarely more or less distinct marks on areae posteroexternae; the following black: narrowly exterior margin on mesoscutum, basal furrow and

lateral slopes of scutellum, axillary troughs, basal furrow of propodeum all around, areae coxales more or less extensively, base of prosternum, median furrow of mesosternum, short band below subalarum, and sometimes a mark on middle of pronotum; abdomen uniformly blood-red; legs ferruginous-red, femora III blood-red, rarely with black tip; tibiae III coal-black with complete white annulus beyond base, tibiae I and II with dorsal, median white mark; trochanters I and II white, trochanters III and coxae I and II pale orange to whitish; tarsi III pale ferruginous to almost whitish, the metatarsus III basally more or less extensively infuscated; flagellum with white annulus; length 5-11 mm.

Flagellum.—Filiform, short, a trifle narrowed toward base, with 25-29 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 6th square, the widest on the flat side about 1.3 times as wide as long. Black, with complete white annulus on segments 8-12 or to 14 or 15; scape; scape uniformly red.

Male

Head white, the following black: apex of mandible, antennal cavity, middle of frons broadly, ocellar and occipital regions; mesoscutum black, often medially or predominantly blood-red, always with median white mark; white are: sterna, most of mesopleura, declivity of propodeum, and scutella; pleura with black and red parts; abdomen blood-red, tergites 1 and 2 often basally more or less extensively blackish-infuscated, sometimes also with whitish apical bands; legs ferruginous and vivid red, coxae I and II and all trochanters white; tibiae III dorsally coal-black, with broad, white annulus beyond base, tibiae I and II orange-ferruginous, with white dorsal mark beyond base; tip of femora III usually black; all tarsi whitish, base of

metatarsus III usually more or less extensively infuscated; flagellum with white annulus; length 6-12 mm.

Flagellum.—With 29-34 segments and with bacilliform tyloids on segments 4 or 5 to 13 or 14 or 15, the longest, on segments 8-11, reaching close to bases and apices of segments. Black, with complete white annulus on segments 12 or 13 or 14 to 18 or 20 or 21, ventrally usually dark brownish-tinged; scape ventrally white.

Genus *Barichneumon* Thomson

(Continued from Supplement 2. *Nat. can.*, 98, 1971).

Preamble

A comprehensive faunistic exploration of the Ichneumoninae of the Southeastern States, which I carried out over a period of about five years with the support of the Florida Department of Agriculture (Bureau of Entomology), has led to the discovery of a surprising number of new species and subspecies. The majority of these new forms belong to the genus *Barichneumon* Thomson, sensu stricto, which in North America seems to have reached the highest degree of speciation in the Austro-riparian Zone.

The definition of Thomson's subgenus *Barichneumon* was rather vague, and the taxon has subsequently been applied to a multitude of heterogenous elements. It has since long been my aim to recognize, separate, and define the various different groups involved; this can be done only cautiously and gradually. The introduction of the genera *Stenobarichneumon*, *Vulgichneumon*, and recently (for the Palaearctic fauna) *Baranisobas* i.l. are the first steps in this direction.

The new forms described below almost all belong to *Barichneumon* Thom-

son, sensu stricto, which, under consideration of the greatly increased number of species and clearer conception of its morphology, is now treated as a full genus. Only the two species, *excelsior* Heinrich and *seticornutus*, new species, both included in the new key to the species of *Barichneumon*, do not fully agree in structure (particularly of flagellum and gastocoeli) with the rest of the species, and may later on deserve generic separation.

It appears, that in this genus, in contrast to most others of the subfamily, the males display stronger differentiated and more obvious chromatic characters of specific distinction than the females, which are similar in color and often very difficult to distinguish; this is the reason why in the following descriptions more often males have been chosen for holotypes than females. The association of sexes is still incomplete and in several cases tentative.

Structural characters

(1) Gastrocoeli very small, often punctiform or obsolete, with small, often indistinct thyridia, which in males are usually more distinct than in females but not removed from the base of second tergite (as in *Vulgichneumon*).

(2) Flagellum of female short and more or less stout, filiform, or subfiliform, the first segment usually less than twice as long as wide, at the most slightly more than twice as long.

(3) Abdomen of females short and convex, with fairly strongly sclerotized and neatly punctured tergites including postpetiole.

(4) Basal part of nervus basalis tends to curve slightly toward base of wing, thus rendering the lower, interior angle of the discocubital cell a right one.

(5) Spiracles of propodeum small, short, and usually not longer than 4 times as long as wide medially. sometimes with apical white mark on seventh tergite.

Basic color of Nearctic females (except black *anator*) ferruginous or orange, A more detailed treatment of this genus is included in the monograph on the Fauna of Florida and the Neighboring States, to be published soon.

New key to the species of *Barichneumon* Thomson
of Eastern North America

Females ¹

- | | | |
|--|-----|---|
| 1. Flagellum stout, short, or fairly short, filiform or sub-filiform, sometimes slightly tapering toward apex, but never with long attenuated, sharply pointed end. (<i>Barichneumon</i> sensu stricto) | 2 | |
| — Flagellum long, slender, bristle-shaped. | 18 | |
| 2. Abdomen uniformly black, tergites 6 and 7 with white apical marks. (Head and thorax black with restricted white markings; legs predominantly red; length 7–9 mm.) | | 1. <i>anator</i> Fabricius (SNIS, p. 621) Holarctic; not recorded from Western North America. |
| — Abdomen predominantly ferruginous or orange. (6th tergite always, in majority of species also 7th tergite without white mark.) | 3 | |
| 3. Scutellum clearly and entirely white. (7th tergite usually with apical white mark.) | 4 | |
| — Scutellum ferruginous (as the mesoscutum), at the most indistinctly whitish-tinged at apex and sides. | 7 | |
| 4. Orbits broadly white around eyes; pronotal ridge entirely or predominantly white; coxae III white-marked dorsally. | 5 | |
| — Orbits not, or restrictedly white-marked; pronotal ridge at the most apically white; coxae III not white-marked dorsally. (Length 6.5–9 mm.) | 6 | |
| 5. Apices of femora III and of tibiae III not infuscated; tarsi III ferruginous; median part of pronotum black. (Basic color of body dark ferruginous-red; length 10 mm.) | 10. | <i>archboldi</i> , new species
Florida |
| — Apices of femora III and of tibiae III blackish-infuscated; tarsi III nearly entirely blackish; pronotum not marked with black; basic color of body light orange-ferruginous; length 6–7 mm. | 13. | <i>flaviscuta</i> Heinrich (Suppl. 2)
Mississippi, Georgia |

¹ Note: "white" as used here in the key comprises all shades from pure white to pale yellow.

6. Black markings less extensive; the following are black: base of prosternum narrowly, base of prepectus, small mark below subalarum, mesolcus, lower border of areae coxales; apices of femora III and of tibiae III usually only slightly infuscated. 2 a. *soror soror* Cresson (SNIS, p. 623) Delaware, Pennsylvania
- Black markings much more extensive; the following usually black: prosternum and propleura extensively, prepectus and areae coxales entirely, mesosternum partially, area posteromedia partially; often all median areae of propodeum, and coxae in part, black; apices of femora III and of tibiae III extensively black 2 b. *soror bimacularis* Dalla Torre (SNIS, p. 624) Québec, Ontario, Maine
7. 7th tergite with apical white mark. 8
- 7th tergite without apical white mark. 9
8. Cheek profile in frontal view markedly narrowed toward mandible base; malar space considerably longer than width of the latter; flagellum slenderer and more distinctly tapering toward apex. (Scutellum never marked with white; length 5–6 mm.) 7. *sphageti* Heinrich (Suppl. 2) Maine, New York, Mississippi
- Cheek profile barely narrowed toward mandible base, malar space markedly shorter than width of the latter; flagellum stouter and less tapering toward apex. (Scutellum, as a rule, more or less extensively to entirely white.) 6
9. Orbits usually extensively white, at least vertical orbits so marked. 10
- Orbits without distinct white or yellow markings. 16
10. Orbits clearly white all around eyes, except on malar space. (Flagellum fairly short, not widened beyond middle, slightly tapering toward apex; scutellum laterally faintly carinate close to middle; apices of femora III and of tibiae III never infuscated; length 7–8 mm.) 9. *neosorex*, new species Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana
- Vertical orbits, sometimes also frontal white-marked, but never exterior orbits. 11
11. Flagellum exactly filiform; temple profile barely to slightly narrowed behind eyes, with curved outline; scutellum not depressed and not completely flattened. 12
- Flagellum subfiliform, moderately widened beyond middle and gradually tapering toward apex; temple profile rather strongly narrowed behind eyes, with almost straight outline. 14

12. Only vertical orbits white; scutellum apically truncate, distinctly wider at base than medially long; areae dentiparae abbreviated, the carina dentipara exterior shorter than exterior carina of area superoexterna; temple profile barely narrowed behind eyes. (Apices of femora III and of tibiae III never infuscated; length 5–6mm.)
- Vertical orbits together with frontal orbits white, downward at least to level with antennal sockets; shape of scutellum normal; areae dentiparae not abbreviated, the carina dentipara exterior slightly longer than exterior carina of area superoexterna; temple profile slightly narrowed behind eyes. (Apices of tibiae III and of femora III often infuscated.)
13. Basic color of body pale ferruginous; infuscation on apices of femora III and of tibiae III indistinct, often lacking; black markings on thorax, as on prepectus, on mesopleura below subalarum, on propleura, and on sutures around mesoscutum and basal furrow of propodeum very restricted and partially lacking. (Length 6–7 mm.)
- Basic color of body dark ferruginous; infuscation on apices of femora III and of tibiae III distinct and fairly extensive; black markings mentioned for alternative, present, and more extensive. (Length 7–9 mm.)
14. Apices of areae dentiparae drawn out into long, gradually narrowed and markedly downward slanting ends; scutellum not completely depressed and laterally not carinate. (Vertical orbits, at the most, with a short and narrow whitish band; apices of femora III and of tibiae III not infuscated; length 7 mm.)
- Apices of areae dentiparae normally shaped and not markedly slanting; scutellum completely depressed and flattened, with low lateral carinae or sharp lateral edges at least to middle, usually beyond middle. (Length 7–8 mm.)
15. Apices of femora III and of tibiae III distinctly blackish infuscated.
13. *carolinensis*, new species
North Carolina south to
southern Florida and west to
Louisiana
- 13
4. *libens* Cresson (SNIS, p. 626)
Maine to southern Florida
and west to Louisiana
3. *sorex* Heinrich (SNIS, p. 624)
Québec, Ontario, Maine
(probably synonym or sub-
species of *libens*)
12. *floridanus*, new species
Florida
- 15 (*peramoenus* Heinrich)
- 5 a. *peramoenus peramoenus*
Heinrich (SNIS, p. 631, ♂)
Southeastern Canada to
southern Georgia, west to
Louisiana

- Apices of femora III and of tibiae III not infuscated. 5 b. *peramoenus* calliandros, new subspecies, Florida
16. Apices of femora III and of tibiae III distinctly and rather extensively blackish infuscated; puncturation of tergites 1-4 coarser than in all alternative species; areae dentiparae elongate and slanting down close to base of coxae III. (Area superomedia apically about as wide as medially long; length 6 mm.) 8. *crassipunctatus* Heinrich (Suppl. 2.) Georgia (Athens)
- Apices of femora III and of tibiae III not infuscated; puncturation less coarse; areae dentiparae, except in *floridanus*, not tangibly slanting. 17
17. Scutellum with fairly pronounced lateral carinae almost to its end. (Pale orange-ferruginous, only head and mesoscutum a shade darker; almost no black markings; first flagellar segment more than twice as long as apically wide; length 8 mm.) 11. *fuscosignatus*, new species Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana
- Scutellum without lateral carinae or with weak lateral carinae only at the base. 18
18. Apices of areae dentiparae slanting downward, drawn out, long, and narrowed gradually; gastrocoeli and thyridia very inconspicuous; basic color pale orange-ferruginous; vertical orbits usually with narrow, whitish band. (Length 8 mm.) 12. *floridanus*, new species Florida
- Areae dentiparae normal, not tangibly slanting; gastrocoeli transverse, rather conspicuous, with comparatively large thyridia; basic color ferruginous; ventral orbits without trace of white. (Length 7 mm.) 15. *californicus* Heinrich (Suppl. 2.) California
19. At the most frontal orbits narrowly white; pronotal ridge, at the most apically, pronotal base and coxae I and II not at all, white; sterna, propleura, and propodeum extensively black marked; femora II and III considerably thicker than in alternative species. (Length 8-10 mm.) 17. *excelsior* Heinrich (SNIS, p. 627) Québec, Ontario, Maine
- Orbits broadly white all around eyes; pronotal ridge and base and coxae I and II entirely white; sterna, propleura, and propodeum without black markings; femora II and III considerably slenderer. (Length 8 mm.) 16. *seticornutus* Heinrich (Suppl. 2.) Georgia (Athens)

Males

1. Basic color of entire abdomen black. (Flagellum without annulus; length 7-9 mm.) 1. *anator* Fabricius (SNIS, p. 621) Holarctic

- Basic color of abdomen, except sometimes apical tergites, ferruginous or orange. 2
- 2. Mesoscutum entirely or extensively ferruginous. 3
- Mesoscutum black, with or without white markings. ... 7
- 3. Flagellum with white annulus. (Prescutellar carinae never marked with white; abdomen orange, anterior tergites sometimes with whitish apical margins; only tip of tarsi III infuscated; length 9 mm.) 12. *floridanus*, new species
Florida
- Flagellum without annulus. 4
- 4. Mesoscutum with two longitudinal median and usually also with two short lateral white lines, partially black; large species, 10 mm long. (Apices of femora III and of tibiae III black.) 10. *archboldi*, new species, var.
Florida
- Mesoscutum uniformly ferruginous, without longitudinal white lines; small species, 5–7 mm long. 5
- 5. Prescutellar carinae white-marked; femora III rather stout and thick. (Sterna and at least half, usually most of mesopleura white; length 5–6 mm.) 13. *carolinensis*, new species
North Carolina to southern
Florida, west to Louisiana
- Prescutellar carinae not white-marked; femora III markedly slenderer and more elongate. (As yet unassociated and unidentified forms.) 6
- 6. White orbital band not interrupted on temples; coxae III not white-marked; femora III apically not infuscated. (Mesosternum white.) specimens from northern Florida and Mississippi
- White orbital band interrupted on temples; coxae III white-marked below and usually also above; femora III apically infuscated. (Mesosternum and parts of mesopleura white.) numerous specimens from Georgia, two from Maine and New York
- 7. Flagellum with white annulus. (Mesoscutum with four longitudinal white stripes; tarsi III in part white or yellowish; length 7–10 mm.) 5. *peramoenus* Heinrich
8
- Flagellum without white annulus. 9
- 8. Anterior tergites, usually 1–4, tricolored: yellowish apically and laterally, black basally, and ferruginous-red between these two colors; femora III and tibiae III apically broadly black; basal segments of tarsi III yellowish with black apices, the apical segments blackish. 5 a. *peramoenus peramoenus* Heinrich (SNIS, p. 631) Southeastern Canada to southern Georgia, west to Louisiana

- Abdomen without black bands, orange-ferruginous, at least tergites 1, or 1-2, often 1-4, rarely 1-5 with apical white bands; femora III and tibiae III apically not infuscated; tarsi III orange, partially white. 5 b. *peramoenus calliandros*, new subspecies, Florida
9. Tyloids larger than in all other American species of this genus, elongate-oval, nearly parallel-sided, and, on segments 5-11 reaching almost from bases to apices of segments. (Mesoscutum usually only with two longitudinal median white stripes, sometimes also with two short lateral ones; length 7-9 mm.) 9. *neosorex*, new species
Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana
- Tyloids much smaller, narrower, and shorter. 10
10. Mesoscutum with at least two longitudinal, median white lines, sometimes also with two lateral white lines. 11
- Mesoscutum without longitudinal white lines, usually uniformly black, rarely with an indistinct, pale yellowish or orange median mark. 13
11. At least the postpetiole with a large black mark, usually also the 2nd tergite with a black, often bipartite mark, exceptionally most tergites marked with black. (Tarsi III black, apices of femora III and of tibiae III not infuscated; length 8 mm.) 11. *fuscosignatus*, new species
Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana
- Abdomen without black marks. 12
12. Mesoscutum with two short median and usually also two short lateral white stripes, its basic color medially sometimes varying to ferruginous; larger species, 9-11 mm long; infuscation on apex of femora III and of tibiae III always distinct; tarsi III black or blackish; malar space with black mark. 10. *archboldi*, new species
Central Florida
- Mesoscutum usually with two short median white lines only, exceptionally also with two short lateral lines, never partially ferruginous; small species, 6-7 mm long; infuscation on apex of femora III and of tibiae III lacking or indistinct; tarsi III not infuscated; malar space never black-marked. 4. *libens* Cresson (SNIS, p. 626)
Illinois, Maine to Florida, west to Louisiana
13. All sterna, pleura, coxae, trochanters, and the entire propodeum uniformly black; face and clypeus black, except white orbits; tergites 1 and 5 predominantly, 6 and 7 entirely black. (Femora III apically to predominantly black; length 10-11 mm.) 17. *excelsior* Heinrich (SNIS, p. 627) Québec, Ontario, Maine
- All or some of these parts white-marked; face and clypeus white; abdomen without black tergites, except sometimes the first. 14

- 14. Seventh tergite with apical white mark ; area superome-
dia strongly transverse. (Mesosternum extensively
white, mesopleura and propodeum white-marked ;
face, clypeus, cheeks, and orbits around eyes white ;
femora III and tibiae III extensively black ; length
9 mm.) 16.
 - Seventh tergite without apical white mark ; area
superome-
dia not strongly transverse. (Tarsi III and
apices of femora III and of tibiae III black.) 15
 - 15. Mesosternum uniformly black. (Tarsi III blackish.) 16
 - Mesosternum partially to entirely white or yellow. 17
 - 16. Mesopleura black, with large white mark on lower
half ; metapleura uniformly black ; femora III and
tibiae III apically not infuscated ; notauli obsolete.
(Length 8 mm.) 14.
 - Mesopleura and metapleura more or less extensively
ferruginous-red, without white markings ; femora
III and tibiae III apically black ; anterior fourth of
notauli distinct. (Length 8 mm.) 2 b.
 - 17. Mesopleura, metapleura, and coxae without ferruginous
parts ; mesosternum, more than lower half of meso-
pleura, and markings on coxae III white ; white band
around orbits not interrupted, except narrowly on
malar space. (Length 7 mm.) 6.
 - Mesopleura, metapleura, and coxae III extensively
predominantly ferruginous ; mesosternum more or
less extensively pale yellow, this color often extend-
ing onto anterior and/or lower part of mesopleura ;
white band around orbits usually broadly interrupted
on temples and narrowly also on malar space.
(Length 7 mm.) 3.
16. *seticornutus* Heinrich (Suppl. 2.) Georgia
14. *danieli*, new species
New York
- 2 b. *soror bimacularis* Dalla Torre
(SNIS, p. 624) Québec, On-
tario, Maine
6. *flaviscuta* Heinrich (Suppl. 2.)
Georgia, Mississippi
3. *sorex* Heinrich (SNIS, p. 624)
(perhaps male of *sphageti*
Heinrich) Ontario, Québec,
south to Georgia

3. *Barichneumon sorex* Heinrich

Distribution

Melanichneumon (Barichneumon) sorex Hein-
rich, 1962, SNIS, p. 624-626, ♀ ♂.

Southeastern Canada (Québec and
Ontario), Maine, south to Virginia.

Types

Discussion

Holotype.— ♀, Mt. Blue near Weld,
Maine, 18.VI.1960. C.G.H. II.

Both sexes, as represented by the
holotype and allotype, were collected in
numbers at the type locality. The asso-
ciation of sexes has therefore been re-
garded as secured. However, new evi-

Allotype.— ♂, same locality, 31.VII.-
1960. C.G.H. II.

dence obtained recently in Georgia and northern Florida, has raised some doubts.

Broad series of males collected (mainly in Georgia) seem to be morphologically identical with the allotype of *sorex*; these southern populations show, however, a broad spectrum of individual chromatic variability and only very few of them are almost identical with the typical northern males. More puzzling is the fact, that in spite of very extensive collecting extended over a period of about 5 years and conducted with the help of Malaise traps as well, neither in Georgia nor in Florida has a typical female of *sorex* ever been found. The only female similar to *sorex* occurring in Georgia and Florida is the one, in all probability, correctly associated with *libens* Cresson, ♂. This situation leads to the following hypothesis: supposing that the association of sexes for the species *sorex*, as originally published by Heinrich, is not correct, then the species *sorex* (based on female) could perhaps represent a subspecies of *libens*, in which case the originally associated male would belong to another species as it is not conspecific with *libens*. This other species could be *sphageti* Heinrich, the female so far without associated male and recorded from Maine and Mississippi. An alternative hypothesis would be that *sorex* is indeed a full species with correctly associated sexes, of which the females are almost indistinguishable from *libens*, while the males are strikingly different. There is no conclusive evidence in support of one or the other hypothesis. The problem remains unsolved and is recommended for further observation.

4. *Barichneumon libens* Cresson

Ichneumon libens Cresson, 1877, Amer. Ent. Soc. Trans., 6, p. 181, ♂.

Melanichneumon (Barichneumon) libens Heinrich, 1962, SNIS, p. 627, ♂ (nec ♀!)

? *Melanichneumon (Barichneumon) sorex* Heinrich, 1962, SNIS, p. 624/5, ♀.

Types

Holotypes.—*Ichneumon libens* Cresson, ♂, Illinois. A.N.S.; *Melanichneumon (Barichneumon) sorex* Heinrich, ♀, Mt. Blue, near Weld, Maine. C.G.H. II.

Neallotype.—♀, Chesterville, Maine, 25.VIII.1967. C.G.H. II.

Distribution

Illinois and Maine south to New Jersey and North Carolina.

New records

Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana.

Preamble

Distributional pattern, as revealed by comprehensive and systematic research of the southeastern Ichneumoninae during the past five years, indicates that the female I associated with the holotype of *libens* Cresson, loc. cit. 1962 (under reservation of later confirmation), was not correct. The female now attributed to this species was found in broad series together with great numbers of typical *libens* males, in a very restricted biotope in southern Florida and under circumstances which made the association of these sexes undubitable. Besides, these females match the *libens* males in the obsolete gastrocoeli which are barely indicated by sculpture, a character of this species so far overlooked and not present in the originally associated female; the latter I consider now a dwarf specimen of *sphageti* Heinrich (SNIS, Suppl. 2, Naturaliste can., 1971).

Male

(For full description see SNIS, loc. cit. 1962).

The chromatic pattern of males is amazingly constant in all populations of the eastern United States from Maine south to southern Florida. Characteristic

is the black mesoscutum with usually only two short, median white lines, which are often widened and confluent posteriorly. The white band on orbits is almost never interrupted on temples, never on malar space. Propodeum orange-ferruginous, always with lateral yellow marks, only area posteromedia and areae coxales entirely or partially black. The infuscation on ends of femora III and of tibiae III varies individually and is never considerable, often lacking, particularly in southern populations.

Variability of males

In addition to white markings mentioned above, in northern populations exceptionally, in southern populations often, the prescutellar carinae also are white-marked; in southern populations sometimes also two short, lateral white lines on mesoscutum, opposite tegulae are present and black marks on area posteromedia and areae coxales often reduced or entirely lacking.

Female

Distinguished by small size (corresponding with male) and by the combination of the following structural characters: (1) gastrocoeli obsolete; (2) flagellum exactly filiform, moderately slender, not widened beyond middle, and not tapering toward apex; (3) temple profile somewhat narrowed behind eyes and slightly curved.

Light ferruginous; frontal and vertical orbits broadly ivory, never the outer orbits; ivory are also: apex of pronotal ridge, collare, subalarum; abdomen without apical white mark; apices of femora III and of tibiae III more or less distinctly infuscated on dorsal side, in southern populations often not at all infuscated; black markings practically absent in southern populations, often fairly extensive in northern specimens; flagellum with dorsal white annulus, usually brownish toward base; length 6-7 mm.

Flagellum.—(Neallotype); exactly filiform, not widened beyond middle, with 25 segments, the first nearly twice as long as wide, in lateral view the 6th square, none wider than long. Black, with dorsal white annulus on segments 7-12, segments before annulus light brownish on ventral side, darker brown on dorsal side, particularly toward apices; scape ventrally ferruginous, dorsally blackish.

Note

I can not find tangible structural differences between southern females of *libens* and the neallotype of that species on one side and the holotype and type series of *sorex* Heinrich (from Mt. Blue, Maine) on the other. However, the specimens from Maine are definitely darker than southern populations of *libens*, with head and thorax considerably more extensively marked with black, and the average size is tangibly larger. See also discussion of species *sorex*.

5. *Barichneumon peramoenus* Heinrich

Melanichneumon (? subgenus) *peramoenus* Heinrich, 1962, SNIS, p. 631-632, ♂.

Types

Holotype.—♂, "Québec, Gatineau, 17.X.1956, Gerd H. Heinrich." C.G.H. II.

Neallotype.—♀, Amherst, Massachusetts, 15.V.1968, leg. R. Duffield. C.G.H. II.

Distribution

Southeastern Canada (Québec and Ontario), south to southern Georgia and west to Louisiana (Bayou Chicot and Nat-chitoches); not found in Florida.

Preamble

Numerous trapping records suggest that, in all probability, the female described below is associated with the holotype, a hypothesis also confirmed by the facts that in both sexes the femora III and tibiae III are blackish-infuscated

apically (though in males, on the average, more extensively than in females) and that the scutellum is laterally carinate at the base, often to beyond middle. The newly associated and below described female establishes the, so far uncertain, generic position of the species.

Female

Ferruginous, the ends of femora III and of tibiae III more or less extensively blackish, tarsi III usually infuscated; the following ivory: at least vertical orbits, (usually also frontal orbits), base of mandibles, collare, pronotal ridge, and sides and apex of scutellum more or less distinctly and clearly; in southern specimens trochanters I and II, often also postscutellum, subalarum, coxae I and II, and trochanters III ivory-tinged; the following black: base of prepectus, axillary troughs, and basal furrow of propodeum narrowly; in neallotype and northern specimens also prosternum, middle of mesosternum, propleura, areae coxales, and parts of coxae III black; flagellum black, with white annulus; length 7-8 mm.

Flagellum.—Subfiliform, fairly stout and short, moderately widened beyond middle and gradually tapering toward apex; with 28-30 segments, the first about twice as long as apically wide, in lateral view the 6th or 7th square, the widest on the flat side slightly to 1.5 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 7 or 8 to 13 or 14; scape ferruginous.

Structural characters

Temple profile, in vertical view, strongly narrowed behind eyes, with straight outline; cheek profile in front view likewise narrowed toward mandible base; malar space somewhat longer than width of mandible base; scutellum completely flat, with scattered, coarse punctures, running into some irregular, longitudinal rugae, and with distinct,

though low, lateral carinae to about middle or almost to the end; horizontal part of propodeum fully as long as area postromedia; area superomedia usually distinctly longer than wide, hexagonal, with costulae before middle, narrowed from costulae toward area basalis; areae dentiparae nearly parallelsided, longer than wide, not markedly slanting toward their apices, the carinae dentiparae interiores meeting the area posteromedia considerably behind apical margin of area superomedia; tergites 1-3 and basal third to half of 4th tergite coarsely punctured; gastrocoeli fairly small but distinctly impressed.

5 b. *Barichneumon peramoenus calliandros*, new subspecies

Types

Holotype.—♀, "Fort Myers, Florida, U.S.A., 27.V.1967". C.G.H. II.

Allotype.—♂, same data. C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♀, 11 ♂, type locality, 25.-29.VI.1967 and 7.-25.III.1968; 7 ♀, 36 ♂, Archbold Biological Station, near Lake Placid, Florida, 6.-28.V.1967 and 7.-25.III.1968; 4 ♀, 1 ♂, Highlands Hammock, near Sebring, Florida, 4.-31.-VIII.1969; 2 ♀, 1 ♂, same locality, 1.-30.X.1970. All in C.G.H. II.

Distribution

Florida, from Gainesville and Keystone Heights south to Fort Myers.

Preamble

Females of this form differ from *peramoenus peramoenus* Heinrich only slightly in color (mainly by lack of black apices of femora III and of tibiae III) and not at all in structure; they apparently replace *peramoenus peramoenus* in Florida; the form is therefore treated here as a subspecies of *peramoenus*, although the associated males are chromatically strikingly differentiated from the males of the nominate form.

Females are rather similar to *soror* Cresson and *sorex* Heinrich, differing from these two species mainly in structure of head and flagellum, the temple profile being more narrowed behind eyes (with almost straight outline), the flagellum tapering more distinctly toward the apex.

Female

Ferruginous; in contrast to nominate form, apices of femora III and of tibiae III not infuscated; the following ivory: vertical orbits, sometimes also frontal orbits narrowly, base of mandibles, collare, extreme end of pronotal ridge (rarely pronotal ridge more extensively), subalarum, apical and usually also lateral margins of scutellum, rarely postscutellum, trochanters I and II, coxae I extensively to predominantly, and apices of coxae II; flagellum with white annulus; length 7-8 mm.

Structural characters as in *peramoenus peramoenus*.

Male

Males differ from *peramoenus peramoenus* strikingly, not only by lack of black pattern on legs III but also by complete absence of black bandings on abdomen; they are at once recognizable from all other *Barichneumon* species occurring in Florida by the combination of the following three characters: (1) flagellum with white annulus; (2) tarsi III partially white; (3) mesoscutum black with white longitudinal lines.

Head white, middle of frons, ocellar and occipital regions black; thorax ventrally white, dorsally predominantly black, with rich white markings; the following white: 4 short, longitudinal lines on mesoscutum, prescutellar carinae, scutella, tegulae in part, subalarum, collare, pronotal ridge and base broadly, propodeum (except black three central areae, areae superoexternae, and

most of areae metapleurales and coxales), mesopleura (except upper part); legs and abdomen ferruginous-red, with the following white parts: coxae I and II, all trochanters (trochanters III often basally ferruginous or black), all tarsi extensively to predominantly, usually a basal mark on tibiae III, apical bands on at least tergite 1 (with rare exceptions), or 1 and 2, often on tergites 1-4, exceptionally 1-5, sides of usually the first tergite, sometimes also the 2nd, coxae III ventrally and a large mark on their dorsal side; black on pleura and propodeum often partially replaced by red; flagellum with complete white annulus; length 7-10 mm.

7. *Barichneumon sphageti* Heinrich

Barichneumon sphageti Heinrich, 1971, SNIS, Suppl. 2, Entom. can., p. 1008-9, ♀.

Melanichneumon (Barichneumon) libens Heinrich, 1962, SNIS, p. 617, ♀.

Holotype.—♀, Chesterville, Maine. C.G.H. II.

Distribution

Maine (Chesterville and Mt. Blue, near Weld); New York (Lake Mohonk); Mississippi (Water Valley).

Preamble

I am now convinced that the female originally associated with *libens* Cresson ♂ (see treatment of that species above) represents a small specimen of *sphageti*.

If *sorex* Heinrich, ♀, now suspected to be either a synonym or a subspecies of *libens*, will be conclusively proven to be one or the other, the male originally associated with *sorex* would, also definitely, not belong to that species but instead, in all probability, to *sphageti*.

The final solution of this complicated case must be postponed until conclusive evidence will turn up.

Female

One of the few American species of the genus which display a white mark on the 7th tergite; in this character similar to *sorex* Cresson and *flaviscuta* Heinrich; easily to distinguish from the latter species by complete lack of white on scutellum, postscutellum, and orbits; from the former species by the considerably more narrowed temple profile and cheek profile and by the longer malar space, as well as by the slenderer, not widened beyond middle, flagellum. In general appearance deceptively similar to *Rubicundiella perturbans* Heinrich; the character best distinguishing *sphageti* from that species is the densely and regularly punctured postpetiole without indication of a median field.

9. *Barichneumon neosorex*, new species

Types

Holotype.—♂, "Orange River, Ft. Myers, Lee Co., Florida, 7.IV.1968." C.-G.H. II.

Allotype.—♀, same locality, 8.V.-1968. C.G.H. II.

Paratypes.—2 ♀, 1 ♂, type locality, 27.V.-7.VIII.1967; 1 ♀, 1 ♂, type locality, 17.III.-17.IV.1968; 1 ♀, 6 ♂, Torreya State Park, Liberty Co., Florida, 11.-13.V.1968. All in C.G.H. II.

Distribution

Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana. The most common species of the genus throughout the Southeastern States.

Male

The male of this species is prominently distinguished from all similar species of the genus (particularly from *sorex* Heinrich and *archboldi*, new species) by the shape of the tyloids; the tyloids are elongate-elliptic, almost parallel-sided, and unusually wide; they reach, on seg-

ments 5-11, almost from bases to apices and cover the entire length of segments.

Chromatically superficially resembling *peramoenus calliandros* Heinrich and rather closely *archboldi*; at once distinguishable from the former species by black tarsi III and lack of flagellar annulus; it shares these chromatic characters with *archboldi*, from which it can be distinguished only by structural features, mainly by the shape of tyloids as described above and also by the cheek profile, which is considerably more narrowed toward mandible base than in *archboldi*.

Head white, with middle of frons, ocellar, and occipital regions, and constantly also a mark on malar space, black; thorax ventrally white, dorsally predominantly black; mesoscutum always with two median, longitudinal white lines, sometimes also with two, more or less distinct, lateral white lines; scutella always white, prescutellar carinae never white-marked; legs and abdomen ferruginous, the tibiae III often apically very slightly infuscated, tarsi III black or blackish, coxae and trochanters I and II uniformly white, coxae III more or less extensively to predominantly white; petiole extensively black; postpetiole with apical ivory band or lateroapical ivory marks, usually also the 2nd tergite, sometimes the 3rd, rarely even the 4th with apical ivory band; flagellum black, without annulus; length 7-9 mm.

Flagellum.—With 27-28 segments and with tyloids of striking shape and size (as described above) on segments 4-12, the longest on segments 5-11 covering the whole length of segments. Black, ventrally brownish, without annulus; scape ventrally white.

Female

Less strikingly characterized than the male and therefore less easily disting-

uishable from a number of similar species in Florida, particularly from *peramoenus calliandros* with which it shares the weak lateral carinae of scutellum, the carinae, however, are less extended in *neosorex* than in *peramoenus*.

Best to be recognized by the following characters: (1) orbits broadly ivory almost all around eyes (except only area of malar space); (2) flagellum filiform, not widened beyond middle, and not tangibly tapering toward apex; (3) scutellum weakly carinate laterally at the base to nearly the middle.

Ferruginous, with restricted white and practically without black markings, except sometimes black medio-basal area of prepectus; the following white: orbits broadly around eyes (except only on malar space), collare, extreme apex of pronotal ridge, and subalarum; flagellum with dorsal white annulus; length 7-8 mm.

10. *Barichneumon archboldi*, new species

Types

Holotype.—♂, "Archbold Biological Station, Lake Placid, Florida, U.S.A., 11. Mai 1967." C.G.H. II.

Allotype.—♀, Orange River, Fort Myers, Lee Co., Florida, 12.IV.1968. C.G.H. II.

Paratypes.—8 ♂, type locality, 17.II.–8.VI.1968; 2 ♂, type locality, 18.II.1961 and 3.VII.1967 (leg. S.W. Frost in light trap); 6 ♂, allotype locality, 22.–28.IV.1967, 7.III.1967, and 7.–14.IV.1968. All in C.G.H. II.

Distribution

Central Florida.

Preamble

This species is somewhat larger than all other, sympatric forms of the genus; particularly distinguished in both sexes

by structure of the head: cheek profile in front view very broad and barely narrowed toward mandible base, the malar space extremely short. The female is chromatically well distinguished by the combination of (for the entire length) broadly white pronotal ridge with entirely white scutellum and postscutellum. The male is rather similar in color to *neosorex* Heinrich, but distinguishable at once by normally-shaped, narrow tyloids and by much wider cheek profile.

Male

Head white, with middle of frons, ocellar and occipital regions, and with a mark on malar space black; thorax ventrally white, dorsally predominantly black; mesoscutum always with two median, longitudinal, white lines (often apically confluent), usually also with two short lateral white lines; scutella always white, prescutellar carinae never white-marked; legs and abdomen ferruginous, apices of femora III and of tibiae III, and the tarsi III black; coxae and trochanters I and II uniformly white, coxae and trochanters III usually partially, sometimes predominantly white; tibiae III basally not white marked; petiole more or less extensively black; postpetiole usually, tergites 2 and 3 often with apical ivory band; flagellum black, without annulus; length 9-11 mm.

Flagellum.—With 31-33 segments and with long and narrow tyloids on segments 5-12 or 13. Black, ventrally light brown, without annulus; scape ventrally white.

Female

Ferruginous-red, with rich white markings on head and thorax and with restricted black pattern on the latter; the following white: orbits broadly around eyes (except only on malar space), collare, pronotal base, pronotal ridge broadly for entire length, scutellum, postscutellum, subalarum, extreme apices of areae

dentiparae together with *areae postero-externae*, *coxae I and II apically*, *apical margin of first trochanters I and II dorsally*, and *long, dorsal mark on interior side of coxae III*; *the following black*: *base of prosternum*, *entire prepectus*, *longitudinal median band on mesosternum*, *middle of pronotum behind collare*, *narrow band below subalarum*, *exterior margin narrowly all around mesoscutum*, *axillary troughs*, *basal furrow of propodeum narrowly all around*, *apical mark on area posteromedia*, *base of petiole*, and *base of first trochanters III*; *flagellum with dorsal white annulus*; *length 10 mm.*

Flagellum.—Subfiliform, slightly widened beyond middle, only a trifle narrowed toward apex, with 30 segments, the first fully twice as long as apically wide, in lateral view the 6th square, the widest on the flat side about 1.5 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 6-13; scape ventrally ferruginous.

11. *Barichneumon fuscusignatus*, new species

Types

Holotype.—♂, "Archbold Biological Station, Lake Placid, Florida, 16.III.-1968." C.G.H. II.

Allotype.—♀, "Highlands Hammock State Park, Highlands Co., 28.VIII.-1969". C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♂, type locality, 27.-II.1968; 1 ♂, allotype locality, 24.-30.-IX.1969; 6 ♂, allotype locality, 7.-29.-VIII, 15.-22.IX., and 1.-15.X.1969; 1 ♂, allotype locality, 30.XII.1969.-19.-I.1970; 3 ♂ and 2 ♀, Athens, Georgia, 8.-15.VII.1969. All in C.G.H. II.

Distribution

Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana.

Preamble

In both sexes of this species the scutellum is laterally distinctly carinate nearly for its entire length. In this character *fuscusignatus* approaches *neosorex* Heinrich and particularly *peramoenus* Heinrich, however, the lateral carinae of the scutellum are more distinct and more extensive than in the former species, and the scutellum is less completely depressed and flattened than in the latter. The male is chromatically well distinguished from *peramoenus* by lack of white antennal annulus and by uniformly ivory metapleura. It shares with *peramoenus*, *neosorex*, and *archboldi* Heinrich the black mesoscutum with its white markings (consisting of two median and two shorter lateral, longitudinal lines, the prescutellar carinae, and scutella), but differs from these three species, and all others of the genus, by a large, black mark covering the surface of the postpetiole (except an apical, ivory band). Usually the 2nd tergite bears also a black, often bipartite mark (in exceptional variations most tergites may be marked with black). The basic color is markedly lighter all over than in most other species, it is a pale, partially ivory-tinged orange on abdomen and legs, ivory on sterna, pleura and propodeum.

The female can be easily mistaken for *peramoenus calliandros* from Florida, but may be recognized by complete lack of white pattern on orbits and, in direct comparison, by the temple profile behind the eyes somewhat less narrowed and by slightly more elongate basal segments of flagellum. Besides, the lateral carinae of the scutellum are more pronounced and extend closer to the end of the scutellum.

Male

Head ivory, including malar space; *middle of frons*, *ocellar and occipital regions black*; *thorax ventrally and la-*

terally (including the entire metapleura), ivory, dorsally predominantly black; mesoscutum always with two longitudinal median, and two shorter, longitudinal lateral ivory lines; scutella and prescutellar carinae always ivory; propodeum ivory, only the areae superoexternae and the three median areae black, as are also a median, narrow band on pronotum and a narrow band below subalarum on mesopleura; legs and abdomen pale orange; dorsal surface of postpetiole black, except narrow apical ivory band; 2nd tergite often also with a (usually bipartite) black mark, exceptionally also the following tergites marked with black; femora III and tibiae III apically not infuscated; the tarsi III black, in somewhat lesser extent also the dorsal side of tarsi II blackish-infuscated; all coxae and trochanters ivory, the coxae III usually black-marked on exterior side; flagellum without annulus; length 8 mm.

Flagellum.—With 30 segments and with small, elliptic tyloids on segments 4-18, the longest, on segments 7-14 covering approximately the median half of the length of segments. Black, ventrally pale ochreous, scape ventrally white.

Female

Almost uniformly pale orange-ferruginous, without distinct ivory or white markings, only collare whitish; apex of pronotal ridge and of scutellum, and the coxae and trochanters I and II faintly yellowish-tinged; sterna a shade paler than dorsal side of thorax; only the following blackish: axillary troughs, a small mark below subalarum and usually very narrowly the lateral margins of mesoscutum and the extreme base of its median lobe behind collare; flagellum with white annulus; length 8 mm.

Flagellum.—Subfiliform, fairly slender, ventrally flattened beyond middle

but not widened, a trifle tapering toward apex, with 26-27 segments, the first more than twice as long as apically wide, in lateral view the 6th or 7th square, the widest on the flat side also approximately square. Black, with dorsal white annulus on segments 6-13, the segments before annulus on dorsal side apically, on ventral side predominantly brown; scape ferruginous.

12. *Barichneumon floridanus*, new species

Types

Holotype.—♂, "Highlands Hammock State Park, 28.IV.1968." C.G.H. II.

Allotype.—♀, "Archb. Biol. Sta., Lake Placid, Fla., U.S.A., 17 May 1967." C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♀, allotype locality, 14.V.1967; 4 ♂, type locality, 22.IV.-1970; 1 ♂, type locality, 28.VI.1971. All in C.G.H. II.

Distribution

Central Florida; so far only from Sebring (Highland Hammock State Park) and from Lake Placid (Archbold Biological Station).

Preamble

The males of this, and the following, species differ chromatically strongly from the 4 species treated above by uniformly bright orange-ferruginous mesoscutum. The *floridanus* male is, in addition, distinguished from all other species with likewise colored mesoscutum by a white flagellar annulus; from *carolinensis*, new species in addition by lack of white on prescutellar carinae.

The female is rather unobtrusive in color and morphology, and in appearance most similar to *peramoenus calliandros* Heinrich from Florida. It is distinguished mainly by (1) complete lack of lateral carinae of the scutellum, (2) structure

of areae dentiparae with long, drawn-out, gradually narrowed and markedly slanting apices, (3) comparatively fine puncturation of anterior tergites, and (4) structure of flagellum (see below). Besides, the basic color is a shade paler than in *peramoenus* and most of the other species.

Male

Head white, middle of frons, ocellar and occipital regions black, often variegated with ferruginous; thorax ventrally ivory, the mesoscutum uniformly orange-ferruginous, sometimes with faint indication of two longitudinal ivorish lines; ivory are: collare, pronotal base and ridge, subalarum, tegulae in part, scutella, a not clearly defined, large area on each side of the propodeum, and mesopleura extensively; the following black: prepectus predominantly, mark below subalarum, basal furrow of scutellum, axillary troughs, usually extreme end of area posteromedia and lower margin of areae coxales; the rest of pleura and propodeum ferruginous-orange.

Flagellum.—With 30 segments and with bacilliform, moderately long tyloids on segments 4-12, the longest not reaching bases and apices of segments but being comparatively longer than in the following, chromatically very similar species *carolinensis*. Black, ventrally orange-tinged ferruginous, with complete white annulus on segments 11-17 (base); scape dorsally black, ventrally ivory, laterally orange.

Female

Pale orange-ferruginous (head and mesoscutum a shade darker than the rest), with very restricted ivory markings; ivory are only: a short and narrow band on vertical orbits, collare, extreme end of pronotal ridge, and subalarum; scutellum, coxae I and II, all trochanters, and 7th tergite yellowish-orange; extreme apex of tibiae III a trifle infuscated

dorsally; flagellum with white annulus; length 8 mm.

Flagellum.—Filiform, not attenuated toward apex, a trifle widened beyond middle and a trifle narrowed toward base, with 26-27 segments, the first about 1.5 times as long as apically wide, in lateral view the 5th square, the widest on the flat side nearly 1.5 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 7-12 or 13, ventrally dull brownish; scape ferruginous, dorsally toward apex infuscated.

13. *Barichneumon carolinensis*, new species

Types

Holotype.—♂, Raleigh, North Carolina, 10.VI.1951. C.G.H. II.

Allotype.—♀, Athens, Georgia, 1.VI.1969. C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♂, Archbold Biological Station, Highlands Co., Florida, 10.IV.1968; 1 ♀, 1 ♂, Orange River, Ft. Myers, Florida, 13-17.IV.1968; 1 ♂, Athens, Georgia, leg. R. Duffield, 15.XI.1969; 1 ♀, Gainesville, Florida, 3.V.1968. All in C.G.H. II.

Distribution

North Carolina south to southern Florida and west to Louisiana.

Preamble

One of the smallest and most common species of the southeast. Males share with *floridanus* Heinrich the uniformly orange-ferruginous mesoscutum but not the white flagellar annulus. They are distinguished in color particularly by constantly white-marked prescutellar carinae.

Females are well distinguished by combination of three structural characters: (1) flagellum exactly filiform, short, apically blunt, slightly tapering toward base; (2) areae dentiparae ab-

breviated, the carina dentipara exterior, as a rule, shorter than exterior carina of area superoexterna; (3) scutellum laterally not carinate except at the extreme base.

Male

Head white, middle of frons, ocellar and occipital regions black, more or less variegated with ferruginous; thorax ventrally ivory; mesoscutum orange-ferruginous; ivory are: collare, pronotal base and ridge, subalarum, tegulae, prescutellar carinae, scutella, declivity of propodeum except area posteromedia, all pleura extensively to predominantly, usually orange-tinged in parts; the following black: usually short, median band on pronotum, exterior margin of mesoscutum narrowly, mark below subalarum, basal furrow of scutellum, axillary troughs, basal furrow of propodeum medially on horizontal part; legs orange-ferruginous, the following ivory: coxae and trochanters I and II and coxae III dorsally on interior side and ventrally on interior side; tarsi III a trifle infuscated; abdomen usually uniformly orange-ferruginous, rarely anterior tergites apically ivory-tinged; flagellum without annulus; length 6-8 mm.

Flagellum.—With 28-29 segments and with small, bacilliform tyloids on segments 4-14 or 15, the longest (on segments 5-10) covering only about median third of segments. Black, ventrally ochreous, without annulus; scape ferruginous, ventrally whitish, dorsally blackish-infuscated toward apex.

Female

Orange-ferruginous, with very restricted ivory markings; ivory are only: a more or less distinct, short and narrow band on vertical orbits, collare, extreme end of pronotal ridge, and subalarum in part; sometimes scutellum apically and/or apico-laterally faintly yellow-tinged; coxae and trochanters I

and II faintly orange-tinged yellow; the following black: central part of prepectus, small mark below subalarum, narrowly exterior margin of mesoscutum, basal furrow of scutellum, and axillary troughs; flagellum with white annulus; length 5-6 mm.

Flagellum.—Filiform, short, apically thick and blunt, slightly narrowed toward base, with 24 segments, the first about 1.3 times as long as apically wide, in lateral view the 5th square, the widest on the flat side about 1.3 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 6 or 7 to 11, 12 or 13, brownish toward base; scape ferruginous, dorsally blackish toward apex.

14. *Barichneumon danieli*, new species

Types

Holotype.—♂, "Lake Mohonk, New Paltz (New York), 30.VIII.1966." Leg. G. Smiley. C.G.H. II.

Paratypes.—7 ♂, same locality, 12.-30.VIII.1966. C.G.H. II.

Distribution

New York (Catskill Mountains).

Preamble

The eight types, all collected during August 1966 at the same locality, are congruent in color and structure and distinctly different from all other species of the genus. The peculiar structure of the tyloids, as described below, is only paralleled by the southeastern species *neosorex* Heinrich. Chromatically characteristic is the large, white mark on mesopleura.

Tyloids on segments 3-11, elongate, the longest on segments 5-10 parallel-sided, and reaching from bases to apices of segments.

Male

Head black, with white markings; the following white: mandibles except teeth, clypeus, face, orbits broadly around eyes,

the white expanding downward on outer orbits gradually over the entire width of cheeks but not quite reaching to the mandible ; malar space black ; thorax black, the following white : collare, pronotal ridge and base, subalarum, tegulae in part, scutellum, postcutellum, two marks on propodeum (covering the ends of areae dentiparae and of areae spiraculiferae together with the areae postero-externae), a large mark on lower half of mesopleura, and the coxae and trochanters I and II ; all femora, tibiae and tarsi ferruginous, except only the tarsi III black ; coxae III and trochanters III dark ferruginous, extensively blackish infuscated, the coxae III rarely with dorsal white mark ; abdomen uniformly ferruginous ; flagellum black, ventrally brownish, without annulus ; length 6-8 mm.

Flagellum.—With 23-25 segments ; tyloids as described in preamble. Scape ventrally dull orange-ferruginous.

Structural characters

Temple profile not narrowed behind eyes, strongly curved ; head in front

view with approximately circular outline ; malar space slightly more than half as long as width of mandible base ; median field of face tangibly protruding ; lateral fields and clypeus somewhat convex.

Mesoscutum moderately convex, without notauli, densely punctured, shiny ; sternauli on the mesosternum distinct ; scutellum slightly convex ; area postero-media considerably longer than horizontal part of propodeum medially ; area supero-media with the very oblique costulae far beyond middle, strongly narrowed from costulae toward area basalis, the latter confluent with basal furrow of propodeum.

Petiole gradually widened into postpetiole, the latter with indicated median field, densely punctured ; gastrocoeli fairly distinct, about as long as wide.

Note

Named in honor of Mr. Daniel Smiley who collected for many years the ichneumonids caught on the windows of Lake Mohonk Mountain House, and who made in this way many valuable contributions to our knowledge of this group.

Genus *Melanichneumon* Thomson

(Continued from Supplement 2, *Naturaliste canadien*, 98, 1971.)

Key to the species and subspecies
of the genus *Melanichneumon* Thomson (sensu stricto).
of the Southeastern Nearctic Region

Females

- | | | |
|---|---|---|
| 1. Tergites 6 and 7 without apical white marks. (Femora III never infuscated apically ; basic color of mesoscutum entirely or partially black.) | 2 | (<i>honestus</i> Cresson) |
| — Tergite 7 or 6 and 7 with apical white mark. (Femora III often apically infuscated ; basic color of mesoscutum ferruginous.) | 3 | |
| 2. Mesopleura ivory, except black uppermost section ; basic color of mesoscutum black, except in rare variations red median lobe. (Length 10-12 mm.) | | 6 b. <i>honestus milleri</i> , new subspecies, Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana |

- Mesopleura partially orange or ferruginous ; basic color of mesoscutum at least medially, sometimes predominantly red. (Length 9–11 mm.) (6). *honestus honestus* Cresson
Northern Mississippi, the Carolinas, Virginia
- 3. Ivory band around orbits on temples interrupted, or at least narrowed to a thin line. (Tip of femora III usually infuscated ; length 9-10 mm.) 3 b. *disparilis flavidops*, new subspecies, Northern Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana
- Ivory band around orbits not interrupted or markedly narrowed on temples. 4
- 4. Mesopleura and mesosternum ferruginous-red, at the most with small, irregular ivory markings ; temple profile somewhat narrower than in alternative species. (Mesoscutum only exceptionally with ivory longitudinal lines ; length 10–13 mm.) (9). *heiligbrodtii* Cresson, Florida, southern Texas, Mexico
- Mesopleura and mesosternum predominantly yellowish ; temple profile somewhat wider than in alternative species. (Mesoscutum with two long median and two short lateral longitudinal ivory lines ; length 11 mm.) 15. *mystificans*, new species (tentative)
Georgia

Males

- 1. Basic color of mesopleura ferruginous-red, at the most with small, irregular ivory markings. (Hypopygium never white ; basic color of body close to chestnut-red, with very variable ivory and black markings ; sometimes anterior tergites with black basal bands ; length 10–14 mm.) (9). *heiligbrodtii* Cresson, Florida southern Texas, Mexico
- Mesopleura extensively to predominantly ivory. 2
- 2. Basic color of abdomen orange-ferruginous ; anterior tergites with apical ivory bands, basally not black, except rarely first and second tergite restrictedly. 3
- Basic color of abdomen chestnut-red or pale yellow ; extensive basal black bands on tergites 1-3 or 4 or 5. 4
- 3. Hypopygium white, tergites 1-4 with continuous apical ivory bands ; femora III never apically infuscated. (Length 12–13 mm.) (6). *honestus honestus* Cresson
Northern Mississippi, the Carolinas, Virginia ; occurs as rare variation also in Georgia and northern Florida

- Hypopygium ferruginous, as the rest of the sternites ; only tergites 1-3 with continuous apical ivory bends, the 4th tergite often with latero-apical ivory marks ; tip of femora III usually infuscated. (Length 12–13 mm.)
- 3 b. *disparilis flavidops*, new subspecies, Northern Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana
4. Basic color of abdomen chestnut-red ; hypopygium ferruginous as the rest of sternites ; femora III apically distinctly black ; tyloids obtrusive, being light-colored, short-oval, and somewhat larger than in alternative species. (Area superomedia much wider than medially long, its posterior bordering carina angularly projecting toward its middle ; length 11–12 mm.)
15. *mystificans*, new species
Georgia
- Basic color of abdomen pale yellowish, posterior tergites ferruginous ; hypopygium white ; femora III never apically infuscated ; tyloids black and very unobtrusive, short-oval and somewhat smaller than in alternative species. (Area superomedia not, or slightly wider than medially long, its posterior bordering carina not angularly projecting toward its middle ; length 11–13 mm.)
- 6 b. *honestus milleri*, new subspecies, Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana

3 b. *Melanichneumon disparilis flavidops*, new subspecies

geline Parish, Louisiana. All in C.G.H. II.

Types

Holotype.—♂, "Gainesville, Alachua Co., Florida, 3.V." C.G.H. II.

Allotype.—♀, Forsyth, Monroe Co., Georgia, 20.–30.V.1968, leg. G. Heinrich. C.G.H. II.

Paratypes.—2 ♂, Torreya State Park, Liberty Co., Florida, 11.V.1968 ; 3 ♂, Gold Head Branch State Park, Clay Co., Florida, 27.IV.–5.V.1971 ; 1 ♀, 1 ♂, Athen, Georgia, 1.VI.1969 and 16.–28.V.1969 ; 6 ♀, 20.IV.–10.VI. and 3 ♂, 12.–15.VI.1971, Forsyth, Monroe Co., Georgia ; 1 ♀, 15.–22.V. 1971, 1 ♀, 11.–16.X.1970, 4 ♂, 28.VII.–9.XI.1970, Water Valley, Yalobusha Co., Mississippi ; 1 ♀, Powhatan, Natchitoches Parish, Louisiana, 19.VI.1971 ; 1 ♀, 18.–25.VIII.1971, Bayou Chicot, Evan-

Distribution

Northern Florida (type locality), Georgia, Mississippi, Louisiana.

Preamble

This form replaces *heiligbrodtii* Cresson from northern Florida on, northward and westward in Georgia, Mississippi, and Louisiana. It is sympatric with *honestus* Cresson over this entire range of distribution. As all the species involved display an extraordinary high degree of individual variability and sexual dichroism, the taxonomic puzzle appeared at first unsolvable. The evidence gathered by collecting very broad series of specimens from many different localities over a period of 5 years, has at last led to the following conclusions, which are, in all probability, correct : females of *disparilis flavidops* are very similar to *heilig-*

brodtii, while the associated males are strikingly different from *heiligbrodtii* males but resemble very strongly the erythristic phase of the sympatric *honestus* males; the *honestus* females, on the other hand, are strikingly different chromatically from both, *heiligbrodtii* and *disparilis flavidops* females as well.

Male

Distinguishable from *honestus* ♂ (everythristic phase) by the combination of 3 chromatic characters: (1) hypopygium ferruginous (instead of white), (2) fourth tergite without continuous, apical ivory band (though often with latero-apical ivory marks), (3) in most specimens tip of femora III more or less blackish-infuscated.

Light orange-ferruginous, with ivory and black markings; basic color of mesoscutum usually black, with two long, median and two short lateral longitudinal ivory lines, the basic black color sometimes varying to, medially or entirely, ferruginous; prescutellar carinae rarely white-marked; black on propleura restricted to anterior part, on mesopleura to a short band below subalarum; posterior part of propleura and mark on upper posterior part of mesopleura ferruginous; black are also: antennal cavity, ocellar and occipital regions, sometimes band along middle of frons, prepectus (except ivory exterior belt), small mark on mesopleura at base of coxae II, axillary troughs, basal furrow of propodeum with base of horizontal part, areae coxales, usually part of area posteromedia, often extreme base of prosternum, always an apico-dorsal mark on coxae III, often base of first trochanters III; in majority of specimens the apex of femora III, often also tip of tibiae III, more or less distinctly infuscated; the following ivory: head (except black markings mentioned above), collare, pronotal ridge and base broadly, subalarum, mark

on tegulae, markings on mesoscutum (already described), scutellum, post-scutellum, carinal triangle, areae postero-externae, extreme end of metapleura, prosternum entirely or predominantly, mesosternum, mesopleura extensively or (usually) predominantly, exterior belt of prepectus, all trochanters, coxae I and II entirely, coxae III dorsally on inner side and ventrally (rest of coxae III ferruginous with black dorsal mark), apical, laterally widened bands on tergites 1-3, often latero-apical marks (but never a continuous apical band) on 4th tergite, usually the 6th tergite apically in the middle, always the 7th tergite predominantly and all tarsi predominantly; hypopygium never ivory; basic color of entire abdomen and of femora and tibiae orange-ferruginous, the femora and tibiae I and II pale yellowish-tinged on anterior side; flagellum with white annulus; length 12-13 mm.

Flagellum.—With 32-33 segments and with very small, short, bacilliform tyloids on segments 7 or 8 to 15. Black, ventrally brown, with complete white annulus on segments 11-19 or 20; scape ventrally ivory.

Female

Distinguishable from *heiligbrodtii* ♀ (Florida populations) in color only by the ivory band around orbits being constantly interrupted (or at least reduced to a narrow line) on temples; furthermore mesoscutum, particularly the lateral lobes, markedly denser punctured than in *heiligbrodtii* and lateral edges of scutellum never prominent.

Strongly different in color from the northern subspecies *disparilis disparilis* by reduction of black on head, thorax, and legs (as described below), and also by much more extensive yellow markings on head and thorax.

Ferruginous, mesosternum, mesopleura, and declivity of propodeum a shade

paler than the rest; ivory are: broad band around orbits (interrupted or almost interrupted on temples and on malar space, widened on outer orbits gradually over entire width of cheeks and reaching downward to mandible base), mandible base, collare, pronotal ridge, subalarum, scutellum, postscutellum, areae posteroexternae more or less distinctly, usually all first trochanters partially or entirely, usually a dorsal mark on coxae III on inner side, coxae I and II apically or more extensively, laterally widened apico-lateral marks on tergites 1-3 (varying in size, sometimes lacking on postpetiole), and apical marks on tergites 6 and 7; segments 2-4 of tarsi II and III ivory-tinged; apices of femora III more often than not blackish-infuscated; the following black: short band on propleura behind collare, base of prosternum, base of prepectus medially, short band below subalarum, exterior margin of lateral lobes of mesoscutum, basal furrow of scutellum, axillary troughs, and basal furrow of propodeum; flagellum with white annulus; length 9-10 mm.

Flagellum.—Lanceolate, with 34 segments, the first nearly twice as long as wide, the 6th in lateral view square, the widest on the flat side about 3 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 6-15, the basal segments apically on dorsal side, ventrally more extensively, brownish; scape ventrally ferruginous.

6 b. *Melanichneumon honestus milleri*, new subspecies

Types

Holotype.—♀, "Highlands Hammock, Highlands Co., Florida, U.S.A., 15.-28.-X.1969." C.G.H. II.

Allotype.—♂, same locality, 27.IV.-1968. C.G.H. II.

Paratypes.—2 ♀, type locality, 5.-22.XI.1969, leg. R.W. Miller; 1 ♀, 1 ♂, Gold Head Branch State Park, Clay Co., Florida, 25.-29.IV.1971; 8 ♀, 4 ♂, Bayou Chicot, Evangeline Co., Louisiana, 11.VIII.-13.X.1971. All in C.G.H. II.

Distribution

Florida, Georgia, Mississippi, Louisiana.

Preamble

For a long time I believed that individuals of this striking form represented a species. However, the evidence found through examination of hundreds of specimens collected during the past years, in different southeastern States, suggests strongly a subspecific association with *honestus* Cresson.

Typical females of *honestus milleri* are distinguished by constant lack of apical white marks on segments 6 and 7 and of tangible black infuscations on apices of femora and tibiae III; the mesosternum and most of mesopleura are white and the mesoscutum is black with two longitudinal median and usually two short lateral white lines and white prescutellar carinae.

The color of the male is even more striking and quite different from the type of *honestus* (a male). Tergites 1-5 are basally extensively black, with ivory apical bands, the apical part of the 5th tergite and the entire 6th tergite are ferruginous, the 7th together with valvae and hypopygium white. The pattern of mesoscutum agrees with the female; the *honestus* male differs by uniformly light orange-ferruginous basic color of the entire abdomen, with apical ivory bands on tergites 1-4; the last tergite, valvae, and hypopygium are white, as in *honestus milleri*, and the pattern of the mesoscutum also agrees with this subspecies.

In central Florida males with orange-ferruginous basic color of abdomen do not occur. The only specimen of this color type, found so far in Florida comes from the northern part of the state (Gainesville). In central Louisiana (Evangeline Parish) the *honestus*-colored males are likewise lacking; but, in northern Mississippi (Yalobusha and Lafayette Co.'s) the number of *honestus* and *honestus milleri* - type males is about equal, and intermediate specimens occur. The ratio of the two phases is about the same in northern Georgia.

Doubtlessly associated with the male populations of northern Mississippi and Georgia mentioned above are females which display an increase of red color as compared with typical *honestus milleri*, particularly in northern Mississippi where, in the great majority of specimens, either the median lobe of the mesoscutum or also parts of the lateral lobes are red. These females are clearly approaching the neallotype of *honestus* as described by Heinrich, 1962, SNIS, p. 593.

Female

Head white, with middle of frons, ocellar and occipital regions, sometimes also antennal cavity black, and with face and clypeus more or less extensively and more or less intensively ferruginous-tinged; mesoscutum black, the median lobe varying occasionally to red, always with two long median and usually also two short lateral ivory lines; ivory are also: prescutellar carinae, scutellum, postscutellum, subalarum, collare, pronotal ridge and base, apex of prosternum, exterior belt of prepectus, entire mesosternum, most of mesopleura, usually parts of metapleura and declivity of propodeum; the following black: base of prosternum, most of prepectus, propleura, uppermost section of mesopleura, and horizontal part of propodeum basally

to entirely; black on prosternum, propleura, and horizontal part of propodeum often varying to partially ferruginous; abdomen orange-ferruginous, often the first tergite, sometimes also the base of the second black; apical band on postpetiole and apico-lateral marks on 2nd and 3rd tergites yellowish-white; tergites 5-7 often extensively (except laterally) yellow-tinged orange, but never with distinct apical white marks; legs orange-ferruginous, all coxae and trochanters white, the coxae III laterally orange-ferruginous and with black dorso-apical mark; flagellum with white annulus; length 10-12 mm.

Flagellum.—Lanceolate, with 35-37 segments, the first less than twice as long as apically wide, in lateral view the 7th approximately square, the widest on the flat side about $3\frac{1}{2}$ times as wide as long. Black, with complete white annulus on segments 6-15 or to 16; scape ventrally ferruginous.

Male

Head as in female, but face and clypeus always clearly white; thorax as in female, but prosternum uniformly ivory, the lateral ivory lines on mesoscutum always distinct, the declivity of propodeum (including area posteromedia) entirely, the metapleura nearly entirely, ivory, the latter with only the base and the areae coxales black; first tergite black, with broad apical ivory band, tergites 2-5 basally broadly black, the second to beyond middle (excluding gastrocoeli), tergites 2-4 ivory beyond black section, the 5th ferruginous beyond black part, the 6th entirely ferruginous; the 7th tergites and the hypopygium white; all coxae and trochanters ivory, the coxae III black on exterior side; all tarsi ivory, the femora and tibiae pale orange-ferruginous with yellowish ventral sides and partially yellowish interior sides; flagellum with white annulus; length 11-13 mm.

Flagellum.—With 35 segments and with unobtrusive, very small and short tyloids on segments 7 to 15 or 16, the basal ones close to bacilliform, the apical ones short-oval, the first and last punctiform. Black, ventrally brown, with complete white annulus on segments 11 or 12 to 20 or 21; scape ventrally white.

Note 1

Throughout the range of distribution (except Florida south of Gainesville) of *honestus milleri*, another, sympatric *Melanichneumon* form occurs, the males of which share with *honestus honestus* the light orange-ferruginous basic color of the color of the abdomen and are also otherwise deceptively similar to the latter form. The distinguishing characteristics are treated under the subspecies *disparilis flavidops*, described above.

Note 2

Named in honor of Mr. R. W. Miller, Highlands Hammock State Park, who's assistance, especially the running of a Malaise trap for a number of months, lead to the discovery of the first female of this subspecies.

15. *Melanichneumon mystificans*, new species

Types

Holotype.—♂, "Forsyth, Monroe Co., Georgia, U.S.A., 10.–20.VII.1970." C.-G.H. II.

Allotype.—(Tentative), ♀, Forsyth, Georgia, 5.–10.VI.1971. C.G.H. II.

Paratypes.—7 ♂, type locality, July and August, one from May 23rd, 1970 and 1971. C.G.H. II.

Distribution

Georgia, Forsyth, Monroe Co.

Preamble

All eight male type specimens are strikingly, and almost congruently dis-

tinguished in color by a tricolored, banded abdomen: black, chestnut-red and ivory (similar to some specimens of *heiligbrodtii*), combined with distinctly black apex of femora III and black mesoscutum with four longitudinal white lines. They also show a few structural characters of importance: (1) a fairly long row of rather obtrusive (though not large) short-oval, orange-colored tyloids; (2) a peculiar shape of the area supero-media, which is much wider than long, the area posteromedia usually projecting angularly into the area superomedia; (3) comparatively narrow, nearly parallel-sided tergites 2 and 3.

The structure of the tyloids combined with ferruginous hypopygium, black-tipped femora III, and the above-mentioned type of carination distinguishes this form sufficiently from *honestus* Cresson (including subspecies *milleri* Heinrich. The structure of tyloids and the constantly different type of carination of the propodeum seem to rule out the possibility of treating the series as a chromatic mutation of *disparilis flavidops* Heinrich. These two characters, however, agree well with the Florida population of *heiligbrodtii*, and the black, red and ivory-banded abdomen occurs also as a variation in the latter species. But, among more than 100 males of *heiligbrodtii*, not one specimen with predominantly white mesopleura and white mesosternum has been found, a character which distinguishes the form treated here. Different from *heiligbrodtii* (Florida population) is also the markedly greater extent of black, which color covers, in all specimens, almost the entire horizontal part of propodeum (excluding only the tips of areae dentiparae), the pronotum (except white ridge and base), the mesoscutum (except white lines), the upper third of mesopleura, the areae spiraculiferae, part of metapleura, and exterior side of coxae III.

It appears doubtless that this is a distinct form. The question whether it represents a full species or a subspecies of *heiligbrodtii* remains, until further populations from outside Florida are available.

Male

Head ivory, with antennal cavity, broad middle of frons, ocellar and occipital regions black; thorax black and white; white are: collare, pronotal ridge and base, two long median and two short lateral lines on mesoscutum, prescutellar carinae, scutellum, postscutellum, subalarum, tegulae predominantly, prosternum except base, mesosternum entirely or predominantly, mesopleura except black upper third, declivity of propodeum, tips of areae dentiparae, end of areae spiraculiferae, areae metapleurales apically to predominantly, carinal triangle; first tergite black with apical ivory band, often ferruginous between ivory band and black petiolus, tergites 2-4 or to 5 basally extensively black, 2-4 with apical ivory bands, chestnut-red between both colors, the following tergites chestnut-red, the 7th, rarely also the 6th tergite with apical white marks; legs ferruginous, apex of femora III black, usually also apex of tibiae III slightly infuscated; all trochanters and coxae ivory, exterior side of coxae III extensively, often entirely black, as is also base of first trochanters III dorsally; tarsi I and II, segments 3-5 of tarsi III, and inner side of femora and of tibiae I and II yellowish-tinged; flagellum with white annulus; length 11-12 mm.

Flagellum.—With 33-34 segments, with rather distinct, short-oval, orange-colored tyloids on segments 7-17 (often also a punctiform tyloid on the 6th and 18th segment recognizable). Black, ventrally brown or black-brown, with white

annulus on segments 10 or 11 or 12 to usually 16, sometimes 18; scape ventrally ivory.

Female

The female collected at the type locality and tentatively associated with the holotype shares the white apical marks on tergites 6 and 7, the broad ivory band on orbits, including the temple region, and the ferruginous basic color of the mesoscutum with *heiligbrodtii*. It differs from the latter species by broader, more curved temple-profile and in color by four longitudinal ivory lines on the mesoscutum, by yellow-tinged mesosternum and mesopleura, and by continuous, apical ivory bands on tergites 1-3.

Light ferruginous; face, clypeus, mesosternum, and mesopleura extensively yellow-tinged; the following ivory: broad band all around orbits, collare, pronotal ridge and base, two long median and two short lateral longitudinal lines on mesoscutum, prescutellar carinae, subalarum, scutella, areae posteroexternae, apical part of areae metapleurales, continuous apical bands on tergites 1-3, small apical mark on tergite 6, a large apical mark on the 7th, coxae I and II almost entirely, large dorsal mark on interior side of coxae III and their ventral side, and all trochanters partially; black are: marks on bases of propleura, exterior margin of mesoscutum narrowly, mark below subalarum, basal furrow of scutellum, axillary troughs, and basal furrow of propodeum medially; flagellum with white annulus; length 11 mm.

Flagellum.—Lanceolate, with 40 segments, the first slightly less than twice as long as apically wide, in lateral view the 6th square, the widest on the flat side more than 3 times as wide as long. Black, with dorsal white annulus on segments 7-15; scape ventrally ferruginous.

Genus *Vulgichneumon* Heinrich

(Continued from Suppl. 2, *Naturaliste can.*, 98, 1971).

3. *Vulgichneumon phaeogenops*, new species

Types

Holotype.—♀, "Torreyo State Park, Liberty Co., Florida, 11.V.1968". C.G.H. II.

Allotype.—♂, Archbold Biological Station, Lake Placid, Florida, 22.VI.1967. C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♀, allotype locality, 11.IV.1968; 1 ♀, Water Valley, Yalobusha Co., Mississippi, 21.–31.X.1970, leg. M. Horan. C.G.H. II.; 1 ♀, Clinton, North Carolina, 24.V.1951 and 2 ♂, Elisabethtown, North Carolina; leg. H. and M. Townes. C.H.T.

Distribution

North Carolina south to Florida, west to Mississippi.

Preamble

One of the smallest species of the subfamily. The spiracles of the propodeum are very small and only a trifle longer than wide, suggesting a relationship to the tribe *Phaeogenini*, while all other structural characters rather agree with the tribe *Ichneumonini*. The species is tentatively attributed to the genus *Vulgichneumon*, although the head structure is markedly different from the type species, *brevicinctor* Say.

Female

Uppermost part of face bearing the antennal sockets, in lateral view, strongly protruding, the face and clypeus gradually receding from this culminating point toward the apical margin of cly-

peus; cheeks broad, convex, and slightly receding toward carina genalis.

Light orange-ferruginous, tergites 5-7 predominantly black, the 7th with apical white mark, sometimes also the 6th apically white; apices of femora III and of tibiae III somewhat infuscated; flagellum with white annulus; length 5 mm.

Flagellum.—Short, filiform, not at all attenuated toward apex, slightly narrowed toward base, not distinctly flattened ventrally beyond middle, with 20 segments, the first nearly 1.5 times as long as apically wide, in lateral view about the 5th square, none wider than long. Ferruginous, with dorsal white annulus on segments 8 or 9 to 10; section beyond annulus blackish-infuscated; scape ferruginous.

Male

Light orange-ferruginous, only tergites 6 and 7 predominantly, the 5th not at all or restrictedly, black; 7th tergite with apical white mark; apices of femora III and of tibiae III more extensively and intensively infuscated than in female, tibiae III sometimes blackish on dorsal side close to their bases; tarsi III more or less extensively, sometimes entirely (except only extreme bases of segments) blackish-infuscated; the following white: face, clypeus, collare, subalarum, tegulae in part, all trochanters, coxae I and II, and apical mark on 7th tergite; scutellum indistinctly ivory-tinged, particularly apically and laterally; flagellum without annulus; length 6 mm.

Flagellum.—With 25 or 26 segments, slightly nodose beyond middle by transverse bristle-ridges on ventral side of segments, without clearly recognizable tyloids. Dorsally blackish-brown, ventrally ferruginous or brownish, scape ventrally pale orange-ferruginous.

V. Tribe *Platylabini*

Genus *Neolynicus* Heinrich

(Continued from Supplement 2, *Naturaliste can.*, 98, 1971).

1. *Neolynicus michaelis* Heinrich

Neolynicus michaelis Heinrich, 1971, *Naturaliste can.*, Suppl. 2, p. 1025-1026.

Holotype.—♀, Water Valley, Mississippi, C.G.H. II.

Neallotype.—♂, Powhatan, Natchitoches Co., Louisiana, 11.VI.1971. C.G.-H. II.

Distribution

Northern Mississippi (type locality); new record: northern Louisiana (neallotype locality).

Preamble

The neallotype and another male from the same locality differ rather strongly in color of the thorax from the holotype. I suppose that this is a matter of normal sexual dichroism rather than an indication of subspecific differentiation.

A second female, recently collected in Georgia, however, is chromatically so strikingly different from the holotype (of the same sex) that I suppose it represents another subspecies, which is described below.

Male

Head white, a transverse band on antennal cavity, ocellar and occipital regions, and a narrow stripe all along carina genalis, black; thorax orange and white with some black markings; orange are: median lobe of mesoscutum, exterior belt of lateral lobes, horizontal part of propodeum predominantly (including more than anterior half of areae spiraculiferae), and a patch on and around speculum; the following black: lateral lobes of mesoscutum predominantly, basal furrow of scutellum broadly, a mark on posterior part of propleura, a mark below subalarum, axillary troughs, and basal furrow of pro-

podeum; the rest of thorax white, including two longitudinal median lines on mesoscutum, the prescutellar carinae, and scutella; legs orange, the coxae and trochanters I and II, coxae III dorsally and ventrally, extensively trochanters III ventrally in part, white; abdomen orange, petiole basally black, postpetiole with apical white band, sometimes also tergites 2–5 with blackish-infuscated basal bands; flagellum with white annulus; length 6 mm.

Flagellum.—With 32 segments, without (at 60 times magnification) recognizable tyloids. Black, with almost complete white annulus on segments 9 or 10 to 14 or 15, ventrally sometimes brownish; scape ventrally white.

Neolynicus michaelis georgianus, new subspecies

Types

Holotype.—♀, "Forsyth, Monroe Co., Georgia, USA., 7.–28.VIII.1971"; leg. F. Naumann, C.G.H. II.

Distribution

Georgia.

Female

Agrees in structure with *michaelis michaelis*, except that the tibiae III and femora III are, in dorsal view, slenderer. Chromatically strikingly different, particularly by color of mesoscutum and pleuron.

Basic color of mesoscutum uniformly deep black, with two longitudinal median white lines reaching to the anterior border of the mesoscutum; all pleura orange, without white parts, except a white mark in lower apical corner of mesopleuron; prescutellar carinae white; otherwise as michaelis michaelis.

VII. Tribe *Phaeogenini* Ashmead

Phaeogenini Townes, 1944, *Mem. Ent. Soc.*, 11:298.

Alomyini Townes, 1951, *Hym. of Am. N. of Mexico*, p. 276 (and all following publications).

Phaeogenini Perkins, 1959, *Royal Ent. Soc. London*, VII, p. 68-71.

Phaeogenini Walkley, 1967, Hym. of Am. N. of Mexico, 2nd Suppl. p. 130.

Type genus.—*Phaeogenes* Wesmael.

Preamble

This tribe, often separated from the rest of the subfamily under the name "Ichneumoninae cyclopneusticae", was not included in the SNIS. It is planned to treat the tribe comprehensively in a later supplement and only a new genus and species are described here. *Terebraella*, new genus, is placed, tentatively, in the tribe Phaeogenini on account of the small, circular spiracles of the propodeum, although the other structural characters are quite different from the type-genus, *Phaeogenes*.

Genus *Terebraella*, new genus

Type species.—*Terebraella culiciops*, new species.

Distribution

Florida.

Preamble

The genus is particularly distinguished by the following characters: (1) ovipositor strongly projecting; (2) gastrocoeli and thyridia obsolete; (3) sculpture of head and body densely and finely coriaceous, subopaque; (4) malar space very long.

The type species is a small and very slender, nearly uniformly pale ochreous-orange colored insect. Females resemble, by their slender appearance and especially in structure of their long, extremely slender flagellum with very elongate basal segments, the genus *Rhexidermus* Foerster; they differ clearly generically, by normal structure of mandibles, far more projecting ovipositor, by character (2) as given above, and by abbreviated radial cell. The genus *Thyraella* Gravenhorst may be even more closely related. It differs by not considerably projecting ovipositor, by structure of head (malar space much shorter, temple pro-

file wide and bulging), and by coarse puncturation of face and frons (finely coriaceous in *Terebraella*).

Terebraella culiciops, new species

Types

Holotype.—♀, "Archb. Biol. St., Lake Placid, Fla., U.S.A., 22.6.67." C.G.H. II.

Allotype.—♂, same locality, 24.VI. 1967. C.G.H. II.

Paratypes.—1 ♀, 2 ♂, same data as holotype; 1 ♂, same locality, 21.VI. 1967; 1 ♀, Gainesville, 2.V.1968; 1 ♀, Highlands Hammock State Park, Highlands Co., Florida, 29.IX.1969; 2 ♀, same locality, 22.–30.XI.1969. All in C.G.H. II.

Distribution

Florida.

Female

Pale ochreous-orange, without white markings; apex of femora III, the tibiae III, tarsi III, and usually tergites 5 or 6 to 7, slightly infuscated; flagellum with white annulus; length 6 mm.

Flagellum.—Bristle-shaped, long and very slender, with 22 segments, the first about 6 times as long as wide, all segments distinctly longer than wide. Black, with complete white annulus on segments 7-10 or 11 (base); the first, and less distinctly the second segment ferruginous-tinged; scape ochreous-orange.

Male

Ventral side of thorax with coxae and trochanters somewhat paler than in female; flagellum without white annulus; otherwise as female; length 4-6 mm.

Flagellum.—With 22 segments and with moderately distinct, broadly-bacilliform tyloids on segments 9-12. Black, without annulus, the scape and first segment (the latter at least ventrally) ochreous-orange, the following segments ventrally more or less distinctly brownish.

PRÉSENCE D'AUXINE CHEZ UN LICHEN (*CLADONIA ALPESTRIS*) ET TRANSFORMATION DU TRYPTOPHANE EN ACIDE INDOLYL-ACÉTIQUE PAR TROIS MYCOBIONTES

J.-André FORTIN et J.-Robert THIBAUT

Département d'écologie et de pédologie, Faculté de foresterie et de géodésie,
Université Laval, Québec

et

Pierre MORISSET

Département de biologie, Faculté des sciences, Université Laval, Québec

Résumé

Une activité auxinique a été obtenue à partir d'un extrait purifié d'un lichen, *Cladonia alpestris*. Cette activité a été aussi retrouvée quand les mycobiontes lichéniens *Acarospora fuscata*, *Lecanora cinerea* et *Stereocaulon vulcani* ont été cultivés en présence de tryptophane. Ceci a été démontré à la fois par l'analyse chromatographique et par des tests d'élongation sur des segments de coléoptiles de blé. Les auteurs dégagent les implications possibles de ces résultats en vue de la compréhension de l'équilibre symbiotique.

Abstract

Auxinic activity was detected from a purified extract of a lichen, *Cladonia alpestris*. This activity was also obtained from the culture media of three tryptophan-grown lichen mycobionts: *Acarospora fuscata*, *Lecanora cinerea* and *Stereocaulon vulcani*. This was demonstrated both by chromatographic analysis and by a wheat coleoptile elongation test. Implications of these findings for understanding the symbiotic equilibrium are discussed.

Introduction

La symbiose est un mode d'interaction interspécifique caractérisé par des échanges bénéfiques mutuels entre les organismes associés.

Chez les végétaux, on tente le plus souvent d'expliquer l'équilibre symbiotique principalement en termes d'échanges nutritionnels (Smith *et al.*, 1969). Il semble cependant qu'on doive prendre en considération d'autres mécanismes, en particulier ceux qui interviennent dans la morphogénèse et la régulation de la croissance.

Chez les ectomycorhizes, Ulrich (1960) et Moser (1959) ont démontré que les champignons mycorrhizogènes sont capables de produire des auxines et, en particulier, de l'acide indolyl-acétique (AIA). Slankis (1971) a fait voir comment ces substances interviennent dans la morphogénèse et le comportement physiologique des ectomycorhizes. Plus récemment, Miller (1971) a mis en évidence la production de cytokinines par les champignons ectomycorhizateurs. Le rôle de ces substances dans la genèse et le fonctionnement des ectomy-

corrhizes n'a toutefois pas encore été déterminé.

Dans la symbiose qui relie la bactérie *Rhizobium* aux légumineuses, on doit faire intervenir l'échange d'hormones végétales pour expliquer la formation et le maintien de l'état symbiotique. Kefford *et al.* (1960) ont montré que le *Rhizobium* en culture axénique ne produit pas d'auxine mais que celle-ci apparaît dans le milieu de culture en présence de racines de légumineuses ou encore de tryptophane. Nutman (1963) a illustré le rôle de l'AIA dans la phase initiale de la genèse des nodules. Plus récemment, Phillips et Torrey (1970) ont démontré la production de cytokinine par le *Rhizobium* et ont tenu cette substance responsable de la polyploïdie dont sont affectées les cellules qui constituent le nodule adulte.

Chez les lichens, nous n'avons trouvé aucune information sur ce sujet. Considérant que cette association constitue un matériel biologique particulièrement intéressant pour étudier la nature de la liaison et de l'équilibre symbiotiques, nous avons effectué quelques expériences dans le but de vérifier si l'auxine est présente chez les lichens et si quelques mycobiontes peuvent synthétiser cette substance.

Matériel et méthodes

Méthodes de culture

Les thalles de *Cladonia alpestris* (L.) Rabh. ont été récoltés quelques heures avant l'extraction. Quant aux trois espèces de mycobiontes, elles proviennent de l'American Type Culture Collection où les souches avaient été déposées par V. Ahmadjian; ce sont *Acarospora fuscata* (Schr.) Arn., *Lecanora cinerea* (L.) Somm et *Stereocaulon vulcani* (Borg.) Achar. Les cultures ont été repiquées périodiquement sur malt à 2% en milieu gélosé.

L'inoculation des liquides expérimentaux a été effectuée à partir d'homogénats mycéliens. La solution de base contenait les ingrédients suivants: dextrose, 10 g; tartrate d'ammonium, 2 g; KH_2PO_4 , 1 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.5 g; citrate ferrique, 1 ml (d'une solution contenant 1.0 g de citrate ferrique dans 100 ml d'acide citrique à 1%); $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.25 mg; $\text{Mn SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.1 mg; CaCl_2 , 0.2 g; 100 μg ; biotine 5 μg ; H_2O distillée, 1000 ml; pH, 5.5.

Les stérilisations ont été faites à l'autoclave, sous une atmosphère de pression pendant 20 minutes. Cependant, quand l'effet du tryptophane a été étudié, celui-ci a alors été ajouté au milieu de base autoclavé après avoir été stérilisé par filtration sur une membrane de porosité inférieure à 0.2 μ . La concentration finale du tryptophane était de 1 g par litre.

Les cultures massives de mycélium ont été réalisées dans des Erlenmeyer de 250 ml contenant 50 ml de milieu nutritif. Pour chaque expérience (avec ou sans tryptophane) et pour chaque champignon, douze fioles ont été utilisées. L'incubation s'est faite à 22°C. et a duré 8 semaines. Les masses mycéliennes obtenues ont été groupées par traitement et leurs poids secs mesurés après 24 heures de dessiccation à 80°C. L'extraction de ces milieux a suivi immédiatement la cueillette du mycélium.

Extractions et chromatographie

La méthode de Sequeira (1967) a été utilisée pour extraire les auxines. Le matériel de départ a cependant été constitué de 125 g de lichen frais seulement. Compte tenu de sa consistance, il était impossible de placer plus de matériel dans les 400 ml d'acétate d'éthyle bouillant. L'extrait final a été concentré dans 10 ml d'éther et conservé au congélateur.

La même technique a été utilisée pour extraire les milieux de culture de champignons, que ce soit avec ou sans tryptophane. La chromatographie a été réalisée sur couches minces de silice avec deux solvants différents, soit :

- 1) iso-propanol – ammoniacque – eau (9 : 0.5 ; 1.5) ;
- 2) butanol – acide acétique – eau (6 ; 1.5 2.5).

Les spots ont été appliqués à 15 mm de la base en quantité suffisante pour obtenir une tache bien visible avant migration, avec le révélateur utilisé (Ca, 0.1 ml). En parallèle, des applications de tryptophane et d'AIA purs ont été effectuées. Les migrations se sont faites dans des cubicules chromatographiques en verre, à l'obscurité et à la température de la pièce. Les taches ont été révélées

avec le réactif de Erlich (Block *et al.*, 1958).

Test biologique

La technique utilisée est celle de Nitsch *et al.* (1955). Cependant, la croissance des coléoptiles a eu lieu en présence de 50 ml de la solution tamponnée, dans des fioles d'Erlenmeyer soumises à une légère agitation mécanique pour assurer un contact uniforme des segments de coléoptiles de blé avec la solution, et ceci pendant les 24 heures d'incubation. Les longueurs finales des coléoptiles ont été mesurées au microscope (x 25) avec une précision de 0.1 mm.

Lorsqu'il s'est agi de chromatographier les extraits en vue de les soumettre au test biologique, ceux-ci ont été appliqués sous forme de bande continue à la base

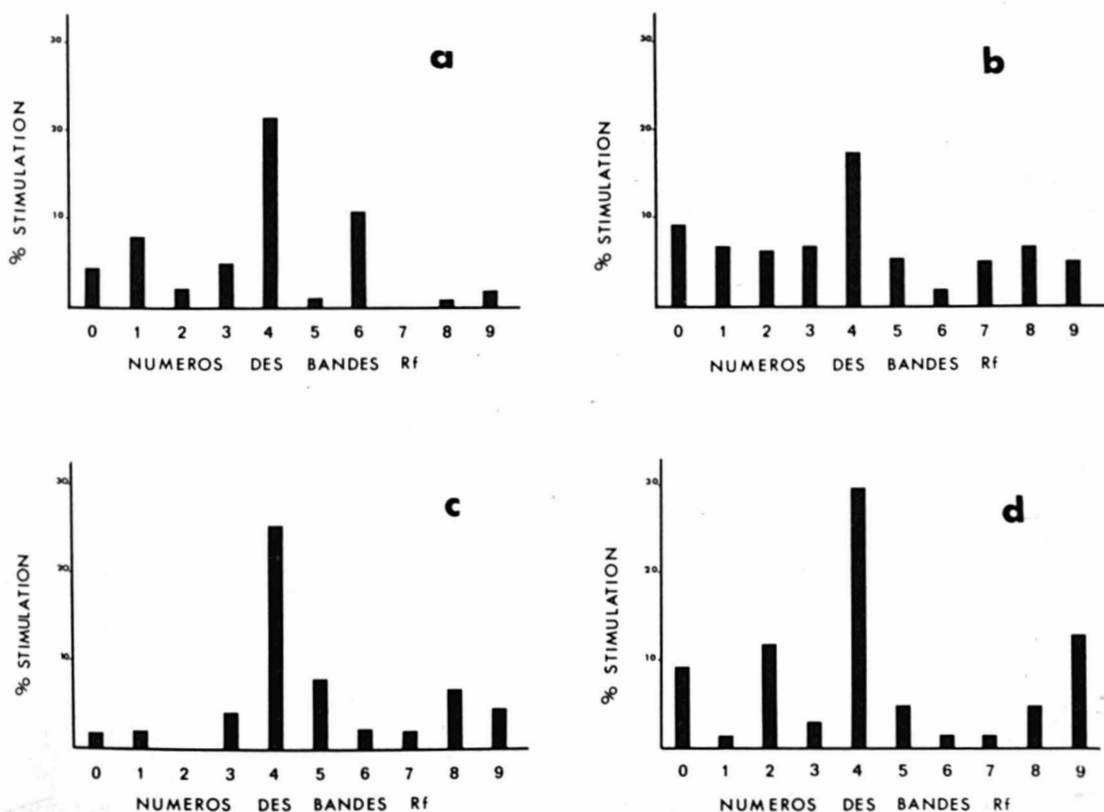


Figure 1. Croissance relative de segments de coléoptiles de blé soumis aux éluats de différents chromatogrammes. Chaque colonne représente la moyenne de l'accroissement de 10 coléoptiles : a) *Acarospora fuscata*, b) *Lecanora cinerea*, c) *Stereocaulon vulcani*, d) Thalle de *Cladonia alpestris* (Solvant à base d'iso-propanol).

du chromatogramme. Après la migration, le gel de silice de chacune des bandes a été gratté et soumis au test biologique afin d'en mesurer l'activité auxinique.

Un seul solvant, celui contenant de l'iso-propanol, a été utilisé pour préparer les quatre chromatogrammes nécessaires pour les tests biologiques.

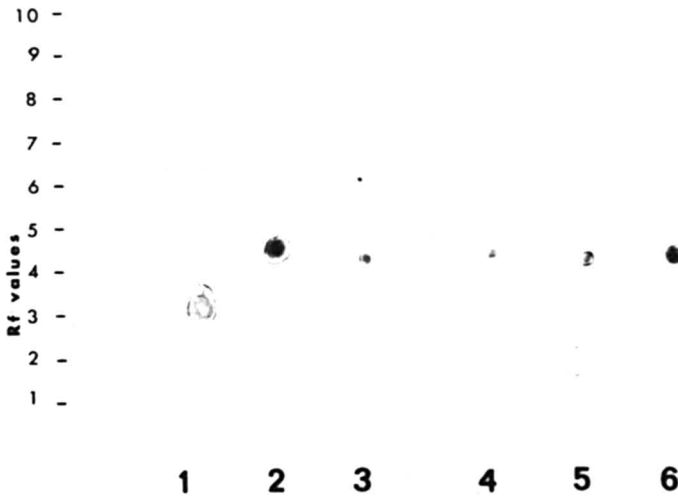


Figure 2. Chromatogramme effectué avec le solvant à base d'iso-propanol. (1) tryptophane, (2) AIA synthétique, (3) extrait de thalle de *Cladonia alpestris*. Les taches (4), (5) et (6) proviennent respectivement des extraits des milieux avec tryptophane d'*Acarospora fuscata*, *Lecanora cinerea* et *Stereocaulon vulcani*.

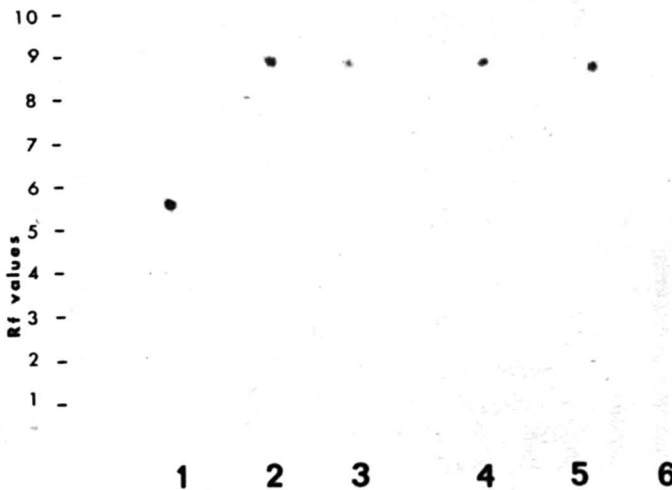


Figure 3. Chromatogramme effectué avec le solvant à base de butanol. (1) tryptophane, (2) AIA synthétique, (3) extrait de thalle de *Cladonia alpestris*. Les taches (4), (5) et (6) proviennent respectivement des extraits des milieux avec tryptophane d'*Acarospora fuscata*, *Lecanora cinerea* et *Stereocaulon vulcani*.

Résultats

Après avoir été découpé en bandes et soumis au test biologique, le chromatogramme obtenu avec 1 ml de l'extrait à l'éther du thalle de *C. alpestris* a montré une activité auxinique définie uniquement dans la quatrième bande, celle qui comportait les valeurs Rf 0.4-0.5 (Fig. 1d). Dans le solvant utilisé, à base d'iso-propanol, l'AIA a une valeur Rf de 0.46 (Fig. 2-2). Sur cette même photo (Fig. 2-3), on constate que l'extrait de thalle de *C. alpestris* a donné une tache qui s'est localisée exactement à la même valeur Rf que l'AIA témoin. Afin d'éliminer la possibilité d'une coïncidence, nous avons effectué une nouvelle chromatographie de l'extrait dans le solvant à base de butanol, qui entraîne l'AIA à une valeur Rf de 0.89 (Fig. 3-2). Encore une fois, nous avons obtenu une tache rose à cette même valeur Rf avec l'extrait du thalle (Fig. 3-3).

Avec les milieux de culture des trois mycobiontes, en absence de tryptophane, il n'a pas été possible d'obtenir des taches roses aux valeurs Rf de l'AIA. Il n'a pas été possible non plus d'obtenir une activité significative avec le test biologique. Cependant, les milieux de culture qui avaient été additionnés de tryptophane ont donné une activité auxinique nette après chromatographie dans le solvant à l'iso-propanol. Cette activité était localisée dans la quatrième bande, celle qui comportait les valeurs Rf 0.4-0.5.

Les trois mycobiontes ont donné le même résultat (Fig. 1a, 1b et 1c). Comme ce fut le cas avec l'extrait du thalle de *C. alpestris*, l'activité a été trouvée là où se situe l'AIA avec le solvant utilisé (Fig. 2-4, 2-5 et 2-6). Encore une fois, pour éliminer la possibilité d'une coïncidence, nous avons repris la chromatographie des extraits dans le solvant à base de butanol. Comme précédemment, nous avons trouvé des taches roses à la valeur Rf qui correspond à celle de l'AIA

dans ce deuxième solvant (Fig. 3-4, 3-5 et 3-6).

On constate de plus (Fig. 2 et Fig. 3) que le tryptophane libre n'était pas présent en quantité suffisante dans le thalle de *C. alpestris* pour donner une tache détectable. Il apparaît également que les mycobiontes ont totalement utilisé le tryptophane au cours de la période d'incubation (Fig. 2 et Fig. 3).

Enfin, on notera que la quantité d'AIA produite par les trois mycobiontes a varié avec les espèces (Fig. 2 et Fig. 3), même si leurs masses mycéliennes étaient sensiblement égales, soit 1.34, 1.03 et 1.15 g pour *A. fuscata*, *L. cinerea* et *S. vulcani* respectivement.

Discussion et conclusion

La présence d'AIA sur les chromatogrammes et la stimulation de la croissance des coléoptiles de blé par un extrait purifié de *C. alpestris* démontrent qu'il existe dans ce lichen au moins une substance auxinique. L'absence d'auxine dans les milieux de base sans tryptophane qui ont supporté la croissance des trois mycobiontes montre l'incapacité de ces champignons à synthétiser l'AIA à partir de sels minéraux, de dextrose et de vitamines seulement. Cependant, en présence de tryptophane, ces trois mycobiontes ont produit et excrété de l'AIA. À la fin de la période d'incubation, il ne restait plus de tryptophane dans les milieux de culture des trois mycobiontes, mais la quantité d'AIA dans ces milieux différait. Il semble donc que la proportion du tryptophane transformée en AIA par rapport à celle incorporée dans d'autres voies métaboliques a différé selon les espèces de champignons. Si on devait trouver de l'auxine dans les lichens intacts produits par ces trois champignons, comme ce fut le cas avec *C. alpestris*, il faudrait attribuer à l'algue la production du tryptophane. Ceci cependant n'exclut pas la

possibilité que l'algue elle-même puisse produire de l'AIA.

Les résultats que nous avons obtenus, pris séparément, ont peu de signification ; cependant si, dans l'esprit de la physiologie comparée, on étudie les lichens parallèlement avec deux autres symbioses, les ectomycorhizes et les nodules de légumineuses, il apparaît alors qu'on doit tenir compte des relations hormonales dans toute tentative pour comprendre les mécanismes qui permettent la formation et le maintien de l'équilibre symbiotique dans le lichen.

Un des principaux rôles que pourrait jouer cette auxine serait de contrôler la glycolyse au niveau de l'algue comme cette substance peut le faire, par exemple, dans les tissus de tabac (Skoog et Robinson, 1950) ; d'autre part l'auxine, étant capable d'affecter la perméabilité des membranes (Glaziou *et al.*, 1960), pourrait permettre au champignon de régulariser les échanges nutritionnels qui existent entre lui-même et l'algue.

À propos des auxines chez les lichens, Zehnder (1949) a démontré un effet inhibiteur de l'AIA (1.25-10.0 mg/l) sur la croissance de *Trebouxia*. Nous sommes d'avis que ces observations méritent d'être reprises à la lumière des faits nouveaux que nous apportons ici.

D'autre part, toujours par analogie avec d'autres systèmes symbiotiques, il serait intéressant de voir si des échanges de cytokinines peuvent intervenir dans la vie des lichens comme c'est le cas chez les ectomycorhizes et les nodules de légumineuses.

Références

- BLOCK, R. J., E. L. DURRUM and G. ZWEIG, 1958. Paper chromatography and paper electrophoresis. Academic Press Inc., New York, 710 p.
- GLAZIOU, K. T., J. A. SACHER and D. R. McCALLA, 1960. On the effects of auxins on membranes permeability and pectic substances in bean endocarp. *Am. J. Bot.*, 47 : 743-752.
- KEFFORD, N. P., J. BROCKWELL and J. A. ZWAR, 1960. The symbiotic synthesis of auxin by legumes and nodule bacteria and its role in nodule development. *Aust. J. Biol. Sci.*, 13 : 456-467.
- MILLER, C. O., 1971. Cytokinin production by mycorrhizal fungi, p. 168-174. In : E. Hacs-kaylo (ed.), *Mycorrhizae. Misc. Publs U.S. Dep. Agric.*, no 1189, 255 p.
- MOSSER, M., 1959. Beitrage zur Kenntnis der Wuchsstoff-beziehungen im Bereich ectotrophen Mykorrhizen. *Arch. Mikrobiol.*, 34 : 251-69.
- NITSCH, J. P., and C. NITSCH, 1956. Studies on the growth of coleoptile and first internode sections. A new, sensitive, straight-growth test for auxins. *Plant Physiol.*, 31 : 94-111.
- NUTMAN, P. S., 1965. The relation between nodule bacteria and the legume host in the rhizosphere and in the process of infection, p. 231-247. In : K. F. Baker and W. C. Snyder (Eds.), *Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens*. University of California Press, Berkeley, 571 p.
- PHILLIPS, D. A. and J. G. TORREY, 1970. Cytokinin production by *Rhizobium japonicum*. *Physiol. Plant.*, 23 : 1057-1063.
- SEQUEIRA, L., 1967. Determination of auxin in culture filtrates of plant pathogens and in diseased plant tissue. Sourcebook of Laboratory Exercises in Plant Pathology. W. H. Freeman & Company, 2nd ed., 199 p.
- SKOOG, F. and B. J. ROBINSON, 1950. A direct relationship between indoleacetic acid effects on growth and reducing sugar into tobacco tissues. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 74 : 565-568.
- SLANKIS, V., 1971. Formation of ectomycorrhizae of forest trees in relation to light, carbohydrates and auxin, p. 151-167. In : Hacs-kaylo, E. (ed.), *Mycorrhizae. Misc. Publs U. S. Dep. Agric.*, no 1189, 255 p.
- SMITH, D., L. MUSCATINE and D. LEWIS, 1969. Carbohydrate movement from autotrophs to heterotrophs in parasitic and mutualistic symbiosis. *Biol. Rev.*, 44 : 17-90.
- ULRICH, J. M., 1960. Auxin production by mycorrhizal fungi. *Physiol. Plant.* 13 : 429-443.
- ZEHNDER, A., 1949. Über den Einfluss von Wuchsstoffen auf Flechtenbildner. *Ber. schweiz. bot. Ges.*, 59 : 201-267.

THREE CRITICAL *RHYNCHOSPORAS* (CYPERACEAE) FROM TRINIDAD

Marcel RAYMOND
4900, boulevard Pie IX,
Montréal, Québec

Résumé

Lors de la rédaction du traité des Cypéracées à l'intention des éditeurs de la "Flore de Trinidad et Tobago", trois problèmes ont surgi chez les *Rhynchospora*, genre fascinant très développé en Amérique tropicale, aux Antilles notamment. La variation de la forme et de la structure de l'achène d'une espèce à l'autre est un sujet d'émerveillement. Dans le cas du *Rhynchospora aripoensis* Britton, basé sur du matériel inadéquat, la description a été réécrite, le spécimen conservé à Trinidad étant de bien meilleure qualité. Il faut en dire autant du *Rhynchospora umbraticola* var. *Broadwayi* Kükenthal, élevé ici au rang d'espèce. Enfin, Kuntze décrit en provenance de Trinidad un *Xyris triquetra*. Des recherches ont permis de déceler sa véritable identité. Il s'agit du *Rhynchospora globosa* (H.B.K.) R. & S., espèce très frappante assez répandue dans la région des Caraïbes.

Abstract

While writing the treatment of Cyperaceae for the "Flora of Trinidad", three problems arose in *Rhynchospora*, such a fascinating genus, its cradle being tropical America. The variations in the shape and the structure of the achene, from one species to another, are endless. In the case of *Rhynchospora aripoensis* Britton, the original description was based on poor material. It was rewritten with the help of a better specimen. The same applies to *Rhynchospora umbraticola* var. *Broadwayi* Kükenthal. It has been raised to specific rank. Finally, a puzzling plant described by Kuntze as *Xyris triquetra* turns out to be *Rhynchospora globosa* (H.B.K.) R. & S., a striking species well known in the caribbean area.

Critical species

Rhynchospora aripoensis Britton, Torr. Bot. ICI. 48: 327. 1921; Kükenthal, Bot. Jahrb. 75 (3): 282. 1951.

Rhizome short, horizontal, filiform, intricate. Culms numerous, caespitose, filiform (0.5 mm diam.), finely striate, 20-45 cm high, smooth, greyish-brown. Leaves filiform, shorter than the culms. Corymbs 1-2, small, subdensely paucispiculate, 3-6 mm long, subtended by a 1-3 cm long filiform divergent bract. Spikelets ovate, 3 mm long, acute, bearing a single achene. Scales brownish,

ovate, acute, 2 mm long. Bristles none or rudimentary. Achene obovate-elliptical, 1 mm long, smooth, shining, crowned by the flat conical 0.3 mm long stylobase (Fig. 1).

TRINIDAD: Aripo Savanna, grassy plain. 14.4.1921. *Britton 2934* holotype in NY, isotype in TRIN 10039). Endemic. Has not been collected since 1921.

In December 1967, I searched in vain for it. With about 40 species of sedges all growing together, in a relatively small area, Aripo Savanna is a real paradise

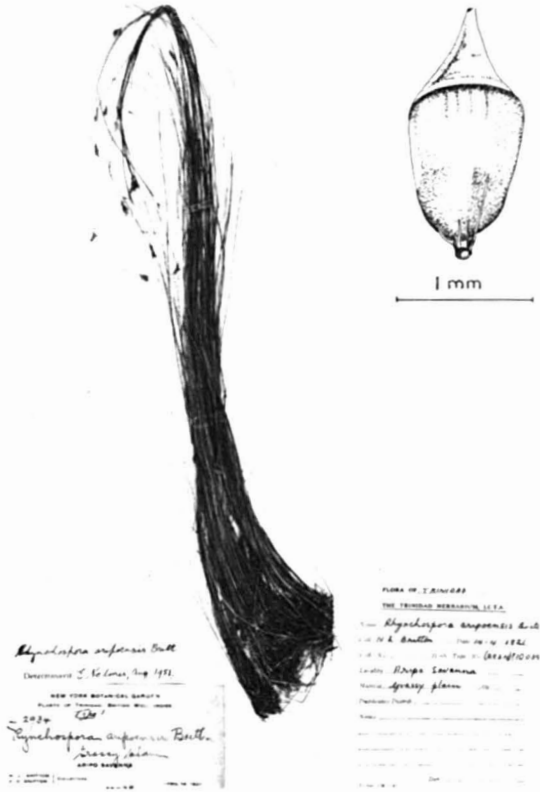


Figure 1. *Rhynchospora aripoensis* Britton — Whole plant and achene.

for a cyperologist that, to my knowledge, can be compared only to the Mason River Savanna, in Jamaica, that I had also the opportunity to visit under the guidance of my good friend George R. Proctor, in February 1964. To mention only *Rhynchospora*, a highly sympatric genus in America, one can find approximately 12 species in each place, very few common to both areas.

Related to *R. roraimae* Kükenthal of southern Venezuela, both producing rhizomes and to *R. divergens* Chapm. of North and South Carolina, Florida, the Bahamas, Cuba and Hispaniola. The latter one with fibrous roots.

***Rhynchospora Broadwayi* (Kükenthal) Raymond, n. comb.** — *Rhynchospora umbraticola* Poepp. et Kunth var. *Broadwayi* Kükenthal, Bot. Jahrb. 74: 392. 1949.

Culms up to 70 cm high, contiguous on a short, coarsely fibrous, brown rhizome. Leaves mostly basal, numerous (up to 12), 5-8 cm wide, linear equaling or overtopping the culms, stiff, glaucous, pilose. Inflorescence: a compound interrupted panicle up to 20 cm long, of 2-4 remote secondary pyramidal panicles 4-6 cm long. Bracts similar to the leaves, longly sheathing. Rhachis, rays and raylets hispid. Spikelets ovoid 7 mm long, with 4-7 fertile flowers. Scales closely imbricated, brick-red to brownish. Style-base pyramidal, greyish, about as long and its base as wide as the body of the achene. Achene obovate, turgid-biconvex, chestnutbrown, shining, finely scobinculate, 2-2.5 mm long. Bristles 5-6 antorsely scabrous, longer than the achene (Fig. 2).

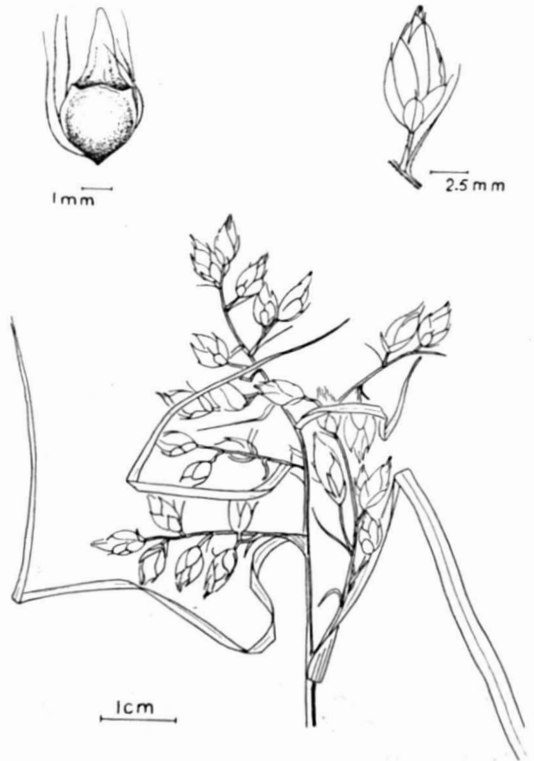


Figure 2. *Rhynchospora Broadwayi* (Kükenthal) Raymond — Secondary spike, spikelet and achene. Del. Jenó Arros.

TRINIDAD : Tetron Bay, under trees. October 6, 1927. *Broadway* 6743 (holotype in S). — Arima. May 1902. McLean, s.n. (TRIN).

Related to *R. umbraticola* Poepp. et Kunth of Peru, and *R. Kuntzei* C.B. Clarke of Colombia, Peru and Bolivia but distinct from both in many ways : achene smaller, concolorous, leaves narrower and pilose, etc.

When Kükenthal described his var. *Broadwayi*, he noted that it was probably a good species "Vielleicht eigene Art", and on the Stockholm sheet, he mentioned that more material was needed, for a more proper evaluation.

The specimen kept in the herbarium of the University of the West Indies in St. Augustine, near Port-of-Spain, in Trinidad, is in much more advanced stage than the one in Stockholm. It was identified at Kew as *R. comata* (Link) Schultes, that belongs to another subgenus. The two have nothing in common, though they bear a superficial resemblance. Thus *Rhynchospora Broadwayi* adds another endemic to the highly interesting flora of this island, whose affinities are mostly with northeastern South America with a very light link with that of the West Indies, if one excludes the pantropical species.

Rhynchospora globosa (H. B. K.) R. & S. Syst. 2: 89. 1817; Kükenthal, Bot. Jahrb. 74: 463. 1949. — *Schoenus globosus* Wild. in Kunth, Enumer. Pl. 2: 288. 1837. — *Xyris triquetra* Kuntze, Rev. Gen. 719. 1891. Syn. nov.

Xyris triquetra Kuntze have always puzzled me for the incongruity of its

specific epithet. *Xyris* species have flat stems and equitant leaves. So, started the hunt to locate Kuntze's type. It is missing in the herbarium of the New York Botanical Garden. The same applies to the herbarium of the Smithsonian Institution (Washington, D.C.). In the Trinidad herbarium (located at St. Augustine), there was only a laconic note : "sent on loan". But to whom ?

Finally, I wrote to Dr. Jesus Idrobo of Bogota (Colombia) a well known authority on Xyridaceae. He told me (*in litt.*) that he had seen a fragment of the type and that it belonged undoubtedly to *Rhynchospora globosa*, a monocephalic species with thick scales, widely dispersed in tropical America and that I have often collected in the West Indies.

Acknowledgement

The author wishes to thank the curators of the herbaria of Stockholm and Trinidad for having given him access to the specimens mentioned in this paper ; to Mr. Jenó Arros who skillfully made the drawings ; finally to his former secretary, Miss Rita Dubé, who typed the final draft.

References

- RICHARDSON, W. D., 1963. Observations on the vegetation and ecology of the Aripo savannas, Trinidad. *J. Ecol.*, 51 (2): 295-413.
- SKELDING, A. D. and G. R. PROCTOR, 1959. Plants of Mason River savanna, Jamaica. Int. Congr. Bot., Montreal. (Mimeographed).

ADAPTATION SPÉCIFIQUE DU CHOU FOURRAGER (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *ACEPHALA*) AU QUÉBEC

H. GASSER¹

Station de recherches, Ministère de l'agriculture du Canada
Lennoxville, Québec

Résumé

Le chou fourrager n'est pas une espèce fourragère très connue en Amérique du Nord. Elle a pourtant un potentiel de rendement en matière sèche très élevé comme l'ont très bien démontré des essais d'adaptation exécutés de 1966 à 1968 inclusivement. D'après ces essais, il semblait y avoir une adaptation spécifique entre cultivars et localités. Les analyses statistiques effectuées sur les résultats provenant de ces essais ont montré des interactions significatives entre facteurs cultivars et localités pour les variables : rapport feuilles/tiges en 1967 et en 1968, ainsi que le rendement en 1968. Les implications de telles interactions sont discutées brièvement.

Abstract

Forage kale is not well known in North America. Yet it has a high yield potential as shown through adaptation trials. According to those trials specific adaptation between cultivars and locations were apparent. Statistical analyses performed on these trials were able to show significant cultivar \times location interactions for the leaf : stem ratio in 1967 and for both yield and leaf : stem ratio in 1968. The implications of such interactions are discussed briefly.

Introduction

Le chou fourrager est une espèce fourragère encore peu connue en Amérique du Nord. On a vu son apparition de temps à autre dans les champs de l'Ontario et du Nord-Ouest Américain. Les textes de références nord-américains n'y font allusion que très brièvement (Hughes *et al.*, 1953 ; Martin et Léonard, 1957). Le seul travail d'adaptation a été fait récemment, et ceci au Québec (Gasser, 1969).

Son aptitude à supporter des gelées assez sévères a été démontrée à trois reprises durant les dernières seize années en Europe. Les températures minimum au cours des trois hivers 1956-57, 1959-60, 1961-62 avaient été aux envi-

rons de -15°C . Les dommages subis par les variétés de chou fourrager se chiffraient entre 9.7 – 84% selon les types (Du Créhu, 1965). L'existence de cette endurance à des gelées de -15°C , et le fait que cette culture soit reconnue pour sa qualité fourragère, mérite qu'on y prête une certaine attention.

Mais, vu les conditions climatiques très différentes des régions agricoles du Québec, on peut se demander si les cultivars de chou fourrager évalués en 1967 et 1968 (Gasser, *loc. cit.*) ont une adaptation spécifique aux différentes zones agricoles du Québec.

¹ Présentement à la Station de recherches, Ministère de l'agriculture du Canada, Ste-Foy, Québec.

Matériel et méthodes

Sept cultivars ont été semés en rangs espacés de 0.75 m à Lennoxville, l'Université Laval, Caplan et Normandin en 1967 et à ces mêmes stations plus le Collège Macdonald en 1968. Les semis ont toujours eu lieu dans les derniers jours de mai ou au début du mois de juin. Une fumure d'environ 80 kg/ha d'azote, 150 kg/ha de phosphore et 250 kg/ha de potasse a été employée au semis. Certaines stations ont fait un apport additionnel d'azote d'environ 100 kg/ha, 5-10 semaines après le semis.

Le dispositif expérimental fut le même partout c'est-à-dire celui des blocs mis au hasard et avec quatre blocs à chaque localité. Les données de chaque station ont été analysées séparément puis regroupées pour déterminer l'interaction cultivars \times localités. Une condition nécessaire au regroupement des carrés moyens de l'erreur expérimentale de chaque essai est l'homogénéité de ceux-ci. Le test de Bartlett permet de vérifier cette condition. Si les erreurs expérimentales sont hétérogènes, on peut soit employer un test de "F" modifié par Snedecor et Cochran (1967), soit utiliser un test de "F" très conservateur, qui consiste à prendre les degrés de liberté des cultivars et ceux de l'erreur des essais individuels. Si ce dernier test est significatif, il est certain que l'effet est réel (Steel & Torrie, 1960). Le test conservateur a été appliqué lorsqu'il y avait hétérogénéité dans les erreurs expérimentales. Le rapport "F" des cultivars a été obtenu en prenant l'interaction comme dénominateur.

Des constantes, i.e. les effets individuels attribués directement aux cultivars, aux localités ou aux interactions, ont été calculées d'après les rendements en matière sèche et les rapports feuilles/tiges obtenu à chacune des localités. Ces constantes permettent une meilleure ap-

préciation de la magnitude de chaque effet, en particulier de l'interaction puisque dans un tableau de moyenne, elle comprend les effets dû à la moyenne générale, aux cultivars et aux localités, en plus de l'effet d'interaction. Ceci est d'ailleurs démontré de façon assez classique par l'équation linéaire additive où :

$$Y_{ijk} = \mu + L_i - C_j + CL_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

- Y représente les observations prises sur les rendements ou le rapport feuilles/tiges,
- μ est la moyenne générale,
- L l'effet dû aux localités,
- C celui dû aux cultivars,
- B celui dû aux blocs,
- CL l'effet d'interaction cultivars \times localités,
- e représente les erreurs expérimentales.

Les constantes du tableau d'interaction obtenues à partir des moyennes sont les résultats de l'interaction uniquement, puisque les effets des facteurs principaux sont éliminés. En pratique les constantes du tableau d'interaction, lorsque cette dernière est significative, donnent une appréciation unique du comportement d'un cultivar à une localité donnée.

Les caractéristiques climatiques des sites

Les tableaux I et II donnent les statistiques du climat qui a régné aux sites expérimentaux en 1967 et 1968. On y remarquera la saison de croissance particulièrement longue à Caplan, respectivement 189 et 208 jours pour les deux années 1967-68. Le tableau III représente des moyennes à long terme, caractéristiques au climat de chaque région. Pour obtenir des moyennes de périodes correspondantes, il a fallu prendre les données de l'Assomption à la place de Macdonald et La Pocatière à la place de l'Université Laval. Du point de vue climatique ces deux sites peuvent être considérés représentatifs de la région à laquelle ils appartiennent.

TABLEAU I

Données climatiques, moyennes de 1967 des mois d'avril à octobre inclus
et à 5 localités du Québec

	<i>Macdonald</i>	<i>Lennoxville</i>	<i>Laval</i>	<i>Caplan</i>	<i>Normandin</i>
Température moyenne (°C)					
Maximum	18.3	18.9	17.2	15.6	15.6
Minimum	8.9	7.2	7.2	7.2	3.9
Moyenne du jour	13.3	12.8	12.2	11.7	10.0
Précipitation totale (mm)	441	681	849	613	488
Heures de soleil	1622.1	1381.0	1379.0	1379.5	1279.6
No. de jours sans gelée (>-2.2 °C)	153	148	161	189	112
Première gelée d'automne ($\bar{<-2.2}$ °C)	Oct. 7	Oct. 7	Oct. 7	Nov. 7	Sept. 11
Latitude	45° 25'N.	45° 22'N.	46° 44'N.	48° 51'N.	48° 51'N.
Longitude	73° 56'O.	71° 50'O.	71° 30'O.	65° 39'O.	72° 32'O.
Élévation (m)	27	152	58	37	137

TABLEAU II

Données climatiques, moyennes de 1968, des mois d'avril à octobre inclus
et à 5 localités du Québec

	<i>Macdonald</i>	<i>Lennoxville</i>	<i>Laval</i>	<i>Caplan</i>	<i>Normandin</i>
Température moyenne (°C)					
Maximum	20.6	20.0	18.3	16.1	17.8
Minimum	10.0	7.2	7.8	7.2	4.4
Moyenne du jour	15.0	13.3	13.3	11.7	11.1
Précipitation (mm)	471	513	467	469	301
Heures de soleil	1587.3	1461.2	1557.7	1245.4	1232.8
No. de jours sans gelée (>-2.2 °C)	152	152	178	208	146
Première gelée d'automne ($\bar{<-2.2}$ °C)	Oct. 6	Oct. 6	Nov. 2	Nov. 5	Oct. 6

TABLEAU III

Données climatiques moyennes de 31 ans pour les mois d'avril à octobre inclus,
enregistrées à 5 localités du Québec (1931-1961)

	<i>L'Assomption</i>	<i>Lennoxville</i>	<i>La Pocatière</i>	<i>Caplan</i>	<i>Normandin</i>
Température moyenne (°C)					
Maximum	20.0	19.4	17.8	15.6	16.1
Minimum	7.8	6.7	6.7	6.7	4.4
Moyenne du jour	13.9	13.3	12.2	11.1	10.6
Précipitation (mm)	592	630	622	626	549
Évapotranspiration (mm)	22.7	19.9	19.9	—	16.4
No. de jours sans gelée (>-2.2 °C)	155	134	160	178	129
Première gelée d'automne ($\bar{<-2.2}$ °C)	Oct. 7	Sept. 25	Oct. 11	Oct. 27	Sept. 23

Résultats

Essais de 1967

L'analyse sommaire de l'ensemble des essais, entreprise pour vérifier l'existence d'une interaction cultivars \times localités a démontré qu'il n'y en avait pas pour les rendements, mais qu'elle était significative pour le rapport feuilles/tiges. Le test d'homogénéité des carrés moyens de l'erreur expérimentale a donné des X^2 de 6.67 pour les rendements et 35.40 pour les rapports feuilles/tiges. Seul le X^2 sur le rapport feuilles/tiges était significatif à la probabilité 0.05 avec trois degrés de liberté. Le rapport "F" obtenu de l'interaction cultivars \times variétés et de l'erreur des essais combiné et listé avec 6 et 18 degrés de liberté correspondant respectivement aux cultivars et à l'erreur expérimentale d'un essai individuel a confirmé l'interaction très significative pour le rapport feuilles/tiges (tableau IV).

Les constantes calculées au tableau V, soulignent l'existence de cette interaction. Elles représentent la déviation, positive ou négative, de la moyenne générale 1.037, une fois qu'on a soustrait les effets principaux de cultivars et de localités. On y remarque, par exemple, des constantes positives du rapport feuilles/tiges pour Pastour à Laval, Sarbo à Caplan, et Giganta, Maris Kestrel et Commercial 2 à Normandin. Ces mêmes cultivars ont obtenu des constantes fortement négatives à Normandin (Pastour et Sarbo), à Caplan (Maris Kestrel) et à Laval (Giganta et Commercial 2).

Essais de 1968

Pour les deux variables étudiées, le carré moyen de l'interaction cultivars \times localités a été important. Le test d'homogénéité des carrés moyens de l'erreur expérimentale a fourni des X^2 de 9.72 et 16.52, respectivement pour les rendements et les rapports feuilles/tiges, et

TABLEAU IV

Carrés moyens des écarts des rendements (M.S.) et des rapports feuilles/tiges (F/T) de cultivars de chou fourrager semés à 4 localités en 1967 et à 5 en 1968

Sources de variations	Essais 1967			Essais 1968			
	D.L.	M.S.	F : T	D.L.	M.S.	D.L.	F : T
Localités	3	135,791,753***	0.1251 NS	4	148,860,118***	3	10.5992***
Cultivars	6	19,206,905**	4.9400***	6	46,377,037***	6	16.3970***
Cultivars \times Localités	18	1,098,982 NS	0.3950** ¹	24	4,139,292**	18	1.5899*** ¹
Blocs dans les localités	12	2,987,680	0.2006	15	2,026,645	12	0.1761
Erreurs expérimentales	72	1,188,992	0.0956	90	1,473,380	72	0.1664
Total	111			139		111	

¹ Ces rapports ont été testés avec 6 et 18 degrés de liberté.

TABLEAU V

Constantes des rendements en M.S. (kg/ha) et des proportions feuilles/tiges de
7 cultivars de chou fourrager récoltés à 4 localités du Québec (1967)

Cultivars	Localités								Effets cultivars	
	Lennoxville		Laval		Caplan		Normandin			
	M.S.	F : T	M.S.	F : T	M.S.	F : T	M.S.	F : T	M.S.	F : T
Giganta	-328	.118	684	-.261	-117	-.117	-236	.253	1148	-.459
Protéor	102	.132	-127	-.163	-457	-.049	484	.077	472	-.231
Pastour	-271	-.048	465	.701	729	.039	-921	-.687	-1103	1.107
Maris Kestrel	236	-.080	-244	-.034	-77	-.198	84	.316	509	-.231
Sarbo	-156	-.048	178	-.023	-503	.369	480	-.299	-564	.237
Cavarouge	-297	-.059	-540	.004	480	.086	357	-.031	-1603	-.549
Commercial 2	718	-.016	-420	.223	-48	-.134	-247	.374	1138	-.549
Effets Stations	642	-.216	-1541	.087	-1934	.199	2832	-.069	7993	1.037

Écarts-types des rendements : Cultivars \pm 262

Écarts-types des rendements : Cultivars \times Localités \pm 545

Écarts-types de la proportion F/T : Cultivars \pm 157

Écarts-types de la proportion F/T : Cultivars \times Localités \pm .155

TABLEAU VI

Constantes des rendements en M.S. (kg/ha) et des proportions feuilles/tiges de
7 cultivars de chou fourrager récoltés à 5 localités du Québec (1968)

Cultivars	Localités										Effets cultivars	
	Macdonald		Lennoxville		Laval		Caplan		Normandin			
	M.S.	F : T	M.S.	F : T	M.S.	F : T	M.S.	F : T	M.S.	F : T	M.S.	F : T
Giganta	755	—	526	.051	42	-.551	-309	.607	-1019	-.106	809	-.814
Protéor	-634	—	488	.013	213	-.219	-724	.194	653	.011	-732	-.089
Pastour	-635	—	154	.169	780	1.173	-1594	-1.505	1294	.164	-2882	1.947
Maris Kestrel	-207	—	-855	-.007	-369	-.135	2415	.237	-984	-.096	1413	-.489
Sarbo	-16	—	77	-.324	716	.658	-180	-.762	-594	.429	-617	.757
Celtic	-1010	—	321	.089	-816	-.396	371	.533	1131	-.225	915	-.570
Moblanc	1748	—	-712	.009	-568	-.529	15	.698	-485	-.177	1097	-.742
Effets Localités	1455	—	271	-.117	-4032	.764	1433	-.729	875	.082	9869	1.303

Écart-types des rendements : Cultivars \pm 455 kg/ha

Écart-types des rendements : Cultivars \times Localités \pm 607 kg/ha

Écart-types de la proportion F/T : Cultivars \pm 315

Écart-types de la proportion F/T : Cultivars \times Localités \pm .204

avec respectivement 4 et 3 degrés de liberté. Le X^2 pour le rendement a été significatif au seuil de $P = 0.5$ et celui du rapport feuilles/tiges au seuil de $P = .001$. Le test conservateur de l'interaction a résulté en un F significatif pour les rendements et hautement significatif pour les rapports feuilles/tiges. Le rapport "F" des carrés moyens des cultivars a été trouvé hautement significatif ($P = .01$) pour les deux variables considérées (tableau IV).

Les constantes des cultivars par localité témoignent de l'interaction cultivars \times localités autant pour les rendements que pour les rapports feuilles/tiges. À Caplan, on a obtenu une interaction positive avec Maris Kestrel de l'ordre de 2415 kg/ha en regard d'une interaction négative de l'ordre de -984 kg/ha à Normandin. Avec le cultivar Protéor c'est l'inverse qui se produit puisque l'interaction est de -724 kg/ha à Caplan et 653 kg/ha à Normandin (tableau VI).

Discussion et conclusion

Ce travail d'adaptation a démontré que le chou fourrager convient à toutes les régions mais particulièrement bien au Lac St-Jean (Normandin) et à la Gaspésie (Caplan) (Gasser, 1969). À Normandin et à Caplan, les températures diurnes sont moins élevées que dans les autres localités, ce qui favorise la croissance de l'espèce. À cette dernière, la saison est particulièrement longue, ce qui permet à certains cultivars à croissance plus lente de se développer pleinement. Par les analyses statistiques qui ont été faites sur ces essais d'adaptation, on a pu démontrer l'existence d'interactions significatives cultivars \times localités. Cela veut dire une adaptation particulière d'un cultivar à une certaine localité lorsque la constante d'interaction a été positive (tableaux V et VI). On a rencontré de telles

interactions avec les deux caractères étudiés, rendement en matière sèche et rapport feuilles/tiges. Le comportement du cultivar Maris Kestrel a été particulièrement frappant à Caplan et à Normandin en 1968. Ainsi, en regroupant des essais d'adaptation faits à différentes localités, on obtenait en plus des effets significatifs de cultivars et de localités, des effets qui sont spécifiques aux cultivars dans les localités (interaction). Cela pourrait signifier qu'un cultivar de chou fourrager peut avoir une adaptation spécifique à une localité donnée (constante positive), c'est-à-dire à un environnement donné. Dans ce cas où cette culture continuerait de prendre de l'importance et qu'un travail d'amélioration serait justifié, il faudrait tenir compte de l'existence d'une telle spécificité aux zones agricoles.

Remerciements

J'aimerais exprimer ici ma gratitude aux institutions qui se trouvaient aux localités mentionnées dans le texte pour avoir fourni si gracieusement leurs données respectives.

Références

- DU CRÉHU, G., 1965. La résistance au froid du chou fourrager. *La Potasse*, 39 : 9-17.
- GASSER, H., 1969. Performance of forage kale varieties in Quebec. *Forage Notes*, 15 : 23-26.
- HUGHES, H.D., E.M. HEATH, and D.S. METCALF, 1953. Forages. The science of grassland agriculture. The Iowa State College Press, Ames, Iowa.
- MARTIN, I.H. and W.H. LEONARD, 1957. Principles of crop production. The Mc Millan Company, New York.
- SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN, 1967. Statistical methods. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- STEEL, R.G.D. and T.H. TORRIE, 1960. Principles and procedures of statistics. Mc Graw Hill Book Co., Toronto. 481 p.

COMMUNICATIONS BRÈVES

ÉTUDES SUR LA FLORE DU SAGUENAY

V. PRÉSENCE DU *SALIX VESTITA* PURSH À LA RIVIÈRE SHIPSHAW ¹

Richard CAYOUE

Herbier, Service de la recherche et de l'enseignement
Ministère de l'agriculture et de la colonisation
Complexe scientifique, Parc Colbert-nord, Sainte-Foy, Québec

Jacques CAYOUE

930, 9^e avenue, Charny, comté de Lévis, Québec

Alain ASSELIN

11, rue Marcellin, Lévis, comté de Lévis, Québec

Une première exploration botanique d'une partie du secteur calcaire de la rivière Shipshaw, en août 1969, avait révélé la présence d'une abondante flore calcicole, dont les principaux éléments sont : *Cryptogramma Stelleri*, *Gymnocarpium Robertianum*, *Woodsia glabella*, *Trisetum molle*, *Carex atriformis*, *Carex capillaris* var. *major*, *Carex eburnea*, *Saxifraga aizoides*, *Primula mistassinica* et *Pinguicula vulgaris*.

Lors d'une seconde exploration, le 11 juillet 1971, la visite des falaises de la rive orientale, à environ trois kilomètres en aval de Chute-aux-Galets, a permis la découverte d'une petite colonie de *Salix vestita* (figure 1, 2 et 3). À quelques mètres au-dessus du niveau de la rivière, entremêlé à la mousse garnissant le fond d'une dépression creusée dans un rocher, le *S. vestita* formait un minuscule tapis de moins d'un mètre de su-

perficie. Au Saguenay, c'est la station la plus méridionale pour ce saule. Elle se situe vers 48° 39' N. par 71° 12' O. Les autres récoltes viennent du nord du comté de Saguenay : l'une du sommet du mont Reed, à 52° 01' N. et 68° 05' O. (Landry, 1962) ; l'autre de la région des lacs Brown et Ellen, aux environs de 52° 35' N. et 67° 30' O. (Löve et al., 1958).

On connaît relativement bien l'aire générale de distribution de ce saule calcicole, subarctique-alpin. Il possède le même genre de distribution à aire disjointe particulier à certaines espèces cordillériennes dont on retrouve des représentants isolés dans l'est de l'Amérique du Nord. Dans l'ouest, on rencontre le *S. vestita* dans les Rocheuses, depuis le nord de l'Orégon, à travers le Montana et l'Alberta ; on le trouve aussi au Keewatin sur la côte ouest de la baie d'Hudson. Dans l'est, ce saule est connu dans la péninsule de Gaspé, à l'île d'Anticosti, dans l'archipel de Mingan, à Terre-Neuve, au Labrador, dans le nord du comté de Saguenay et il atteint le lac Mistassini dans le Nouveau-Québec.

¹ Contribution n° 138, Service de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de la colonisation, Complexe scientifique, Parc Colbert-nord, Sainte-Foy, Québec (12^e).

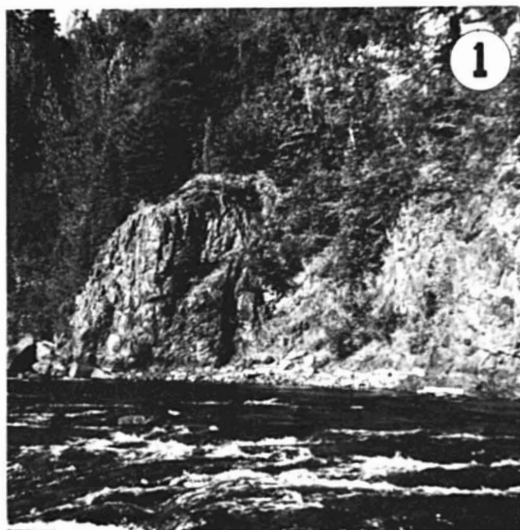


Figure 1. Rochers calcaires de la rivière Shipshaw, refuge d'une colonie reliquale de *Salix vestita* Pursh.

Récemment, Morisset (1971) a évoqué les diverses théories qui ont été proposées pour tenter d'expliquer ces distributions à aires disjointes. Les théories les plus sérieuses, encore fort discutées, admettent, au départ, que ces flores disjointes ont jadis appartenu à une flore ancienne dont l'aire était continue. Par la suite, cette aire aurait été disloquée par la destruction du pont central qui unissait les deux extrémités.

La colonie de *S. vestita* des falaises calcaires de la rivière Shipshaw serait-elle un fragment reliquale de cette flore ancienne aujourd'hui disparue de la région? L'hypothèse ne paraît pas invraisemblable. Coincé par l'envahissement de la forêt, le *S. vestita* aurait trouvé dans ces falaises une niche lui permettant de subsister. Grâce à un substratum de choix et à un habitat ouvert réduisant la compétition au minimum, au moins une colonie aurait réussi à persister jusqu'à nos jours.



Figure 2. La colonie de *S. vestita* de la rivière Shipshaw.



Figure 3. Rameau fructifié de *S. vestita*.

Références

- LANDRY, P., 1962. Plantes vasculaires sur le sommet du mont Reed, comté de Saguenay, Québec. *Naturaliste can.*, 89: 278-289.
- LÖVE, D., J. KUCYNIK and G. JOHNSTON, 1958. A plant collection from Interior Quebec. *Naturaliste can.*, 85: 25-69.
- MORISSET, P., 1971. Endemism in the vascular plants of the Gulf of St. Lawrence Region. *Naturaliste can.*, 98: 167-177.

LE *BUTOMUS UMBELLATUS* L. EN GASPÉSIE

Robert GAUTHIER

Département d'écologie et de pédologie
Faculté de foresterie et de géodésie
Université Laval, Québec

Parmi les éléments de la flore introduite au Québec, le *Butomus umbellatus* L. est certainement l'un des plus agressifs et Marie-Victorin a probablement vu juste lorsqu'il écrivait en 1935 (p. 618), dans la première édition de la Flore Laurentienne que "le butome étendra son domaine sur une grande partie de l'Amérique orientale tempérée".

Après avoir émigré le long des rives du Saint-Laurent jusqu'à l'eau salée, le butome s'est maintenant étendu au sud et au sud-ouest de Montréal, son lieu présumé d'introduction, le long du Saint-Laurent et de ses affluents et dans la région des Grands Lacs. Son apparition en divers points du système hydrographique du Saint-Laurent est notée dans les travaux de Core (1941), Gaiser (1949), Knowlton (1923, 1930), Munscher (1930), Stuckey (1968) et Witmer (1964). En aval, la situation semblait stable depuis plus de trente ans, l'eau salée constituant, semblait-il, un obstacle insurmontable à sa dispersion (Rousseau, 1968).

Dès 1940, J. Rousseau récolte un spécimen (QFA, n° 51037) du *Butomus* à l'île aux Coudres où l'eau du fleuve est déjà saumâtre. L'étiquette porte l'indication : "Marécage peu au dessus du niveau de la mer". En 1949, A. Payette récolte le jonc fleuri (QFA, spécimen n° 184x) à la Pointe de la Rivière-Ouelle à quelque 30 km de Saint-Jean-Port-Joli où débute l'eau salée. L'étiquette de cette récolte indique que le spécimen

provient d'un "Petit étang près du rivage maritime". Ces deux récoltes, les plus à l'est sur les deux rives du Saint-Laurent, portaient déjà les indications précises du comportement du butome face à la difficulté d'expansion que constitue l'eau salée. En effet, même si le sel empêche l'installation de la plante sur les rivages maritimes, les eaux du fleuve transportent les organes de dissémination, qu'ils soient flottants ou emprisonnés dans les glaces emportées vers le golfe au printemps. Ils sont ensuite déposés lors des grandes marées d'équinoxe ou par les vagues lors des tempêtes, au-delà du niveau normalement atteint par les eaux salées, dans de petits étangs ou des marais en bordure du fleuve où ils peuvent ensuite, dans des conditions favorables, donner naissance à de nouvelles colonies.

C'est dans une situation identique que nous avons découvert, en septembre 1971, une grande colonie du *Butomus umbellatus* à l'entrée sud-ouest du village de Rivière-à-Claude, comté de Gaspé-Nord (spécimens à QFA, DAO, CAN). La colonie du *Butomus* est installée dans une cuvette peu profonde d'environ 150 mètres de longueur par 25 mètres de largeur, située entre l'ancienne et la nouvelle route qui borde le fleuve, juste au pied de l'éboulis rocheux qui longe la falaise. La cuvette n'est donc séparée du fleuve que par la nouvelle route. Les plantes s'enracinent dans un mélange de cailloux de toutes dimensions et de parti-

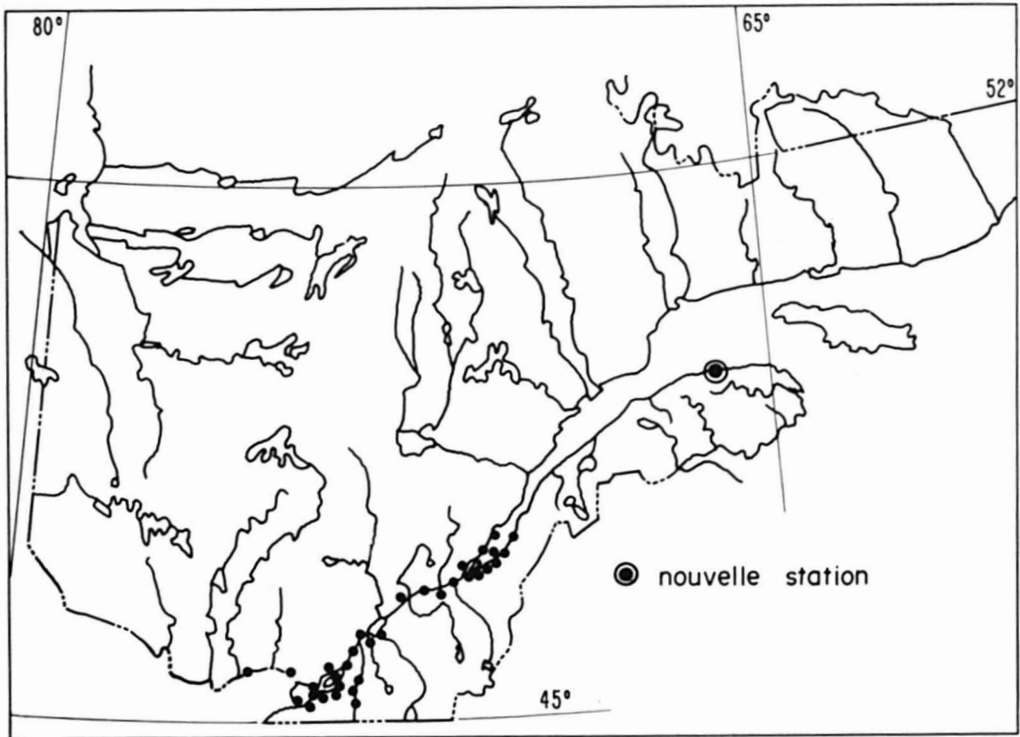


Figure 1. Distribution du *Butomus umbellatus* L. au Québec (Adaptée de Rousseau 1968).

cules fines provenant de l'éboulis voisin. L'eau de l'étang est douce et ne contient que 0.04‰ de NaCl comparé à 26-29‰ dans la zone infralittorale de Pointe-Métis (Bourget, 1971). Au moment de sa découverte, le *Butomus* avait déjà envahi plus de la moitié de l'étang. En bordure, dans les eaux peu profondes, une bonne proportion des individus étaient en fleur alors que d'autres portaient des fruits. La colonie, presque pure, ne contenait que quelques individus de *Sparganium eurycarpum* Engelm. L'arrivée du *Butomus* dans cette localité est postérieure à 1954, date à laquelle la cuvette a été isolée des eaux salées du fleuve par suite de la construction de la nouvelle route.

Cette extension d'aire du *Butomus umbellatus* représente un saut de 385 km (figure 1), doublant ainsi la distance parcourue par l'espèce en aval au lieu

d'introduction présumé. Le succès obtenu par l'espèce à franchir l'obstacle que constituait l'eau salée, laisse présager son établissement autour de l'estuaire du Saint-Laurent où des conditions de milieu permettront son implantation.

L'auteur tient à remercier C. Rousseau qui lui a aimablement permis de reproduire sa carte de distribution du *Butomus* et P. Morisset pour ses conseils et sa critique du texte.

Références

- BOURGET, E., 1971. Aspects saisonniers de la fixation de l'épifaune benthique de l'étage infralittoral de l'estuaire du Saint-Laurent. Fac. Sci. Univ. Laval, Québec. (Thèse de maîtrise non publiée).
- CORE, E. L., 1941. *Butomus umbellatus* in America. *Ohio J. Sci.*, 41: 79-85.

- GAISER, L. O., 1949. Further distribution of *Butomus umbellatus* in the Great-Lakes region. *Rhodora*, 51 : 385-390.
- KNOWLTON, C. H., 1923. *Butomus umbellatus* on the St. Lawrence river. *Rhodora*, 25 : 220-221.
- KNOWLTON, C. H., 1930. *Butomus umbellatus* at Lake Champlain. *Rhodora*, 32 : 18-19.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1939. Le *Butomus umbellatus* était-il déjà en Amérique au XVIIIème siècle ? (Résumé). *Annls ACFAS*, 5 : 108.
- MUENSCHER, W. C., 1930. *Butomus umbellatus* in Lake Champlain basin. *Rhodora*, 32 : 19-20.
- ROULEAU, E., 1964. Révision 2ième éd. Marie-Victorin, F., 1935. Flore Laurentienne. Presses Univ. Montréal, Montréal.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, 95 : 49-171.
- STUCKEY, R. L., 1968. Distributional history of *Butomus umbellatus* (Flowering rush) in the western Lake Erie and Lake St. Clair region. *Mich. Bot.*, 7 : 134-142.
- WITMER, S. W., 1964. *Butomus umbellatus* L. in Indiana. *Castanea*, 29 : 117-119.

UN NOUVEAU SCIRPE DU PAKISTAN OCCIDENTAL

Marcel RAYMOND

4900 boulevard Pie IX, Montréal, Québec

Parmi les nombreux spécimens que le Dr K. Rechinger de Vienne m'a soumis pour identification, se trouvait un scirpe qui me semble nouveau et dont voici la description, accompagnée d'un dessin dû à M. Jenö Arros :

Scirpus stagnicola Raymond, n. sp. Sect. BOLBOSCHOENUS Ascherson.

Rhizoma tenue sed firmum, radicibus longis rigidisque. Culmi solitarii vel aggregati, 10-16 cm alti, tenues (0.5 mm diam.) triangulati, striati, basi pseudo-bulbosi fibrillosi nigricantes. Folia basalía et subbasalia, longe vaginantia, 6-9 cm longa, 1-1.5 mm lata, patula, paulum recurvata, carinata, plurinervosa. Spica unica, erecta, linearis, 1-1.5 cm longa, 0.5 cm lata. Bractea spica longiora, trigona, rigida, erecta quasi culmum continuans, basi amplexans et margine ciliata. Squamae 4 mm longae, castaneae, e dorso incrassato longe aristatae. Nux 3 mm longa, obovata, trigona, pallide brunnea, lucida, demum angulis pallens, breviter apiculata. Setae 2 tenues, nuce breviores. Stigmata 3 longa. Stamina 3, antheris albis.

W. PAKISTAN, BELUCHISTAN : Makran. Res Nuh prope Guadar, 25°09' N, 62°21' E. Alt. 50-150 m. Ad. stagnum. K. H. Rechinger, Iter Orientale 1965, n° 27927 (Holotypus in W).

Depuis plusieurs années il m'est passé par les mains des douzaines de *Scirpus* en provenance du sud-ouest et du sud-est de l'Asie, mais jamais je n'en ai vu de semblable. Le plus proche parent du *Scirpus stagnicola* semble être le *S. af-*

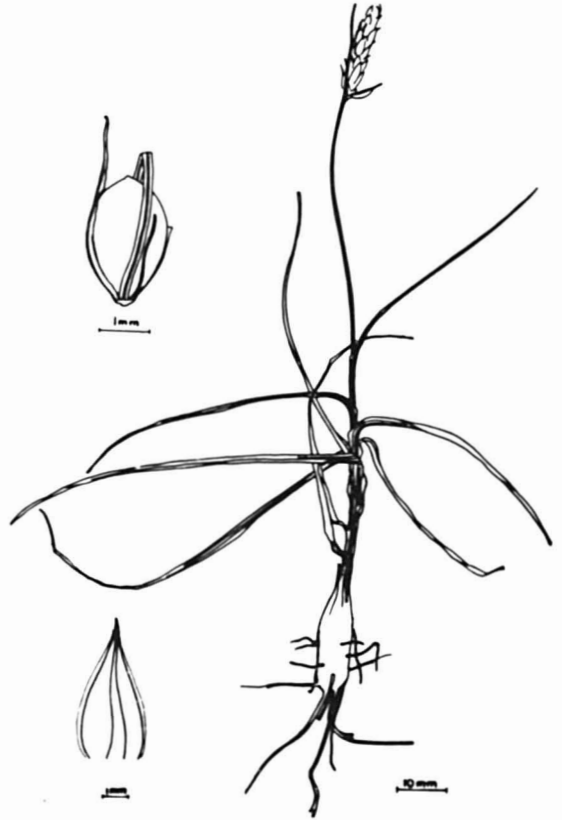


Figure 1. Nouveau scirpe, *Scirpus stagnicola*.

finis Roth (parfois cité erronément *S. strobilinus* Roxb.). Sa base pseudobulbeuse, son épi solitaire étroit et d'autres caractères le placent bien à part dans la section BULBOSCHOENUS.

Référence

- RAYMOND, M., 1965. Cyperaceae in Kõie, M. and Rechinger, K.H. Symbolae Afghanicae Vol. VI. *Biol. Skr.* 14 (4) : 1-35.

EXISTENCE DE PISTES DE *RHACOMITRIUM LANUGINOSUM* DANS LA TOUNDRA DU NOUVEAU-QUÉBEC

Marcel BOURNÉRIAS

Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec
Laboratoire de biogéographie, École normale supérieure, St-Cloud, France

La toundra des environs de Puvirnituk, village eskimo du Nouveau-Québec (longitude 77°16' O., latitude 60°2' N.), présente souvent de vastes affleurements du socle gneissique archéen. Ces affleurements, polis par les glaciers quaternaires, sont plus ou moins tabulaires et limités à leur périphérie par des pentes convexes souvent assez fortes. En dehors des fissures, la végétation de ces étendues rocheuses est réduite à une maigre couverture de lichens et de bryophytes : ces derniers prédominent dans les endroits relativement abrités, où s'observent fréquemment les peuplements discontinus, en galettes ou en coupoles grisâtres, d'une mousse, *Rhacomitrium lanuginosum* (figure 1).

Ces colonies de mousses sont généralement accompagnées, sur les pentes, de traces indiscutables de leur déplacement, sous formes de "pistes" claires situées à l'amont de chaque touffe (figure 2). Ces pistes se présentent comme des surfaces nettoyées de leur couverture lichénique, de longueur variable, souvent supérieure au mètre sur les pentes accentuées ; leur juxtaposition aboutit alors à la formation de rayures parallèles, disposées dans le sens de la plus grande pente, striant le rocher de la plus curieuse façon (figure 3).

Dans la partie supérieure de chaque piste, la réinstallation progressive des lichens tend à effacer lentement la trace du passage du *Rhacomitrium* ; celle-ci reste cependant visible sur des longueurs importantes, son peuplement restant

longtemps distinct de celui du rocher non affecté par le phénomène.

La progressivité de cette recolonisation est en rapport avec la lenteur du déplacement de la touffe de *Rhacomitrium* ; un autre argument en faveur d'une vitesse très faible peut être tiré de la disparition totale de la couverture lichénique. La roche est absolument décapée, ce qui laisse supposer un processus de destruction biochimique se superposant à l'effet-écran, bien que les eaux s'écoulant de chaque touffe ne semblent avoir aucune action phytotoxique en aval.

Ce glissement est peut-être dû aux alternances répétées, quotidiennes, de gel-dégel durant une partie de l'été ; l'étude de la vitesse de déplacement et de ses variations au cours des saisons permettrait de vérifier cette hypothèse ou de l'abandonner ; il m'a été impossible de faire ces mesures, qui pourraient être effectuées en marquant à la peinture indélébile le rocher sur la marge supérieure de touffes bien choisies et repérées ; s'il s'agit d'un déterminisme climatique, l'exposition doit avoir une influence sur la vitesse de ce glissement.

On peut estimer la vitesse relative du phénomène à la longueur de chaque piste : l'installation des lichens pionniers se faisant en principe dès que la place est libre, la distance entre le bord supérieur de la touffe et les premières colonies lichéniques (appartenant à la même espèce, et dans le même état de déve-

loppement) correspond à une durée fixe, donc proportionnelle à la vitesse moyenne du déplacement (figure 4).

Les pistes les plus longues correspondent nettement aux pentes les plus

fortes : la pesanteur paraît donc le facteur principal du déplacement. De courtes pistes sont parfois visibles sur des tables rocheuses sub-horizontales ; le vent est peut-être alors l'agent moteur.

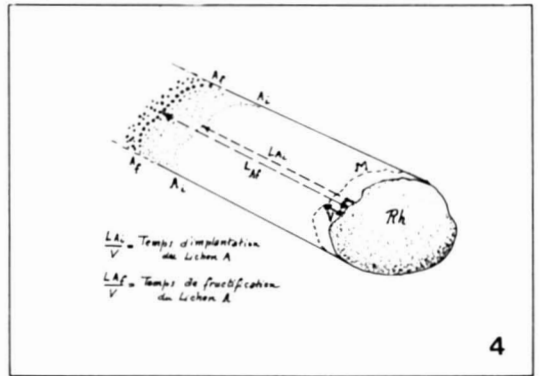


Figure 1. Vue d'ensemble de la colonisation par les touffes de *Rhacomitrium lanuginosum* d'une surface gneissique polie. La pente est dirigée vers l'est ; on aperçoit, en amont, de nombreuses touffes de mousses, la trace blanche des "pistes" dépourvues de lichens. Au fond, le lac "Miroir courbe", à 4 km O.N.O. de Puvirnituq. Juillet 1970. Figure 2. Détail des pistes de *Rhacomitrium*, sur pente gneissique dans le même secteur. On observe la recolonisation progressive de la partie décapée ; la pente est faible au premier plan et dans la partie droite de la photographie, plus forte dans le quart supérieur gauche : les pistes présentent des différences significatives de longueur. Juillet 1970. Figure 3. Sur pentes plus fortes, les pistes s'allongent et strient littéralement le versant rocheux : la plus grande, à droite, dépasse 1 m de longueur. À gauche, une cassure irrégulière de la roche a perturbé le phénomène. Juillet 1970. Figure 4. Schématisation d'une piste de *Rhacomitrium Rh*. Un marquage *M* permettrait d'apprécier la vitesse de déplacement *V* durant une unité de temps (par ex. un an). Le premier lichen, *A*, qui s'est installé peut être reconnu en *Ai* ; le rapport entre la distance *L_{Ai}* et la vitesse *V* est en principe une constante, exprimant la durée d'implantation du lichen *A*. Il sera peut-être plus facile d'utiliser un certain état de fructification du lichen *A* : *Af*, et de mesurer *L_{Af}*. Notons que, durant l'année où la touffe *Rh* s'est déplacée de *V*, les limites *Ai* et *Af* se sont elles-mêmes déplacées d'une longueur qui peut être différente de *V*, car elle exprime la vitesse de *Rh* au moment où son bord supérieur était respectivement en *Af*, puis en *Ai*. Notons aussi qu'un second lichen *B* (non figuré) établi avec un certain retard par rapport à *A*, peut être l'objet de mesures semblables. Les variations de largeur de la piste indiquent la croissance de la touffe *Rh*.

Les autres facteurs intervenant sur la vitesse sont le degré de poli ou de rugosité des roches, la présence de diaclases, l'épaisseur de la végétation cryptogamique en aval, qui peut avoir un effet frénateur, sans doute aussi les dimensions et le poids, variables selon la teneur en eau, des touffes de *Rhacomitrium*.

La croissance de chaque touffe peut être estimée par l'augmentation de largeur des pistes vers l'aval ; cette croissance semble extrêmement faible, les bords des traces étant sensiblement parallèles. Notons aussi que l'on devrait trouver une certaine accumulation de mousses en bas de pente ; il ne semble pas que ce soit fréquent. Il est vrai que la base de ces pans de rochers nus comporte souvent une petite mare allongée qui semble due à la poussée du gel prenant appui sur le socle rocheux.

On imagine aisément la diversité des renseignements que pourrait donner l'étude précise de ces pistes, et pas seulement sur la dynamique des peuplements de *Rhacomitrium lanuginosum* dans la toundra rocheuse. Il serait certainement très intéressant d'étudier la colonisation lichénique de ces surfaces décapées, notamment l'ordre d'implantation des

espèces et la vitesse de développement de chacune d'elles, en fonction des diverses conditions écologiques (exposition, pente, nature de la roche . . .). Ces résultats pourraient alors être utilement confrontés avec ceux qui concernent la colonisation des blocs éjectés par le gel, dont la vitesse de déplacement relative pourrait être ainsi appréciée ; la vitesse du relèvement isostatique du continent pourrait aussi, concurremment avec les données du ^{14}C , être estimée par la colonisation lichénique des roches au-dessus de l'estran, au fond des anses abritées et à condition de trouver des espèces en commun avec nos pistes de *Rhacomitrium* ; une première comparaison semble indiquer que le déplacement des touffes de mousses semble du même ordre de grandeur que le relèvement isostatique, c'est-à-dire le centimètre par an.

Remerciements

Ils s'adressent tout particulièrement au Centre d'études nordiques de l'Université Laval, dont l'invitation m'a permis ces observations, ainsi qu'à M. Raino Fagerstén (Cryptogamic Herbarium, University of Helsinki, Finlande) qui a déterminé mes récoltes de mousses.

ADDITIONS À LA FAUNE COLÉOPTÉRIQUE DU QUÉBEC

Claude CHANTAL

425, Saint-Olivier, Québec 4^e, Québec

Depuis la publication de l'ouvrage de Chagnon sur les coléoptères du Québec (Chagnon, 1934) — ouvrage d'ailleurs considéré par l'auteur lui-même comme très incomplet —, ce groupe d'insectes n'a fait l'objet, jusqu'à maintenant, que de rapports sporadiques. De plus, la faune des coléoptères du Québec s'est depuis enrichie de plusieurs espèces étrangères. Dans cette note, nous rapportons quelques nouvelles mentions : une pour l'Amérique du Nord, deux pour le Canada et quatre pour le Québec. Ces espèces sont soit introduites, soit même indigènes, mais sans mention antérieure.

Liste des espèces

Bruchidae

Bruchidius ater Marsh.

Six exemplaires de cette espèce phytophage, vraisemblablement récemment introduite, ont été capturés à Orsainville, comté de Québec, le dix juin 1967.

Deux des hôtes connus de cet insecte, également originaires d'Europe, sont plantés dans les jardins des environs de Québec ; ce sont : *Cytisus scoparius* L. et *Laburnum alpinum* Bercht & Pries. Cette espèce est déjà connue aux États-Unis dans les États du Massachusetts, de New York et de Virginie (Bottimer).

Buprestidae

Agrilus vittaticollis Rand.

Malgré des recherches intensives, un seul exemplaire de cette espèce, jusqu'alors inconnue au Québec, a pu être capturé dans le parc Gatineau, comté de

Hull, près du lac Taylor, le 17 juin 1971. L'exemplaire était sur un jeune cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica* L.) et a été obtenu par la méthode du battage. Nous l'avons déposé à la Collection nationale canadienne d'insectes (C.N.C.), à Ottawa.

Chrysomelidae

Chrysolina staphylea L.

Une centaine d'individus de cette espèce européenne, inapte au vol, ont été capturés à Sorosto, comté de Lévis, par M. J.C. Aubé et nous-même. Ces insectes ont tous été trouvés sous des pièces de bois sur un sol humide. L'espèce avait déjà été capturée à Terrebonne et en Nouvelle-Écosse. Dans ce cas-ci, il ne s'agit pas d'une extension d'aire due à la mobilité de l'insecte, mais d'une introduction distincte des précédentes.

Coccinellidae

Propylea quatuordecimpunctata L.

Cet insecte, qui a fait l'objet d'une introduction volontaire au New-Jersey pour combattre le puceron *Schizaphis graminum* Rondani, en 1970, était déjà établi au Québec, car il a été capturé deux ans auparavant par M. J.C. Aubé, M. F. Laliberté, F.É.C., et nous-même.

Cette espèce a été rencontrée sur le cerisier de Pennsylvanie (*Prunus pensylvanica* L.F.), la spirée (*Spiraea latifolia* (Ait.) Borkh. et l'*Achillea millefolium* L. et sur l'orme (*Ulmus americana* L.)

DISTRIBUTION : Ste-Foy, comté de Québec, 20-VIII-68 (1) C. Chantal, 9-

11-18 — VI-69 C. C., 15-VIII-69 (1) C. C., 2-VI-70 (2) C. C. 1 à C.N.C., 12-VI-70 (1) C. C., 5-VIII-70 (1) C. C., 7-VIII-70 (1) C. C. à C.N.C., 7-IX-70 (5) F. La-liberté, 21-IX-70 (1) C. C. à C.N.C., 23-VI-71 (6) J.C. Aubé, 28-X-71 (1) C. C., 8-VI-72 (1) C.C. Québec, comté de Québec, 14-VI-69 (1) J. C. A., 4-IX-70 (1) J. C. A., 19-VIII-71 (1) J. C. A., 4-10 — X-71 (2) J. C. A.

Dryopidae

Dryops viennensis Heer

C'est au Québec que cet insecte européen a été trouvé la première fois en Amérique du Nord (rapport d'identification de l'Institut de recherches entomologiques, Ottawa, n° 65-661).

DISTRIBUTION : St-Augustin, comté de Portneuf, 22-VII-62 (1) C. C. (C.N.C., 6-VIII-67 (1) C.C. ; Ste-Croix, comté de Lotbinière, 15 et 22-VIII-64 (17) J.C.A. & C.C. 6 à C.N.C., 17-VII-65 J.C.A. & C.C. ; St-Louis de Blandford, comté d'Arthabaska, 7-VIII-65 (2) C.C. ; Duberger, comté de Québec, 10 et 12-VII-66 environ 150 J.C.A. & C.C. 6 à C.N.C., Bécancour, comté de Nicolet, 4-VIII-68 (1) C.C., Baie St-Paul, comté de Charlevoix, 21-VIII-68 (1) C.C. ; Nouveau-Brunswick, Grand-Falls, comté de Victoria, 8-VII-65 (1) Gilles C., 25-VII-65 (1) C. C.

DYNAMIQUE : L'insecte a été capturé au vol, à la brunante, à Duberger.

REPRODUCTION : Deux copulations observées à Ste-Croix, le 15 août 1964.

HABITAT : Cette espèce semble préférer les sols argileux et humides, mais à Ste-Croix, elle fut trouvée sous des débris végétaux abandonnés par la marée, sur un sol sec et sablonneux ; ou bien marchant sur le sol. Il faut toute-

fois préciser que le fond de terrain est argileux.

Leiodidae

Ptomaphagus brevior Jeannel

Quatre individus de cette espèce ont été capturés à Rigaud, comté de Vaudreuil, le 3 mai 1970, sous des feuilles mortes. Ce sont les premiers trouvés au Canada (Dr S. Peck, Université Carleton, Ottawa ; communication personnelle et identification).

Meloidae

Tricrania sanguinipennis Say

Trois exemplaires de cette espèce ont été capturés à Pointe-du-Lac, comté de St-Maurice, sur un sol sablonneux couvert de plaques éparées de végétation ; les 29 et 30 avril 1967 (Gilles Chantal), le 11 mai 1968 (C.C.). Cette espèce parasiterait de petites abeilles solitaires.

Références

- BLATCHLEY, W. S., 1910. An illustrated descriptive catalogue of the *Coleoptera* (exclusive of the *Rhynchospora*) known to occur in Indiana. The Nature Publishing Co., Indianapolis, 1386 p.
- BROWN, W. J., 1962. The American species of *Chrysolina* Mots., (*Coleoptera* : *Chrysomelidae*). *Can. Ent.*, 94 (1) : 1-16.
- BOTTIMER, L. J., 1968. On the two species of *Bruchidius* (*Coleoptera* : *Bruchidae*) established in North America. *Can. Ent.*, 100 : 139-145.
- CHAGNON, G., 1934. Contribution à l'étude des coléoptères de la province de Québec. Département de Biologie, Université de Montréal, Montréal.
- ROGERS, C. E., H. B. JACKSON, R. D. EIKENBARY and K. J. STARKS, 1971. Sex determination in *Propylea 14-punctata* (*Coleoptera* : *Coccinellidae*), an imported predator of Aphids. *Ann. Ent. Soc. Am.*, 64 (4) : 957-959.

**NOTE SUR LE DIMORPHISME ALAIRE CHEZ
CALATHUS GREGARIUS SAY (COLEOPTERA : CARABIDAE)**

André LAROCHELLE

Collège Bourget, Rigaud, Québec

Le dimorphisme alaire, c'est-à-dire la différence dans la forme des ailes entre deux individus de la même espèce, n'est pas un phénomène rare chez les Carabidae. Les ailes sont soit complètes (macroptères) et ordinairement fonctionnelles, soit plus ou moins réduites (brachyptères) et impropres au vol.

Calathus gregarius Say compte parmi ces espèces dimorphes. Chez celle-ci, les ailes membraneuses sont ordinairement réduites à un rudiment mesurant à peu près la moitié de la longueur des élytres. De cette espèce, Lindroth (1966, p. 544) n'a vu qu'une forme macroptère capturée à Cheticamp, Nouvelle-Écosse.

Cependant, après avoir examiné 115 spécimens de cette espèce, capturés dans 21 stations au Québec, nous avons constaté que 21 spécimens, soit environ 18 pour 100, avaient des ailes complètes (formes macroptères).

Chez *Calathus gregarius* Say, le dimorphisme alaire se rencontre dans les mêmes populations mais ne semble pas restreint géographiquement.

On trouvera, dans la liste qui suit, le résultat détaillé de notre examen des formes macroptères et brachyptères chez *Calathus gregarius* Say au Québec.

Liste

Formes macroptères

BONAVENTURE : Bonaventure, 16 juillet 1970, deux femelles.

GASPÉ-EST : Grande-Rivière, 13 juillet 1970, un mâle.

ILES-DE-LA-MADELEINE: Ile du Cap aux Meules, 28 juillet 1970, cinq femelles et quatre mâles.

MONTCALM : Saint-Emile-de-Montcalm, 17 août 1966, une femelle.

TÉMISCAMINGUE : Tabaret, 6 mai 1968, un mâle.

TÉMISCOUATA : Sainte - Rose - du - Dégelis, 23 août 1970, deux femelles.

VAUDREUIL : Rigaud, 17 avril 1970, une femelle et deux mâles; 21 mai 1968, une femelle; 15 novembre 1961, un mâle.

Formes brachyptères

BONAVENTURE : Bonaventure, 16 juillet 1970, deux spécimens; Grande-Cascapédia, 15 juillet 1970, un spécimen. Miguasha, 13 juillet 1970, deux spécimens. Nouvelle, 14 juillet 1970, un spécimen. Port-Daniel, 1^{er} juillet 1970, un spécimen.

BROME : Eastman, 21 août 1966, un spécimen.

CHARLEVOIX-OUEST : Ile aux Coudres, 8 juillet 1965, cinq spécimens.

GASPÉ-EST : Grande-Rivière, 18 juillet 1970, un spécimen.

ILES-DE-LA-MADELEINE: Ile du Cap aux Meules, 28 juillet 1970, six spécimens.

ILE DE MONTRÉAL : Montréal, 29 avril 1961, un spécimen; 4 mai 1963, un spécimen; 23 juin 1963, un spécimen.

LABELLE : Labelle, 7 juin 1968, deux spécimens. 17 juin 1970, un spécimen; 9 août 1969, un spécimen; 13 août 1968, trois spécimens. Lac Labelle, 13 juin 1970, un spécimen; 6 juillet 1968, deux spécimens; 13 août 1968, un spécimen.

MONTCALM : Saint-Emile-de-Montcalm, 17 août 1966, deux spécimens; 24 août 1964, un spécimen.

STANSTEAD : Ayer's Cliff, 16 juillet 1968, quatre spécimens.

TÉMISCAMINGUE : Tabaret, 6 mai 1968, quatre spécimens. Témiscaming, 5 mai 1968, un spécimen. Ville-Marie, 7 mai 1968, deux spécimens.

TÉMISCOUATA : Sainte - Rose - du - Dégelis, 23 août 1970, un spécimen.

VAUDREUIL : Como, 23 mai 1968, deux spécimens. Rigaud, du 1^{er} avril 1961 au 15 décembre 1970, quarante-et-un spécimens. Saint-Rédempteur, 16 novembre 1969, un spécimen.

Référence

LINDROTH, C.H., 1966. The ground beetles of Canada and Alaska. *Suppl., Opusc. ent.*, 29 : 409-648.

REVUE DES LIVRES

DUNBAR, M.J., 1971. **Environment and Good Sens**. McGill/Queen's University Press, Montréal/London. VI + 92 p. 13.5 x 21 cm. Cloth, \$4.50 ; paper, \$2.25.

In 1969, Dr. Dunbar prepared a statement on environmental pollution and destruction in Canada on behalf of the Canadian Society of Zoologists, which thus became the first professional group to publicize its concern with this issue. The present volume grew out of the earlier statement, but is enormously improved by the unmistakable stamp of Dr. Dunbar's scholarship and wit. Publishers, hastening to take advantage of the newly awakened ecological awareness, are contributing to a new exponential explosion in books dealing with environmental issues. None of the flood that I have seen is as pertinent to the Canadian scene as this little volume, and few have shown the same depth of scholarship and balanced approach.

The book begins with recognition that man has been a locally destructive force for at least 3,000 years, but only recently has he had the ability to be destructive on a global scale. It ends by urging understanding and protection of the whole system of which man is a part, since survival of man, the animal, depends on survival of the biosphere. In between is a short catalogue of environmental blunders effecting Canada's air, fresh water, terrestrial communities and oceans.

Dunbar argues that ecological arguments against pollution are as "powerful and ruthless as pressures for progress" and so recommends that ecologists have a voice in Councils of State, at least as persuasive as that of economists. Biology is identified as the science of survival, therefore there must be greater awareness of its principles and laws among the public generally, and biologists must be consulted from the earliest stages of planning for environmental modifications with due weight being given to their findings and recommendations. Biological study must begin with inventory but should proceed to an attempted understanding of the total system and then this understanding should be tested by experiment.

This book is not a polemic, nor is it any kind of a plea to turn back the clock. Dunbar admits,

as any good ecologist does, that man must modify ecosystems and that it is within our capabilities to do that in a pleasing manner. Nor is this a one-sided attack by the "good guys" against the "bad guys". In fact, there is a plea that both sides avoid confrontation and work toward a cooperative attack on environmental problems. Dunbar also foresees that the ultimate solutions do not lie in the realm of science, even though science produces the information (much of which is now available) on which solutions will be based. He identifies the problems as "economic, legal and social" to which one might add moral and ethical. Solutions involve value judgements which inevitably have ethical connotations.

Perhaps the weakest feature of the book is the choice of examples, which for the most part, are the examples used in the 1969 version. Much has happened, both pro and con, since then but admittedly it is a gargantuan task to keep abreast of all the issues in a country the size of Canada.

All in all, Dunbar has set a high standard in this first volume of a projected series. The Canadian Society of Zoologists is to be congratulated on initiating this series and one can only hope that succeeding volumes will appear on schedule and maintain the same level of scholarship and objectivity.

W. A. FULLER

*Department of Zoology
University of Alberta, Edmonton*

BIDAULT, M. 1971. **Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs**. Éditions Doin, Paris. VIII + 145 p., 47 fig., 16.5 x 21.5 cm. Relié, \$10.50. Distribué au Canada par Somabec Ltée.

Ce court livre de M. Bidault porte le sous-titre suivant : *notions fondamentales de systématique moderne*. C'est le premier ouvrage français consacré à la "systématique moderne" des végétaux, une discipline synthétique qui a vu le jour aux environs de 1920 et qui, après être passée par une phase surtout cytologique (cytotaxonomie) et génétique (génécologie), s'est ajoutée

plus récemment une approche biochimique (chiotaxonomie) ou numérique (taxonomie numérique). L'intégration de ces différentes méthodes et données, appliquées à des problèmes taxonomiques, forme l'objet de l'ouvrage de M. Bidault. Le but de cet ouvrage est de "présenter aux étudiants et aux chercheurs un panorama d'ensemble de la taxonomie [...] et ainsi [...] contribuer à développer les recherches taxonomiques et susciter des vocations parmi les jeunes chercheurs" (p. 5). Il est évidemment difficile de prédire si ce dernier but, qui est fort souhaitable, sera éventuellement atteint. Il reste à voir si M. Bidault réussit à présenter le panorama d'ensemble de la taxonomie qu'il nous promet au début de son livre.

Mentionnons d'abord qu'il est difficile, et qu'il serait peut-être injuste, de juger cet ouvrage sans tenir compte du public précis auquel il s'adresse : l'étudiant et le chercheur français. Quand on sait que la biosystématique a connu en France une longue éclipse au cours du vingtième siècle et qu'elle n'y est réapparue que récemment (sauf pour les travaux du professeur Guinochet), on peut comprendre que M. Bidault doit présenter des notions très élémentaires et soit même parfois forcé de sacrifier la précision à la vulgarisation.

L'ouvrage est divisé en trois parties intitulées respectivement "caractères généraux de la variation chez les végétaux", "origine de la variation chez les végétaux" et "la spéciation, les unités taxonomiques et les méthodes de la taxonomique". L'auteur y décrit brièvement les principales techniques et les types de données qu'on utilise aujourd'hui dans les recherches taxonomiques. Il présente aussi de nombreux exemples, ce qui rend la lecture de son livre agréable et relativement facile.

Si on s'attarde d'abord au texte, on peut le caractériser en un mot : il est succinct. On peut difficilement faire autrement dans un peu plus de 100 pages : certains phénomènes importants sont donc expédiés en une phrase ou deux (la plasticité phénotypique). On constate, cependant, que l'auteur réussit à parler de tous les sujets pertinents. La clarté de l'exposé en souffre parfois, mais tout y est et certains phénomènes sont très bien exposés : la polypléidie (p. 41), l'apomixie (p. 63), la variation écotypique (p. 78), etc. D'autre part, certains développements auraient certainement pu être éliminés sans que l'ouvrage en souffre (ce qui aurait libéré de l'espace pour les sujets importants escamotés). C'est le cas, par exemple, de la section consa-

crée à la loi de Hardy-Weinberg et au traitement statistique de la mutation, de la sélection et de la dérive génétique. Une telle étude a un intérêt théorique indéniable mais une pertinence taxonomique fort lointaine ; même ceux qui étudient la génétique des populations naturelles considèrent que ces formules sont beaucoup trop simples pour pouvoir décrire la complexité des situations qu'on rencontre couramment en nature. On peut noter en passant que les données récentes de la génétique des populations mettent fortement en doute qu'un des rôles de la mutation puisse être "d'accélérer ou de ralentir le processus de la sélection" (p. 72).

Certaines remarques additionnelles s'imposent. Quand l'auteur veut présenter les méthodes de la taxonomie classique, il consacre les trois quarts de l'espace disponible aux règles de la nomenclature, mais ne mentionne ni les travaux de morphologie comparée qui ont produit les oeuvres de Engler ou de Hutchinson, ni l'importante méthode géographico-morphologique de Wettstein. C'est fort mal représenter la taxonomie que d'écrire : "les améliorations les plus importantes [que la méthodologie de la taxonomie classique a subies depuis Linné] sont relatives à la nomenclature" (p. 100) ; il ne faudrait pas confondre taxonomie et nomenclature. À la page 57, l'exemple "d'introgession" chez *Mercurialis* est en fait un exemple de population hybride (*hybrid swarm*) ; il ne faudrait pas non plus confondre ces deux phénomènes différents. On pourrait aussi signaler que l'étude de la spéciation a évolué depuis Stebbins (1950), la référence la plus récente que l'on rencontre dans le chapitre consacré à ce sujet (à part le bref compte rendu de Valentine en 1962). Compte tenu du titre du livre, cette section est beaucoup trop générale.

Une des qualités de l'ouvrage réside dans les nombreux exemples utilisés pour illustrer le texte. Une grande partie de ces exemples ont été puisés dans les travaux des quelques biosystématiciens français : Guinochet, Gorenflot, Monnier, Durand, Bidault, etc. Cette politique de l'auteur est judicieuse : il était important de présenter ces travaux dans un texte destiné à la France, où la taxonomie moderne est en train de renaître et où les chercheurs qui professent cette discipline sont peut-être encore trop isolés. D'autre part, les exemples choisis sont parfois loin d'être les meilleurs que l'on connaisse pour illustrer un phénomène donné. Ainsi, la figure 14 (p. 27) a pour but d'illustrer la variation dans les populations, mais deux des six caractères étudiés sont complètement stables et deux autres

ne présentent qu'une légère variation sans patron évident. Dans ce cas, et dans quelques autres, il aurait été préférable de choisir ailleurs des exemples plus convaincants. Cependant, on doit féliciter l'auteur d'avoir présenté de "nombreux exemples concrets" (p. 5) pour illustrer son exposé.

Pour résumer, l'ouvrage de M. Bidault est important, d'abord parce qu'il est une présentation succincte de la taxonomie moderne, accompagnée de nombreux exemples, et ensuite parce que c'est le premier livre français consacré à cette discipline. La présentation confuse ou trop brève de certains phénomènes pourra cependant irriter le lecteur non spécialiste. Un index des auteurs, un index des sujets et une bibliographie complètent l'ouvrage. M. Bidault a réussi à présenter un panorama d'ensemble de la taxonomie moderne ; c'est forcément une vue à vol d'oiseau, mais l'altitude de l'oiseau et la résolution varient énormément selon les sujets abordés. Le prix me semble beaucoup trop élevé pour un livre de 150 pages.

Pierre MORISSET

*Département de biologie
Université Laval, Québec*

TUREKIAN, K. K., 1971. *The Late Cenozoic Glacial Ages*. Yale University Press, New Haven et London. 606 p., 175 fig., 56 tbl., index. 18,5 x 26 cm. Relié-carton, \$20.00.

Ouvrage impressionnant par la taille et le contenu, *The Late Cenozoic Glacial Ages* réunit des travaux qui furent présentés lors d'un symposium tenu à l'Université Yale, en 1969, pour souligner avec dignité la retraite du professeur Richard Foster Flint, l'une des plus grandes figures mondiales du Quaternaire.

Trente-trois spécialistes, la plupart américains, du moins d'adoption, et avantageusement connus dans les milieux spécialisés à travers le monde, ont collaboré à la rédaction des 21 études qui composent l'ouvrage. D'une façon générale, on peut affirmer qu'elles sont intéressantes, sérieuses et bien documentées. Plusieurs constituent de belles synthèses, fort utiles à qui cherche à obtenir une vue globale des problèmes. La publication d'ouvrages comme celui-ci se révèle justement une excellente occasion pour rédiger de telles synthèses, puisque la plupart des périodiques spécialisés, à tort ou à raison, hésitent ou refusent de le faire.

La valeur des textes est inégale : on passe de la note concise (Ewing : 9 pages) à l'étude exhaustive (Imbrie et Kipp : 112 pages). 60% des études ont plus de 20 pages, 30% plus de 30 pages et 30% moins de 15 pages. Le ton général est posé, modéré. La majorité des auteurs sont nuancés, prudents, voire même un peu trop dans certains cas. On souhaiterait parfois qu'ils soient un peu plus affirmatifs et moins hésitants, qu'ils proposent davantage d'hypothèses et d'interprétations. La timidité de quelques-uns devient parfois agaçantes. Quelques études souffrent d'hermétisme et semblent avoir été rédigées avant tout pour un très petit groupe de spécialistes.

Chaque étude comporte sa propre bibliographie, ce qui nous paraît raisonnable et certainement préférable à l'alternative de regrouper toutes les références en un seul appareil bibliographique placé à la fin de l'ouvrage. Si la plupart des études sont bien documentées, quelques-unes par contre témoignent des préférences des auteurs pour un petit groupe d'amis ou de collègues estimés. C'est une attitude très humaine, mais qui paraît dépassée au niveau des hommes de science. L'ouvrage est abondamment illustré de croquis simples et généralement expressifs. Il comporte aussi un index détaillé (30 p.) qui sera très apprécié du chercheur.

Les sujets abordés sont variés et présentés parfois dans un ordre un peu décousu. C'est le cas notamment des études sur les océans Arctique, Atlantique, Pacifique et Indien (nos 1, 8 et 21). Six études portent sur les climats et paléoclimats, quatre sur la flore et la faune, deux sur les niveaux marins, une sur le volcanisme et une autre sur les fluctuations des glaciers alpins nord-américains à la fin du Quaternaire.

L'étude de B. C. McDonald (p. 331-353) sur la stratigraphie et la déglaciation dans l'Est du Canada intéressera tout particulièrement les Québécois. Fort honnête et prudente, elle retrace dans ses grandes lignes les diverses étapes de l'englaciation et de la déglaciation à partir des éléments fournis par des coupes stratigraphiques dans sept régions : sud des Appalaches québécoises, basses-terres Laurentiennes, voie maritime du Saint-Laurent, Toronto, lac Erié, basses-terres hudsonniennes et Manitoba méridional. L'auteur discute longuement des preuves de deux interstades principaux au cours du Wisconsin et aborde quelques aspects de la déglaciation. Cet effort de synthèse aurait une plus grande valeur si certaines questions avaient été suffisamment approfondies, entre autres celle des paléoclimats du fini-Wisconsin et du postglaciaire.

Late Cenozoic Glacial Ages constitue un ouvrage de référence de bonne qualité qui méritait certainement d'être publié. Il rend avantageusement hommage à l'un des grands noms du Quaternaire. Son prix nous paraît fort raisonnable compte tenu de la qualité de l'édition et du contenu.

Jean-Claude DIONNE

*Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère de l'environnement, Québec*

POST, A. et LACHAPPELLE, E. R., 1971. *Glacier Ice*. Toronto University Press, Toronto. 111 p., 127 photos, 3 fig. 36 x 29 cm. Relié-carton, \$20.00.

Alpinistes, naturalistes, spécialistes des glaciers et de la géomorphologie glaciaire seront unanimes pour reconnaître l'excellente qualité de l'ouvrage de Post et Lachapelle : un album photographique témoignant d'une longue et riche expérience, que l'on feuillette et lit avec curiosité et beaucoup de satisfaction.

L'image passe avant le verbe : la photographie est reine et puissante. Un texte discret, concis et informatif l'accompagne. La beauté des clichés et la haute qualité de la reproduction placent cet ouvrage dans la catégorie des éditions artistiques. On est fier de le laisser au salon, à la portée des visiteurs ; on y revient volontiers dans ses moments de détente. C'est aussi un guide de première valeur pour l'enseignement aux niveaux secondaire et universitaire.

L'ouvrage comprend une courte préface, treize chapitres et un utile glossaire. Les auteurs commencent d'abord par expliquer comment naissent les glaciers : notions de cristallisation, métamorphisme de la neige, accumulation dans un bassin de réception, bilans termique et hydrique positifs. Ensuite ils décrivent la morphologie de la surface des glaciers, leur écoulement progressif, leurs fluctuations à travers les âges, les ogives, les cours d'eau supra-glaciaires, les moraines, les formes de décrépitude et les plates-formes de glace du type antarctique et du type fjord. De magnifiques illustrations nous font voir des glaciers accrochés aux versants raides des volcans et d'autres illustrent leur action dans le façonnement des paysages ; le dernier chapitre fournit des exemples éloquentes des types de glaciers : tempérés, sub-polaires et polaires. Les glaciers de piedmont de l'Ellesmere et d'Axel Heiberg sont particulièrement beaux.

Scientifique par le sujet ou le fond, l'ouvrage n'est pas destiné exclusivement aux spécialistes ou aux professionnels. Il s'adresse aussi à un large auditoire duquel il peut être compris et apprécié, en autant que le lecteur possède une sensibilité qui sait encore vibrer aux accords les plus purs et les plus nobles. Aussi, sommes-nous heureux de le recommander non seulement aux scientifiques, aux universitaires et aux enseignants, mais à tous les adeptes de la nature et à ceux qui cherchent l'évasion. Avec un peu d'imagination, il est relativement facile, après avoir parcouru l'ouvrage, de reconstituer les paysages d'il y a 12,000 ans, alors que le Québec était encore recouvert par une épaisse calotte glaciaire. Cet événement géologique majeur ayant conditionné en grande partie notre environnement, il importe d'en connaître l'abc. L'album de Post et Lachapelle nous facilite cette tâche. L'achat de *Glacier Ice* nous semble donc un excellent investissement.

Jean-Claude DIONNE

*Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère de l'environnement, Québec*

JESSOP, N. M., 1970. *Biosphere : A Study of Life*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. xiii + 954 p., ill. 22 x 24 cm. Relié, prix non-indiqué.

N. M. Jessop propose une nouvelle formule d'enseignement de la biologie au niveau du premier cycle. Convaincu qu'il est possible de réunir dans un seul cours à la fois les notions classiques et une vue plus globale de la biosphère incluant ses perspectives d'avenir et le rôle que l'homme devrait y jouer, il inclut dans son volume, non seulement des aspects fonctionnels et structuraux depuis le niveau moléculaire jusqu'au niveau organismique, mais encore des problèmes touchant la crise, de plus en plus aiguë, provoquée par l'explosion des populations et la destruction progressive de l'environnement. Cinq chapitres de la deuxième partie sont ainsi consacrés à la connaissance des lois écologiques qui seules, au dire de l'auteur, pourront former la base d'une vue renouvelée du monde. Un accent non moins important est mis sur l'aspect dynamique du processus de la vie qui est présenté comme "un courant émergent du passé pas tout à fait inconnu, se dirigeant vers un avenir pas tout à fait imprévisible" (p. viii).

Le livre comporte, au total, cinq parties. La première est consacrée à l'examen de la diversité de la vie, la seconde aux causes de cette diversité, la troisième à l'organisation de la vie, la

quatrième au maintien des individus et une dernière à la continuation de la vie.

Un glossaire des termes techniques, un index des matières, deux appendices : l'un sur le système métrique, l'autre sur une introduction à la biologie quantitative et une multitude de dessins et d'excellentes photographies, dont plusieurs en couleurs, ajoutent à la valeur didactique du volume. Ce dernier est, par ailleurs, imprimé dans un caractère moderne aéré, disposé en trois colonnes, ce qui facilite grandement la lecture rapide. Pour toutes ces raisons nous ne saurions trop recommander son adoption comme manuel d'un cours de biologie générale.

Miroslav M. GRANDTNER

*Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec*

MEYLAN, S., 1971 **Bioélectricité, quelques problèmes**. Masson, Paris. 112 p., 25 fig., 12 tabl. 16.5 x 21.5 cm. Broché, 60 FF.

Les phytophysiologistes s'intéressent aux problèmes touchant la bioélectricité chez les végétaux depuis déjà plusieurs décennies. C'est ainsi qu'entre les années 1930 et 1950 de nombreux travaux, notamment ceux de Berry et Land, Blinks, Brauner, Lundegardh, Osterhout, Schrank, ont été publiés sur les phénomènes électriques intervenant dans l'absorption des minéraux et dans la croissance des plantes. Cependant, au cours de la dernière décennie, une recherche plus systématique rendue possible par des techniques expérimentales plus perfectionnées se poursuit activement dans le domaine. À la lumière de ces travaux, les potentiels électriques apparaissent comme des facteurs très importants dans l'absorption et la translocation. L'hypothèse qu'ils sont impliqués dans divers mécanismes d'autorégulation est fortement appuyée.

L'auteur de cette monographie, Mlle Suzanne Meylan, docteur ès sciences, s'est occupée pendant plusieurs années, à l'Université de Lausanne, en collaboration avec le professeur Pilet, de recherches sur la polarité électrique de tissus et d'organes végétaux. Dans cet ouvrage, elle rapporte brièvement, au chapitre deux, les techniques usuelles et le principe de méthodes nouvelles en électrophysiologie végétale. Puis, suivent des exposés sur les mécanismes de polarisation électrique des cellules (chapitre 3), des tissus et des organes végétaux (chapitre 4), sur la corrélation entre polarité et croissance

(chapitre 5) et, finalement, sur l'analyse des manifestations bioélectriques de la racine (chapitre 6).

Ce volume s'adresse aux étudiants de 3^e cycle, aux professeurs et chercheurs en physiologie végétale. Ils y trouveront des résultats et l'analyse des travaux dispersés dans des publications scientifiques très diverses, et une bibliographie comprenant environ 325 références. Ils y trouveront également une source d'inspiration scientifique et des thèmes de recherche, car ils constateront une fois de plus que des problèmes depuis longtemps à l'étude en physiologie végétale (ex. les tropismes, l'accumulation ionique) restent encore sans solution.

Henri P. THERRIEN

*Département de phytotechnie
Université Laval, Québec*

ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE, 1971. **Guide du système mondial de traitement des données**. Vol. 2 : Préparation des cartes et des diagrammes de météorologie synoptique. Secrétariat de l'Organisation météorologie mondiale, Genève. 63 p., ill. 16 x 24 cm. Broché, prix non-indiqué.

En météorologie, la présentation des cartes synoptiques en surface et des cartes synoptiques en altitude de même que celle des diagrammes aérologiques et autres fait partie intégrante de l'assistance météorologique à l'aviation civile, à la marine, à l'industrie et au public en général. Or, la nécessité d'uniformiser les pratiques météorologiques est d'une importance fondamentale pour le fonctionnement efficace des centres chargés de fournir l'assistance météorologique partout dans le monde.

Cette publication technique de l'Organisation météorologique mondiale vise à présenter à tous les intéressés des renseignements sur les pratiques et procédures essentielles à la réussite de leurs travaux; elle ne constitue pas cependant un manuel sur les cartes et les diagrammes de météorologie synoptique. Il s'agit d'une version révisée d'une publication antérieure de l'Organisation météorologique mondiale intitulée : "Guide pour la préparation des cartes et des diagrammes de météorologie synoptique" (1962). Le chapitre 1 tient compte des modifications qui ont été apportées aux codes météorologiques internationaux le 1^{er} janvier 1968, chapitre qui constitue à lui seul plus de la moitié de l'ouvrage.

Que doit-on s'attendre à trouver dans ce Guide ? Essentiellement des directives de normalisation: caractéristiques des cartes de base, projections recommandées suivant les régions, échelles standard, couleurs, règles de pointage des éléments météorologiques, symboles officiels, présentation des coupes verticales, représentation des isoplèthes, des fronts, des masses d'air, etc.

La présentation est sobre, ordonnée et de consultation facile, qualités qui caractérisent toutes les publications de l'Organisation météorologique mondiale.

Raymond PERRIER

*Service de la météorologie
Ministère des richesses naturelles, Québec*

CARRE, J., 1972. **Lecture et exploitation des photographies aériennes**. Tome II : Exploitation des photographies aériennes. *Collection technique de l'Institut géographique national*. Eyrolles, Paris. xii + 212 p., 128 fig., 18 pl. 16 x 25 cm. Broché, 75.00 FF.

À côté des renseignements qualitatifs que leur apportent les photographies aériennes pour l'identification d'objets ou la représentation de la surface topographique, la plupart des utilisateurs veulent pouvoir exécuter, à partir des photographies, des mesures des dimensions d'objets ou reporter leur position sur une carte : tel est le sens donné au mot exploitation qui figure dans le titre de l'ouvrage.

Seuls les organismes importants sont équipés d'appareils photogrammétriques complexes et onéreux, nécessaires à la production de volumes importants de documents cartographiques régu-

liers. L'utilisateur aux moyens limités peut néanmoins exécuter un certain nombre d'opérations, plus ou moins précises et commodes suivant la nature des photographies dont il dispose et les méthodes qu'il utilise. Ce sont ces opérations qui sont décrites et commentées.

Le lecteur est supposé connaître certaines matières du programme de mathématiques des classes terminales de lycée. Un certain nombre d'exercices de contrôle lui sont proposés. Des indications bibliographiques le guident pour compléter ses connaissances. Enfin un glossaire français-anglais récapitule et définit les principaux termes utilisés en matière de photographies aériennes.

Destiné à l'origine à des ingénieurs et techniciens de l'Institut géographique national, l'ouvrage, qui traite de l'utilisation des photographies aériennes tant sur le terrain qu'au bureau, s'adresse également à de nombreux techniciens cartographes, géographes, forestiers, géologues, militaires, etc., soucieux de connaître et d'utiliser différents procédés et les limites de leur emploi.

Le deuxième tome comprend les chapitres suivants. Pratique de l'exploitation. Exploitation planimétrique: d'une photographie verticale isolée, d'un couple de photographies isolées, d'une couverture photographique à axe vertical. Orthophotographies. Mesures altimétriques sur les photographies à axe vertical: dénivelées, pentes, pendages. Dénombrements et échantillonnages. Les photographies obliques: procédés graphiques de restitution, procédés optiques de redressement, chambres claires. Utilisation des photographies sur le terrain. Glossaire.

(Résumé de l'auteur).

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au *Naturaliste canadien* des articles inédits, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des articles courts (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes infra-marginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la liste, à la fin du manuscrit, elles seront citées

par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In : D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

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

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numéroter proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

Original papers in French or in English based on research in basic and applied ecology, taxonomy, morphology and earth sciences will be considered for publication in this journal. The papers will be judged on the basis of their contribution of original data and ideas or interpretation. *Review articles* will not be accepted unless they lead to new and important generalizations. *Short articles* (no more than four pages in the journal) may be accepted as "Communications brèves". They should be distinguished from papers on the basis of scope rather than quality of the research.

GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in double spacing throughout on one side of bond paper 21.5 x 28 cm, and submitted in triplicate to the Secretary of the Editorial Board.

The sequence of material in the manuscript as submitted should be: (1) title; (2) author's name; (3) author's affiliation and address; (4) a condensed running head of no more than 60 letters and spaces (on a separate page); (5) French and English abstracts limited to 300 words; (6) the manuscript proper; (7) on separate pages references, tables (numbered consecutively in Roman numerals) and figure legends (numbered consecutively in Arabic numerals).

MANUSCRIPT DETAILS

The arrangement of the contents should generally be as follows: Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, and References.

In preparing copy please take account of the following remarks: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided and wherever impossible they should be consecutively numbered; (3) either metric or English units may be used; however use of the former is recommended; (4) appendixes should be avoided and will not be usually accepted if exceeding one page.

REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All

papers referred to in the manuscript should be listed alphabetically by first author, according to the following examples:

LEGENDTRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In: D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Abbreviations for periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals" (1963 edition).

ILLUSTRATIONS

The first two figures of a manuscript will be free of charge. Additional figures will be charged to the author.

Prints of photographs should be made on glossy paper with a wide range in tone. They should be cropped, mounted with rubber cement on white card-board, and clearly numbered at the right corner of each photograph. Three complete sets of photographs must be included.

Drawings are made with black india ink on white drawing paper and all lettering should be made with a lettering system. All lettering must be sufficiently large to be at least 1.5 mm on final reproduction. One original and two clean copies of each drawing should be submitted.

Drawings and photographs must be made to a scale allowing reduction to an area not exceeding 12.5 x 20 cm, inclusive of captions.

Captions for illustrations should be typed in paragraph form on a separate page. Moreover each illustration should be clearly labelled on back, giving the name of the author and the figure number.

PROOFS AND REPRINTS

Galley proofs will be sent to the author together with an order blank for reprints. The corrected proof with the order for reprints should be returned immediately.

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

Extrait de la revue *Le naturaliste canadien*, Volumes 93 et 94.

Liste des espèces, variétés, formes et hybrides de plantes vasculaires reconnues comme spontanées au Canada. Une bibliographie pertinente précède chaque genre. L'auteur présente la distribution géographique de chacun des taxons au nord des États-Unis, dans une perspective critique. Les botanistes y trouveront une mine de renseignements de première valeur.

An enumeration of the species, varieties, forms and hybrids known as spontaneous in Canada. Nearly all genera are preceded by an essential bibliography of recent monographs and other main papers relevant to each genus in Canada. Each taxon is followed by an abbreviated summary of its distribution north of the U.S.A. A distinction has been made between verified and unverified distributions and, in the latter case, whether or not justifying collections have been located yet.

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Mai-Juin 1972

N° 3

SOMMAIRE

SCHMID, F. Sur quelques nouvelles Psychomyiines tropicales (Trichoptera : Psychomyiidae)	143-172
HEINRICH, Gerd H. Synopsis of nearctic ichneumoninae stenopneusticae with particular reference to the northeastern region (Hymenoptera). Supplement 3	173-211
FORTIN, J.-André, J.-Robert THIBault et Pierre MORISSET. Présence d'auxine chez un lichen (<i>Cladonia alpestris</i>) et transformation du tryptophane en acide indolyl-acétique par trois mycobiontes	213-218
RAYMOND, Marcel. Three critical <i>Rhynchospora</i> (Cyperaceae) from Trinidad	219-221
GASSER, H. Adaptation spécifique du chou fourrager (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>) au Québec	223-229

COMMUNICATIONS BRÈVES

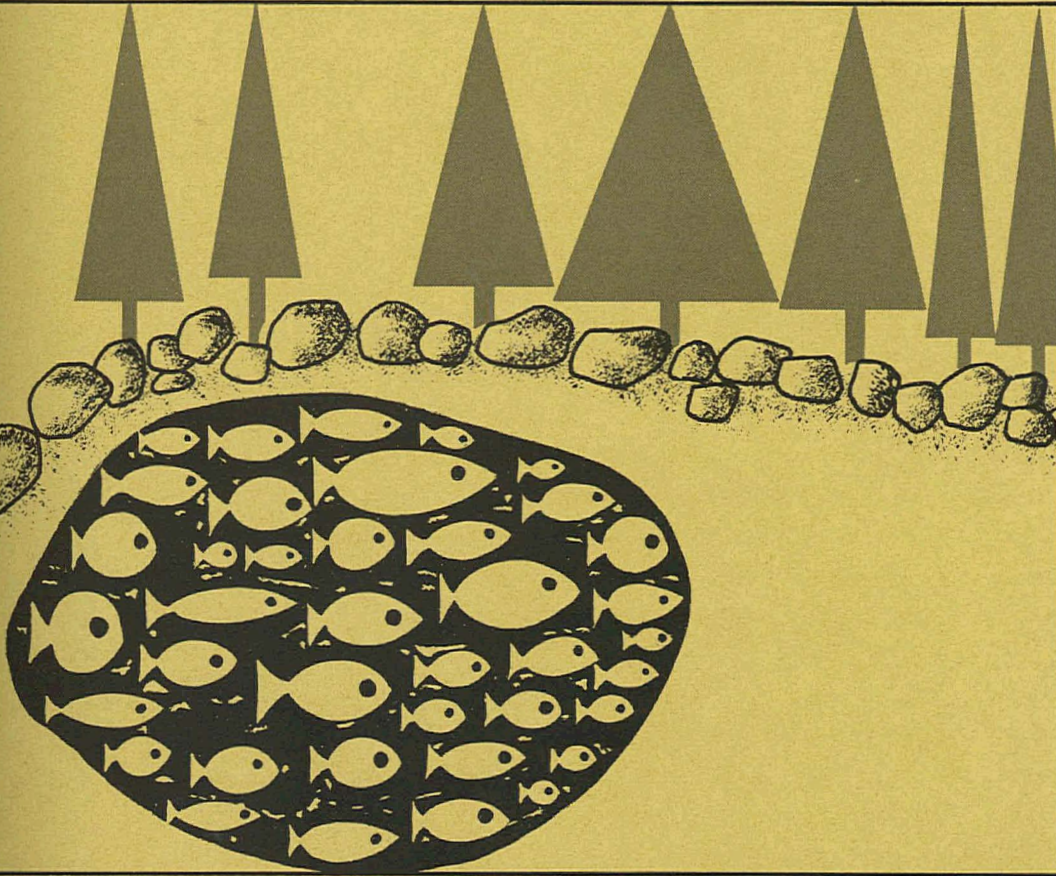
CAYOUILLE, Richard, Jacques CAYOUILLE et Alain ASSELIN. Études sur la flore du Saguenay. V. Présence du <i>Salix vestita</i> Pursh à la rivière Shipshaw	231-232
GAUTHIER, Robert. Le <i>Butomus umbellatus</i> L. en Gaspésie	233-235
RAYMOND, Marcel. Un nouveau scirpe du Pakistan occidental	237
BOURNÉRIAS, Marcel. Existence de pistes de <i>Rhacomitrium lanuginosum</i> dans la toundra du Nouveau-Québec	239-241
CHANTAL, Claude. Additions à la faune coléoptérique du Québec	243-244
LAROCHELLE, André. Note sur le dimorphisme alaire chez <i>Calathus gregarius</i> Say (Coleoptera : Carabidae)	245
REVUE DES LIVRES	247-252



Volume 99,
n° 4,
juillet-août 1972

BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

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

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉRIQUE, *Direction générale de la conservation, Ministère des terres et forêts, Québec*

JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie et du commerce, Québec*

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 océanographique 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, *Service de la faune du Québec*

A. C. NEISH, *Conseil national des recherches 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 : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

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 **Secrétariat 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 de l'éducation du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec — Troisième trimestre 1972.

PHYTOPLANKTON NUTRIENTS AND FLUSHING OF INLETS ON THE COAST OF NOVA SCOTIA

Trevor PLATT, A. PRAKASH and Brian IRWIN

*Fisheries Research Board of Canada, Marine Ecology Laboratory,
Bedford Institute, Dartmouth, Nova Scotia, Canada*

Résumé

En 1967, les fluctuations des sels nutritifs dans deux baies situées à 35 km l'une de l'autre sur la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse furent remarquablement semblables. On a conclu, qu'en dehors des pullulements printaniers de phytoplancton, les concentrations de sels nutritifs de ces baies sont régies davantage par les apports d'eaux venues du plateau continental que par les processus biologiques internes. Le remplacement de l'eau de ces baies par l'eau du large, plus important à la fin de l'été et à l'automne qu'en d'autres saisons, est un phénomène annuel dont l'influence est à l'échelle de toute la côte et non des baies individuelles.

Abstract

In two inlets 35 km apart on the Atlantic coast of Nova Scotia, fluctuations of phytoplankton nutrients during 1967 were strikingly similar. It is concluded that, except during the spring bloom, nutrient levels in the inlets on this coast are controlled more by water movements on the continental shelf than by biological processes within the inlets. Flushing of the inlets is more extensive in late summer and autumn. Water replacement occurs every year on this coast and the flushing takes place on a broad front rather than affecting isolated inlets.

Introduction

On the Atlantic Coast of Canada, the influence of local and offshore winds in causing the exchange of shelf water and inshore water has been well documented by the work of Hachey (1934, 1934a, 1935, 1937, 1938, 1953; Leim and Hachey, 1935; Hachey and Fothergill, 1953). The general significance of water replacements for fisheries was also discussed by Hachey (1955), but his remarks were confined mainly to the higher elements in the food chain. The influence of these water exchanges on the phytoplankton production system, the base of

the food chain, remains to be explored. A good opportunity to assess the impact of this physical flushing on the phytoplankton nutrients in the coastal inlets of Nova Scotia was provided in 1967 when two independent sets of observations on nutrients were made in two inlets 35 km apart.

Sampling in the two study areas

St. Margaret's Bay and the Bedford Basin — Halifax Harbour System are situated 35 km apart on the southwestern shore of Nova Scotia (Fig. 1). The tides on this coast are of the semi-diurnal type 0.6 to 2.0 m in amplitude.

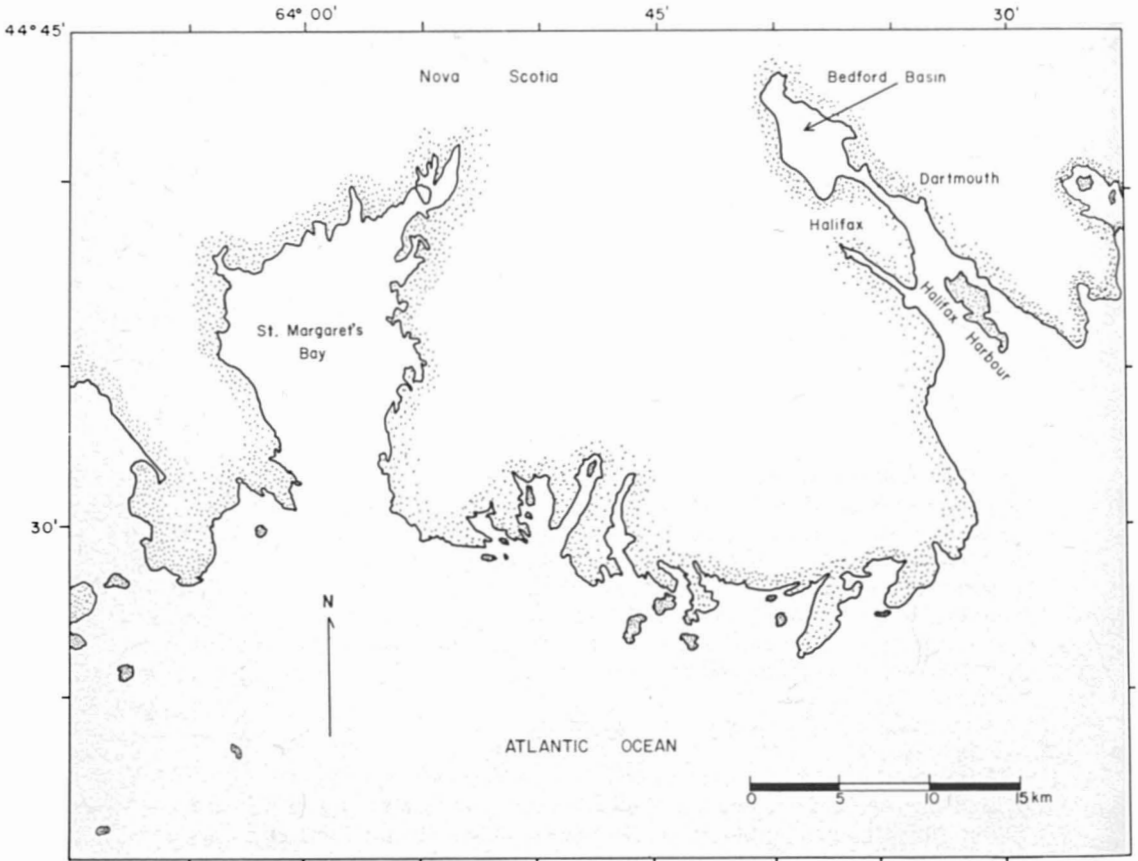


Figure 1. The two study inlets.

Both inlets are about the same length, 20 km, but very different in shape: St. Margaret's Bay is bigger in area and has a wider mouth than Halifax Harbour.

A major feature of the Halifax system is Bedford Basin, 70 m deep, connected to the open sea by a channel, Halifax Harbour, 10-15 km long and only 20 m deep (Fig. 2). Fresh water discharge into the system varies from 10^4 to 10^7 m^3 day^{-1} . In St. Margaret's Bay there is no corresponding elongated, shallow channel, and depths up to 80 m are found near the mouth on the western side. There is a small sill at 35 m (Fig. 2), and a broader sill 10-20 km in width which separates the deeper waters of the bay from the rest of the

Scotian Shelf. Freshwater discharge into the bay is of the order of 10^6 m^3 day^{-1} .

Physiographically, the Bedford Basin thus presents a very different picture from the head of St. Margaret's Bay, and there would be no *a priori* reason to expect the nutrient cycles in the two inlets to be related in any but the most general way.

In 1967 a series of weekly samples for phytoplankton and nutrients at six depths on a fixed station was obtained from both St. Margaret's Bay and Bedford Basin. In both cases the sampling station was about the same distance, 5 km, from the head of the inlet. The sampling programs were independent. For St. Margaret's Bay, the sampling procedure, analytical techniques and

raw data are given in Platt and Irwin (1968). The Bedford Basin study was supervised by one of us (A.P.) and the relevant information is collected in Krauel (1969).

Results

The water column in each of the two inlets may be thought of as being divided vertically into two layers, 0 to 20 m (roughly, the photic zone) and 20 m to bottom (the aphotic zone). In Bedford Basin, the sill depth is also 20 m. Nutrient concentrations have been integrated over depth through these two layers to give values in mg-at m^{-2} representing the total quantities of the given nutrients in the layer.

In the upper layer (Fig. 3) a strong coupling was evident between the nutrient cycles in the two inlets. Further, the nutrient concentrations in the two places fluctuated in phase with each other with a high degree of fidelity, except for the one month lag in that period of rapid nutrient depletion associated with the spring bloom of phytoplankton. The pronounced difference in

nutrients observed simultaneously in both inlets in late September is emphasized here; it will be referred to again below.

In the lower layer (Fig. 4) the fluctuations were less pronounced, especially in St. Margaret's Bay. However, certain common features were present, particularly a marked reduction in all nutrients in both inlets in late September.

Discussion

The production of phytoplankton in coastal inlets is dependent on the availability of inorganic nutrients. But the converse does not necessarily hold, that the levels of inorganic nutrients present in coastal inlets are entirely under local biological control. While it is true that growth of phytoplankton must cause some depletion of nutrients and that nutrients are regenerated by bacteria, the influence of physical processes taking place on the adjacent continental shelf should not be overlooked.

The difference in response of St. Margaret's Bay and Bedford Basin to the

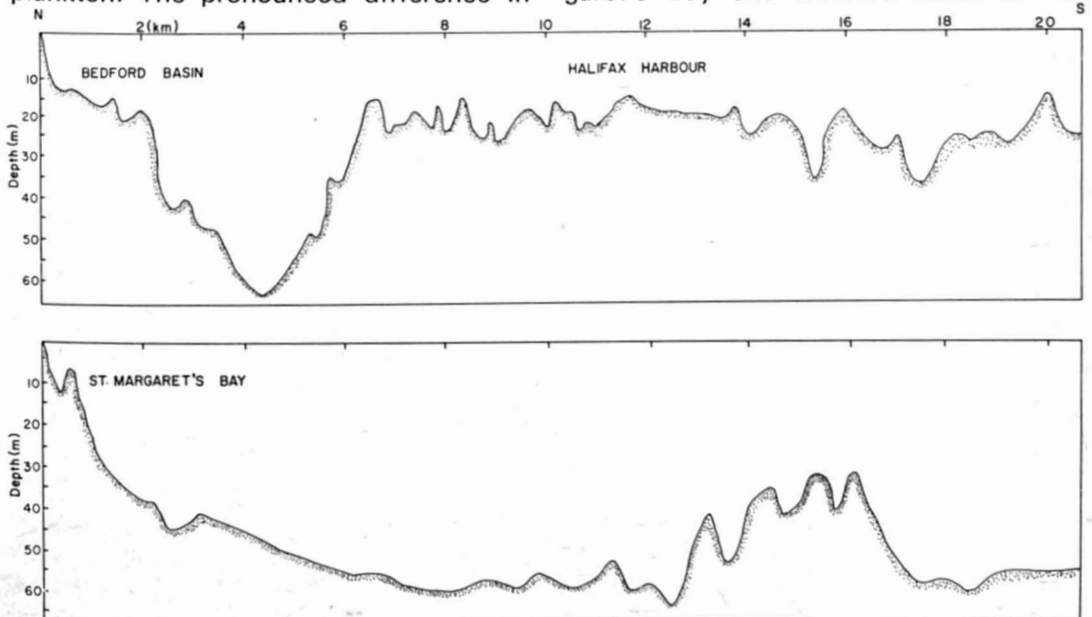


Figure 2. Sections along the longitudinal axes in the study inlets (North to South). Both sections are on the same scale.

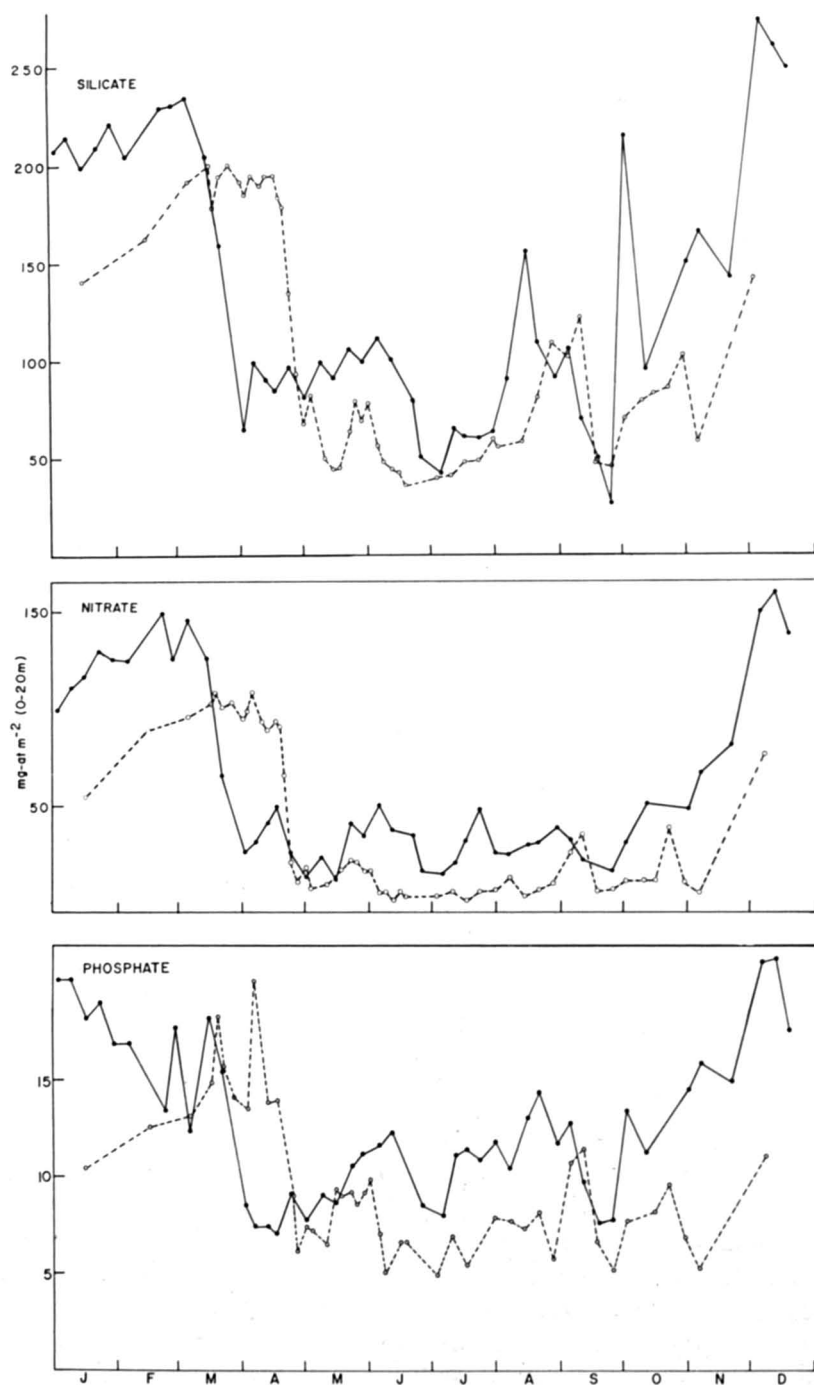


Figure 3. Nutrients in the upper layer in Bedford Basin (solid line) and St. Margaret's Bay (broken line) in 1967. Nitrate includes nitrite.

strong seasonal biological pulse establishes the individuality of the two inlets as biological systems: the one month phase lag of the spring bloom of phytoplankton in St. Margaret's Bay relative to that in Bedford Basin (only 35 km away) confirms that the two embayments each have their own intrinsic dynamic characteristics.

But the close coupling observed in the nutrient cycles of the two inlets for the rest of the year leaves little doubt that certain general forces are in operation on the shelf which affect both inlets similarly and simultaneously. These forces are apparently powerful enough to mask the effects of the biological processes which affect nutrient concentrations within the inlets, except during those times of the year when the biological signal is sufficiently strong that it dominates any others.

The mechanism by which shelf water may be exchanged with inshore water has already been described. In a long series of papers, Hachey (1934, 1934a, 1935, 1937, 1938, 1953; Leim and Hachey, 1935; Hachey and Fothergill, 1953) discussed the effects of local and offshore winds in causing water replacements along the Atlantic coast of Nova Scotia. These studies have been extended by subsequent workers (Trites, 1951; Longard and Banks, 1952; McLellan, 1952; Platt and Irwin, 1968; Platt, 1970). The large body of information collected in these papers points quite clearly to the conclusion that the abrupt changes in water quality which may occur on this coast are primarily the result of direct replacement and not mixing.

The mechanism, which is a particular case of Ekman's theory, applies to the Atlantic coast of Nova Scotia as follows. Whenever the wind is blowing parallel to the coast (i.e. from north-east or

south-west), surface water will be transported to the right of the wind. The movement of surface water towards or away from the coast must be compensated by transport of bottom water in the opposite direction. Thus a north-east wind will promote onshore transport of surface water and offshore transport of bottom water, while a southwest wind will tend to move surface water away from the coast allowing bottom water to flow inshore. The tendency of surface waters to pile up against the coast under the influence of north-east winds has been confirmed by analysis of tide-gauge records in Halifax Harbour by Longard and Banks (1952).

The extent of the water replacements depends on the force and duration of the wind. Major replacements are associated with the passage of major storms along the coast, especially the occurrence of tropical cyclones. But the cumulative effect of light winds (5 to 10 mph) blowing in the same direction for an extended period is also capable of making an impression on the water structure immediately adjacent to the coast. Hachey (1937) showed that this process would reach 70% of maximum efficiency in 3 days and was able to demonstrate an inverse correlation between excess SW wind mileage (SW-NE) at Sable Island and September mean surface temperature in Halifax Harbour over an eight year period.

The response of local coastal waters to atmospheric pressure gradients rather than to the winds themselves has also been described (Hachey, 1934, 1934a; Hachey and Fothergill, 1953). In this case water replacements begin even before the storm arrives. The validity of this mechanism has been disputed by Longard and Banks (1952), who analysed data from 10 miles offshore (Sambro Light Vessel), but there seems little doubt from Hachey's work that inshore

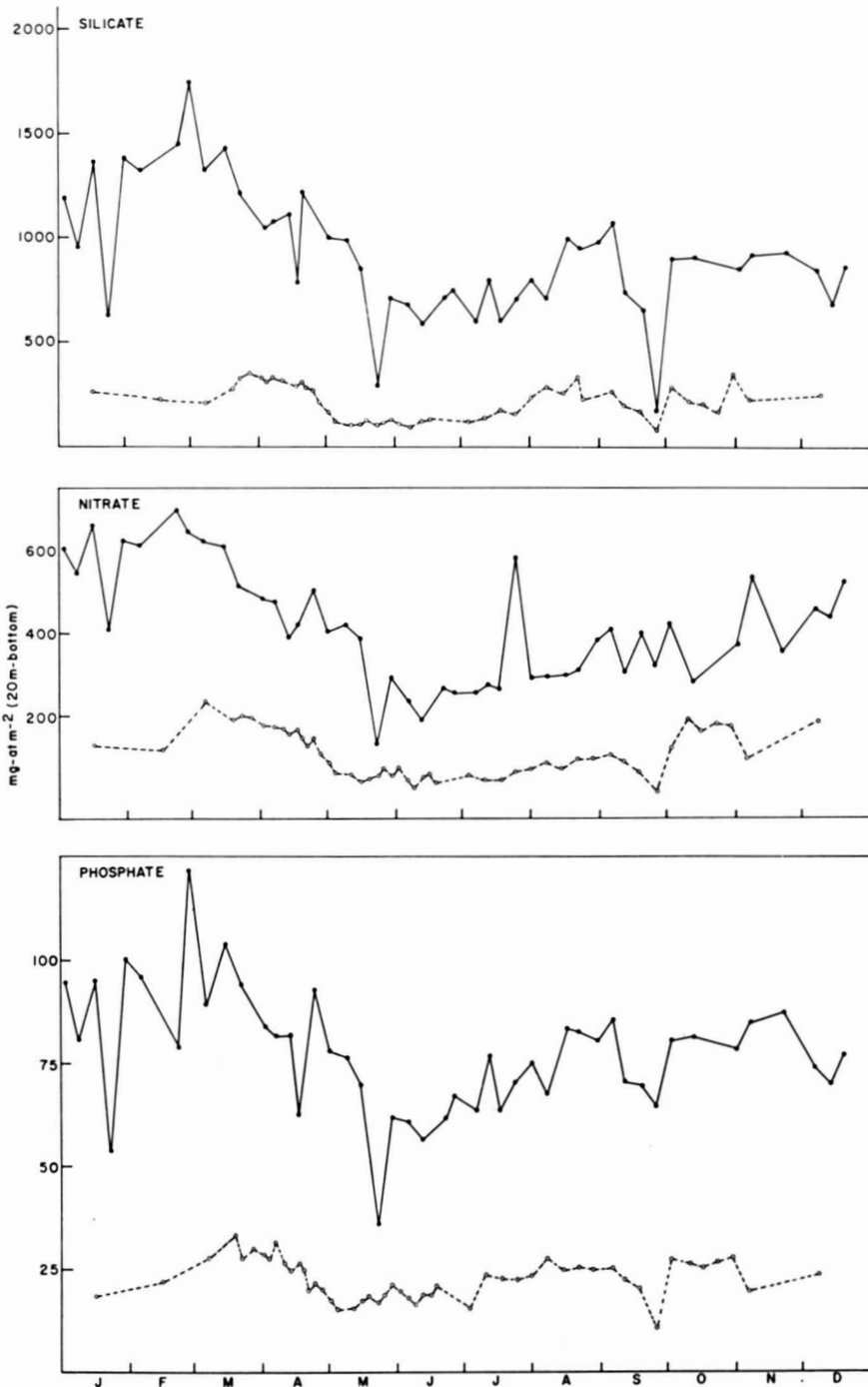


Figure 4. Nutrients in the bottom layer in Bedford Basin (solid line) and St. Margaret's Bay (broken line) in 1967. Nitrate includes nitrite.

waters (including bays and inlets) do respond to atmospheric pressure gradients.

The occurrence of water replacement is more apparent during those times of the year when the water column is well stratified. On the Nova Scotia coast stratification is usually well marked in late summer and autumn. This is also the period when tropical storms from the south are likely to travel through the region. It is not surprising, therefore, that most of the documented occurrences of water replacement on this coast refer to the months of August, September or October. It is not clear at present whether major water replacements are unusual in other months or whether they are simply more difficult to detect by the standard temperature and salinity methods. However, records are available for January (Hachey, 1934a) and February (Hachey, 1934a, 1953) and it seems probable that water replacements occur to a greater or lesser extent all the year round. In general, the prevailing wind in summer is SW, favouring offshore movement of surface waters; in winter the predominating wind is northerly, leading to onshore movement of surface waters and offshore transport of bottom waters (Hachey, 1937).

Evidence for the occurrence of water replacement may be physical, biological or chemical. The most usual kind of evidence has been change in density structure of the water column. Biological evidence includes large sudden changes in the species composition in an area or the appearance in large numbers of species uncommon to the area. To these we must now add abrupt changes in concentration of phytoplankton nutrients.

The archives of oceanographic data at CODC provide an abundant source of

material for investigation of water replacements in former years. It is possible to find evidence of major water replacements occurring in every year for which we have data, including most years from 1924 to the present with the exception of the war years. There is no doubt, therefore, that water replacements are a consistent feature of the oceanography of this coast.

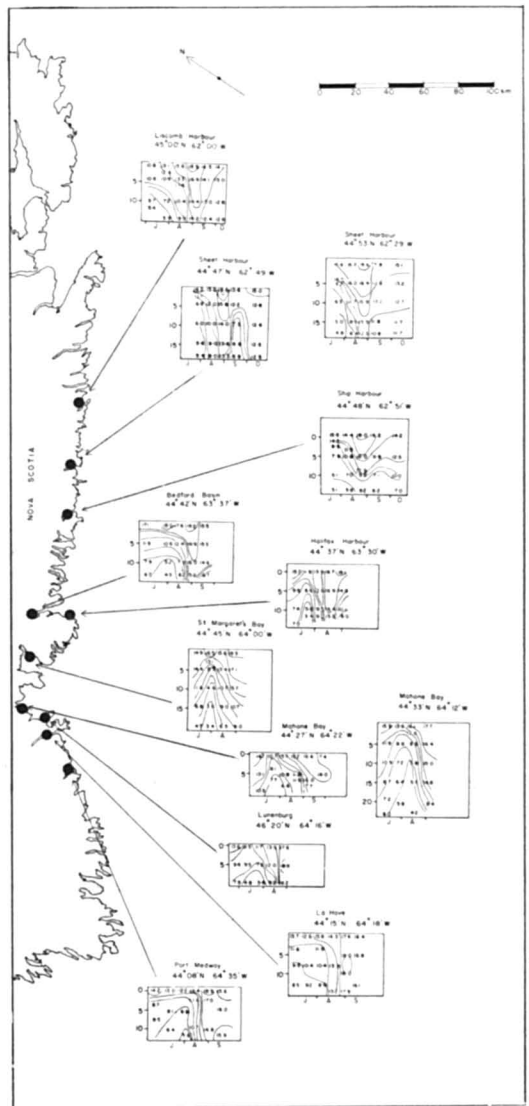


Figure 5. Temperature structure in various inlets along the Nova Scotia coast in late summer 1924. Data from CODC.

It can be further shown that this flushing takes place on a broad front, rather than affecting isolated inlets. For example data are available from CODC archives for the late summer of 1924 for a series of stations along the Nova Scotia coast from Port Medway to Liscomb (Fig. 5). The effect of a disturbance on the water structure at these stations can be seen clearly. Onshore movement of warm surface water caused a thickening of the warm surface layer. The thickness was extensive enough to penetrate to the bottom in many of the inlets, causing the bottom temperatures to fluctuate severely. McLellan (1952) provided another example of replacement of 5°C bottom water by 9°C bottom water along a broad front from Halifax to Liscomb in October 1950.

The fluctuations in nutrients observed in Bedford Basin and St. Margaret's Bay in late September 1967 provide a further case in point. In this case the corresponding fluctuations in temperature and salinity were also observed (Platt and Irwin, 1968 ; Krauel, 1969). For example, in St. Margaret's Bay at the end of August, the surface temperature dropped from 15.6°C to 6.9°C in less than seven days while the surface salinity increased from 29.36 to 31.26‰ and the thermocline was destroyed. This upwelling was caused by a period of sustained W and SW winds. After September 11 winds blew mainly from the E and NE, and the cold, dense water moved away from the coast, allowing the warmer lighter offshore water to flood back in. In the next 14 days the surface temperature increased to 14.6°C and the surface layer was 36 m thick. Further incursions occurred in October and November. As late as November 6 the surface layer was more than 30 m thick with a temperature of 11°C. The difference in nutrient content between the warm surface water and the cold bot-

tom water which were alternately forced against the coast accounts for the fluctuations observed in the nutrient concentrations of St. Margaret's Bay and Bedford Basin.

We have, then, sufficient evidence to state that the fluctuations observed in phytoplankton nutrients during this period were linked directly to the changing hydrographic regime. The changes in nutrient concentrations did not resemble those which would be expected in the autumn bloom of a phytoplankton community in an inlet isolated from exchange with the adjacent continental shelf.

It is clear then that for the most of the year, the nutrient concentrations in the bays and inlets on this coast are determined more by physical processes offshore than by biological processes within the embayments. Only at certain times of year, such as during the spring phytoplankton bloom, is biological activity sufficiently intense that its role is dominant. Once a major disturbance has occurred, the water structure may take considerable time to revert to its former state. For example, Hachey (1935) estimated a relaxation time of about six weeks off Halifax in the autumn of 1932 and Platt and Irwin (1968) considered the water structure in St. Margaret's Bay to be perturbed for more than eight weeks in the autumn of 1967.

The quantities of water moved in one of these perturbations may be considerable. For example, Longard and Banks (1952) describe a case where all the water from the coast to a station 16 km off Halifax was exchanged to a depth of 150 m in 2½ days.

Such phenomena must have profound implications for the dynamics of the inshore ecosystem. The species composition of the phytoplankton, and the nutrients available for primary production, may be changed abruptly. Phyto-

plankton and zooplankton may be exported from the inlets in large quantities, and the food available to plankton feeders may be changed suddenly. Populations of macroplankton and juvenile fish may be introduced into coastal embayments, possibly to stay. But perhaps the most important influence of the major water replacements in the autumn will be in deciding when the onset of winter cooling will take place.

Acknowledgements

We thank Drs. E. M. Hassan, K. H. Mann, B. S. Muir and D. D. Sameoto for their comments on the manuscript, and Mr. M. Hodgson for technical assistance. We are indebted to the staff of the Canadian Oceanographic Data Centre for help in location of relevant data from their archives.

References

- HACHEY, H. B., 1934. The weather man and coastal fisheries. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 64 : 382-389.
- HACHEY, H. B., 1934a. North Atlantic cyclones and coastal waters. *Prog. Rep. (Atlantic) biol. Bd. Canada*, 11 : 6-9, Note No. 37.
- HACHEY, H. B., 1935. The effect of a storm on an inshore area with markedly stratified waters. *J. biol. Bd. Canada*, 1 : 227-237.
- HACHEY, H. B., 1937. Ekman's theory applied to water replacement on the Scotian Shelf. *Proc. Nova Scotian Inst. Sci.*, 19 : 264-276.
- HACHEY, H. B., 1938. "Jellyfish" forecast hurricane of September 21st. *Prog. Rep. (Atlantic) biol. Bd. Canada*, 23 : Note No. 64.
- HACHEY, H. B., 1953. A winter incursion of slope water on the Scotian Shelf. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 10 : 148-153.
- HACHEY, H. B., (1955). Water replacements and their significance to a fishery. Pages 68-73 in *Papers in Marine Biology and Oceanography (Deep Sea Research, Supplement to Volume 3, Pergamon Press, London, 498 pages)*.
- HACHEY, H. B. and N. O. FOTHERGILL, 1953. Wind currents and storm effects on water movements at Sambro lightship. *Trans. Roy. Soc. Canada*, 3rd series 47 : 1-14.
- KRAUEL, D. P., 1969. Bedford Basin data report — 1967. *Fish. Res. Bd. Canada tech. Rept.*, No. 120, 84 p.
- LEIM, A. H. and H. B. HACHEY, 1935. A transgression of marginal waters over the Scotian Shelf. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 65 : 279-283.
- LONGARD, J. R. and R. E. BANKS, 1952. Wind-induced vertical movement of the waters of an open coast. *Trans. Amer. geophys. Union*, 33 : 377-80.
- McLELLAN, H. J., 1952. Fluctuating inshore water temperature in the autumn. *Fish. Res. Bd. Can. Prog. Rep. (ATL)*, No. 33 : 3-5, Note No. 120.
- PLATT, T., 1970. The annual production by phytoplankton in St. Margaret's Bay, Nova Scotia. *J. Cons.*, 33 (3) : 324-333.
- PLATT, T. and B. IRWIN, 1968. Primary productivity measurements in St. Margaret's Bay, 1967. *Fish Res. Bd. Canada tech. Rep.*, No. 77, 123 p.
- TRITES, R. W., 1951. Water replacements on the Scotian Shelf. *Fish Res. Bd. Canada*, MS Report No. 418.

ADDITIONS TO THE BENTHIC MARINE ALGAL FLORA OF INSULAR NEWFOUNDLAND, II., WITH REMARKS ON SOME SPECIES NEW FOR SOUTHERN LABRADOR^{1, 2}

G. Robin SOUTH and Robert G. HOOPER

*Department of Biology, Memorial University of Newfoundland,
St. John's, Newfoundland, Canada*

Résumé

Les auteurs mentionnent pour la première fois la présence sur les côtes de Terre-Neuve de dix espèces d'algues marines benthiques réparties comme suit : cinq Rhodophycées, trois Phaeophycées et deux Chlorophycées. Également quatre Rhodophycées et deux Phaeophycées sont rapportées pour la première fois des côtes du Labrador.

Abstract

Ten species of benthic marine algae are listed as new for insular Newfoundland, consisting of five Rhodophyceae, three Phaeophyceae and two Chlorophyceae. Four Rhodophyceae and two Phaeophyceae are reported as new for Labrador.

Introduction

In a previous article (South, 1971) eleven species of benthic marine algae were listed as new for insular Newfoundland. Continuing surveys by the authors and their associates are providing further records of additional species for the island, ten of which are reported here. In July 1971 one of us (R.G.H.) made a brief excursion to the Strait of Belle Isle shore of southern Labrador. During a more extensive Labrador visit in October 1971, further diving samples were obtained from southeastern Labrador, particularly the area of Hamilton Inlet (54°N). Six algae previously unknown for Labrador were a result of these visits. In Wilce's (1959) well

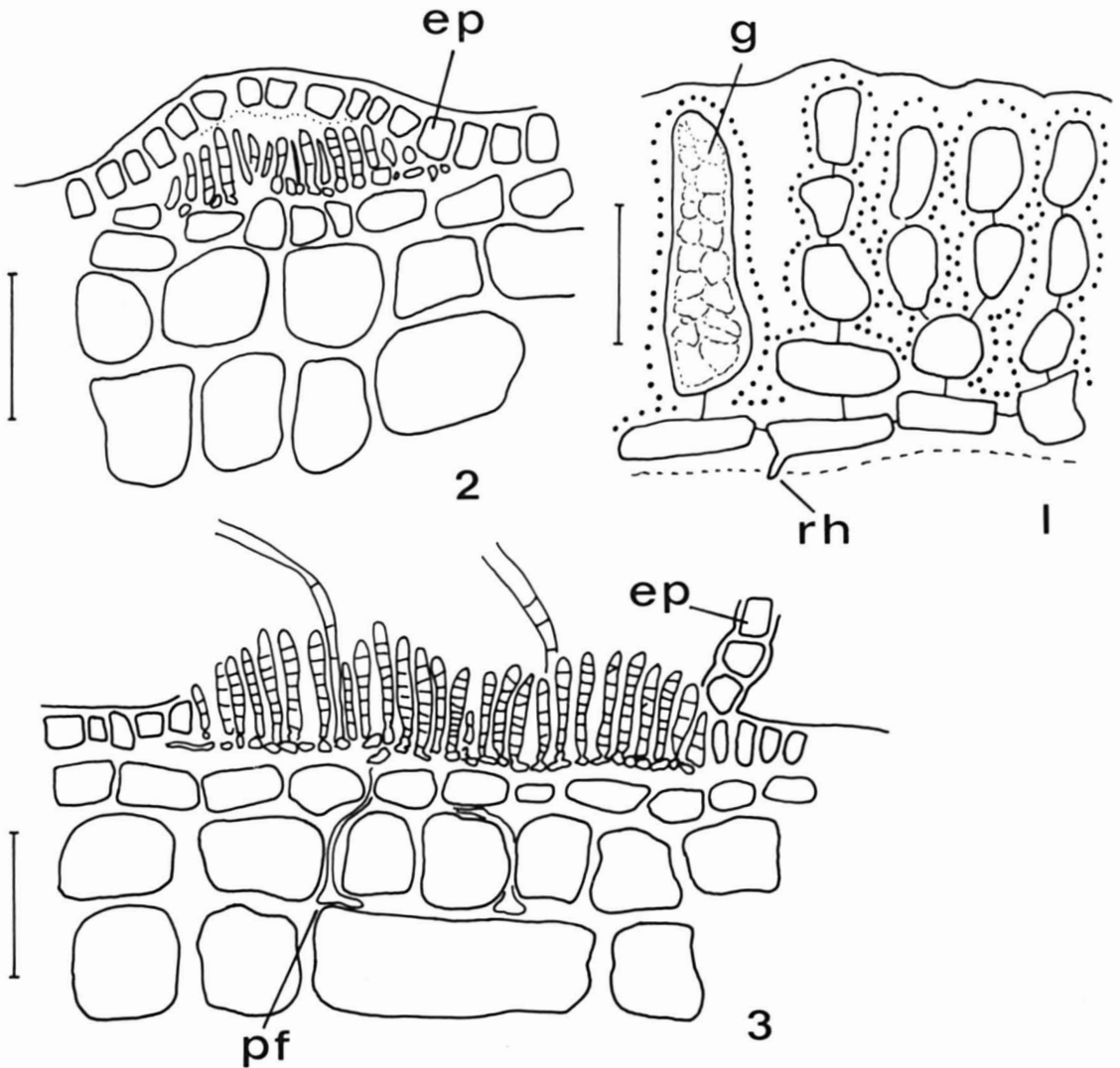
known Labrador studies, the most significant work dealing with benthic marine algae from coastal Labrador, intensive collections were made primarily north of the 56th parallel. The southeastern regions of coastal Labrador, visited only briefly by Wilce, and largely neglected phycologically, require considerable attention. In particular the region of Hamilton Inlet, exhibits a luxuriance of algae notable in the generally sparse and somewhat monotonous flora characteristic of most of the surrounding regions.

Collections

All collections described here were obtained by diving. Voucher specimens are housed in the Phycological Herbarium, Memorial University of Newfoundland (NFLD). Names and authorities are given as in South and Cardinal (1970), with changes where appropriate.

¹ Number IV in the series "Studies on marine algae of Newfoundland".

² Studies in Biology from Memorial University of Newfoundland, No. 334.



Figures 1-3. Figure 1. Vertical section of young *Cruoria arctica/rosea* from Boone Point, Bay Bulls, March 6, 1971, showing a gland cell (g) and a developing basal rhizoid (rh). Scale = 20 μ . Figure 2. Early developmental stage of *Entonema aecidioides* in the sub-epidermal layer of *Laminaria saccharina* from Biscay Bay, Trepassey Bay, November 21, 1971. Initially the host epidermis (ep) is unruptured. Figure 3. Mature *E. aecidioides* in *L. saccharina*. The host epidermis (ep) is ruptured and the *E. aecidioides* sorus of plurilocular sporangia and hairs is exposed. Penetrating filaments (pf) are visible in the host cortical layers. Scale (Figs. 2, 3) 50 μ .

List of species I. Insular Newfoundland

RHODOPHYCEAE

GIGARTINALES

(?Solieriaceae)

Cruoria arctica Schmitz in Rosenvinge/*C. rosea* (Crouan frat.) Crouan frat. Fig. 1.

The status of this species, and its possible relationship to *C. rosea* (Crouan frat.) Crouan frat. from Europe, earlier noted by Denizot (1968), is discussed in some detail by South *et al.* (1972). *C. arctica/rosea* has recently been described as a tetrasporophytic phase in the life history of *Turnerella pennyi* (Harv.)

Schmitz, (Solieriaceae) (South *et al.*, 1972). Nomenclatural and taxonomic problems in the *C. arctica*/*C. rosea* complex must await further detailed study. *C. arctica*, as listed here, is regarded as conspecific with *C. firma* Kjellm. (Lund, 1959; South *et al.*, 1972), and closely related to *C. rosea* from Europe.

Common throughout insular Newfoundland, encrusting coralline algae (especially *Lithothamnium glaciale* Kjellm.) and rocks, in the subtidal zone at depths of 8-60 m. Tetrasporic in spring. The crusts are easily recognisable by their possession of loosely compacted upright branches, 3-15 cells long, by the occasional presence of a simple rhizoidal system, by the presence of distinctive elongate gland cells and zonately divided tetrasporangia. Crusts are 0.2-5.0 cm in diameter, irregularly rounded, thicker towards the center, dark red in color.

Previous records: Not previously described from eastern Canada. Recorded from Ellesmere Island (Rosenvinge, 1893, 1926; Taylor, 1957; as *C. arctica*) *C. rosea sensu stricto* has not previously been recorded from North America.

CRYPTONEMIALES

Corallinaceae

Heteroderma lejolisii (Rosan.) Fosl. & Schmitz

[= *Melobesia lejolisii* Rosan, in South and Cardinal, 1970]

Nomenclatural confusion in *Heteroderma* – *Fosliella* – *Melobesia* still exists (Kyllin, 1956). Dr. R.K.S. Lee (pers. comm.), during recent studies of the group, regards *Heteroderma* rather than *Fosliella* or *Melobesia* as the correct generic name for the species listed here. Confusion between European and North American usage of the generic name requires clarification. Common at four localities, growing on leaves and stems of *Zostera marina* L. in very protected

habitats influenced by reduced salinity at depths of 0-6 m. At Brookside, Placentia Bay [47°26'N; 54°49'W], November 11, 1971; Salt Water Pond, Bonavista Bay [48°34'N; 53°48'W], December 23, 1971; Terra Nova Park Wharf [48°33'N; 53°57'W], December 31, 1971; Eastport Causeway, Alexander Bay [48°39'N; 53°54'W], January 2, 1972. Tetrasporic plants were present in all collections.

Previous records: Florida, New Jersey to Nova Scotia and Prince Edward Island [Taylor, 1957; MacFarlane and Milligan, 1965 (as *Fosliella lejolisii* (Rosan.) (Howe))]. Taylor (1957) was probably correctly of the opinion that distribution of this species could extend to the Arctic.

Dumontiaceae

Dilsea integra (Kjellm.) Rosenv.

Moderately abundant at two localities, on rocks embedded in sand, usually subtidal, from 12-40 m. At Otter Rub Point, Fortune Bay [47°39'N; 54°48'W], November 6, 1971; Grand le Pierre, Fortune Bay [47°40'N; 54°47'W], February 17, 1972; April 5, 1972. Cystocarpic.

Previous records: Gaspé and Chaleur Bays (Cardinal, 1966), Prince Edward Island (Taylor, 1961), Nova Scotia (Edelstein *et al.*, 1967b) and Labrador (Wilce, 1959).

CERAMIALES

Callithamnion tetragonum (With.) S.F. Gray

[Including *C. baileyi* Harv.]

Locally common on larger algae, especially *Chondrus crispus* Stackh., from low tide level to the subtidal, up to 3 m depth. Most abundant and well developed in midwinter, in moderately exposed localities. At Shag Cliff, Bonne Bay [49°31'N; 57°50'W], October 31, 1971; Otter Rub Point, Fortune Bay [47°

39°N ; 54°48'W], November 6 and 12, 1971 ; January 9, 1972 ; Grand le Pierre, Fortune Bay [47°40'N ; 54°47'W], December 12, 1971, February 17, 1972. Monoecious gametophytes and tetrasporophytic plants recorded at all localities.

Previous records : From New Jersey to Maine, Nova Scotia, Prince Edward Island and Québec [Taylor, 1957 ; MacFarlane and Bell, 1934 ; Bell and MacFarlane, 1933 ; MacFarlane and Milligan, 1965 ; Cardinal, 1967b].

Rhodomelaceae

Odonthalia dentata (L.) Lyngb. var. *dentata*

Locally common below 25 m on rocks in sand at three localities. At Shag Cliff, Bonne Bay [49°31'N ; 57°50'W], on July 21, 1971 ; Burnt Point, Bonne Bay [49°32'N ; 57°50'W] on October 30, 1971 ; Otter Rub Point, Fortune Bay [47°39'N ; 54°48'W] on November 6 and 12, 1971 and January 9, 1972. To date only sterile plants have been found. All Newfoundland specimens are of the broader var. *dentata*.

Previous records : Nova Scotia, the Gaspé, the lower St. Lawrence, Labrador, Hudson Strait, James Bay and south-western Hudson Bay, Foxe Basin, Baffin Island and Ellesmere Island (Taylor, 1957). Recent eastern Canadian records are summarized in Cardinal (1968).

PHAEOPHYCEAE

ECTOCARPALES

Ectocarpaceae

Entonema aecidioides (Rosenv.) Kjellm. Fig. 2-3

Abundant at three localities and probably elsewhere, forming conspicuous dark brown circular patches at the older portions of the laminae of *Laminaria digitata* (Huds.) Lamour, *L. nigripes* J. Ag. and *L. saccharina* (L.) Lamour. Filaments deeply penetrate the host surface tissues

and form eruptive sori of plurilocular sporangia and hairs ; fertile in winter in Newfoundland. At Biscay Bay [46°43'N ; 53°17'W], November 21, 1971 ; Logy Bay [47°37'N ; 52°40'W], January 21, 1972 ; Boone Point, Bay Bulls [47°17'N ; 52°47'W], February 10, 1972.

Previous records : Connecticut to Maine [Taylor 1957, as *Streblonema aecidioides* (Rosenv.) Fosl.] Nova Scotia (Edelstein and McLachlan, 1968) and Labrador (Wilce, 1959, as *S. aecidioides*).

Ralfsiaceae

Petroderma maculiforme (Wollry) Kuck.

[includes *Lithoderma lignicola* Kjellm. see Wilce et al., 1970]

Common throughout Newfoundland, from the intertidal zone to beyond depths of 35 m. Occurs in patches on rocks, usually together with but not overgrowing crustose coralline algae. The abundance of this species in Newfoundland was predictable on the basis of comments in Edelstein and McLachlan (1969).

Previous records : Massachusetts (Wilce et al., 1970) ; Nova Scotia (Edelstein and McLachlan, 1969 ; Edelstein et al., 1970) and Devon Island (Wilce, 1966).

LAMINARIALES

Laminariaceae

Laminaria solidungula J. Ag.

Forming the sub-dominant vegetation below 20 m on rocks on sandy slopes at two localities : Burnt Point, Bonne Bay [49°32'N ; 57°51'W], October 30, 1971 ; Otter Rub Point, Fortune Bay [47°39'N ; 54°48'W], November 6 and 12, 1971, and later dates. Fertile plants predominate in late December. Wilce (1959, p. 21) considered *L. solidungula* an arctic species, but did imply its occurrence in deeper water at Hebron, Labrador [57°30'W ; 60°40'W], com-

pared with Port Burwell [60°24'N ; 60°24'W] in Forbes Sound, Ungava Bay. Wilce later (p. 56-57) described *L. solidungula* as a component of the low littoral tide pool vegetation in Labrador. Our observations tend to indicate that « arctic » species such as *L. solidungula*, occurring as far south as southern Newfoundland are found in deeper water than may be more usual in the subarctic and arctic proper. Such a phenomenon may be possible only because of the extreme clarity of Newfoundland's coastal waters. *Previous records*: Northern Labrador, Devon Island and Ellesmere Island [Taylor, 1957 ; Wilce, 1959, 1965.]

CHLOROPHYCEAE

CHLOROCOCCALES

Endosphaeraceae

Chlorochytrium inclusum Kjellm.

Common at Grand le Pierre [47°40'N ; 54°47'W] on February 17, 1972, growing between the cortical cells of *Polyides rotundus* (Huds.) Grev. Many examples were found developing into *Spongomorpha aeruginosa* (L.) Hoek *in situ*, a phenomenon previously noted in July and August on the Digby Neck Peninsula, Nova Scotia (Edelstein *et al.*, 1970).

Previous records: Gaspé and Chaleur Bays, Québec (1967) ; St. Lawrence Estuary (Cardinal and Villalard, 1971) Magdalen Islands (Cardinal, 1967c) Nova Scotia (MacFarlane and Milligan, 1965 ; Edelstein and McLachlan, 1967b ; Edelstein *et al.*, 1970) Ellesmere Island (Taylor, 1957).

CAULERPALES

Bryopsidaceae

Bryopsis hypnoides Lamour

Known only from the Eastport Causeway, Alexander Bay [48°39'N ; 53°54'W], as a restricted but very dense

population growing at the southeast end of a tidal channel, just below low tide level. January 2 and February 23, 1972. Some plants fertile. The seasonal behaviour of this species, reaching reproductive maturity at a water temperature below 0°C in mid-winter, is comparable to that described earlier for *B. plumosa* (Huds.) C. Ag. from Norris Point, Bonne Bay (South, 1971).

Previous records: Long Island to Massachusetts (Taylor, 1957) and Prince Edward Island (Edelstein and McLachlan, 1967b).

List of species II. Labrador

RHODOPHYCEAE

GIGARTINALES

Solieriaceae

Turnerella pennyi (Harv.) Schm.

[including the tetrasporic phase *Cruoria arctica/rosea* as described above for Newfoundland.]

Common, on rocks and coralline algae, usually below 15 m. Unattached (*) plants in some localities. Cystocarpic material was obtained in all collections. At Red Bay * [51°41'N ; 56°26'N], July 18, 1971 ; Pinware Bay * [51°37'N ; 56°43'W], July 18, 1971 ; Cape North [53°46'N ; 56°30'W], October 7, 1971 ; Indian Island * [54°14'N ; 57°34'W], October 8, 1971 ; East Sister Island [54°16'N ; 58°04'N], October 13, 1971 ; Run By Guess Island [54°27'N ; 57°19'W], October 15, 1971 ; North Green Island [54°24'N ; 57°19'W], October 15, 1971 ; Fisherman's Point [52°21'N ; 55°45'W], October 20, 1971.

Previous records: Québec, Nova Scotia, Newfoundland, Labrador³ and the Arctic

³ This species was not listed by Wilce (1959) for his Labrador collections, although Taylor (1957) did. These records simply confirm that the range of the species is from Nova Scotia to the Arctic, with a continuous distribution from southern Newfoundland northwards.

(Taylor, 1957 ; Cardinal, 1967b, Cardinal and Villalard, 1971 ; Edelstein *et al.*, 1967 ; South, 1971).

CERAMIALES

Ceramiaceae

Antithamnion floccosum (O.F. Müll.) Kleen

Very common at depths of 1-10 m, on rocks, sessile animals and coarser algae in an extremely exposed station. North Green Island [54°24'N ; 57°19'W], October 15, 1971. Tetrasporic.

Previous records : Massachusetts, north to Ile St. Pierre (Taylor, 1957) ; common at many stations in Newfoundland (in herb. NFLD.)

Rhodomelaceae

Polysiphonia flexicaulis (Harv.) Coll.

Fairly common in two relatively sheltered localities, attached to rocks and other algae. Red Bay estuary [51°42'N ; 56°27'W], July 18, 1971 ; Alliuik Bight [54°30'N ; 57°23'W], July 18, 1971. Sterile.

Previous records : Long Island to Nova Scotia, Québec and Newfoundland (Taylor, 1957 ; Edelstein and McLachlan, 1966a ; Cardinal, 1967b, Cardinal and Villalard, 1971 ; Mathieson *et al.*, 1969).

BANGIALES

Bangiaceae

Porphyra linearis Grev.

Common on mid to high intertidal rocks in moderately to fully exposed locations. East Sister Island [54°16'N ; 58°04'W], October 13, 1971 ; North Green Island [54°21'N ; 57°19'W], October 15, 1971.

Previous records : Gaspé and Chaleur Bays, and St. Lawrence Estuary, Québec (Cardinal, 1967b ; Cardinal and Villalard, 1971) ; Nova Scotia (Edelstein and

McLachlan, 1966b) and Newfoundland (Taylor, 1957 ; South, 1970).

PHAEOPHYCEAE

ECTOCARPALES

Elachistaceae

Elachista lubrica Rupr.

Common on the older portions of *Halosaccion ramentaceum* (L.) J. Ag. from the lower intertidal to upper subtidal zones. At Red Bay [51°41'N ; 56°26'W], July 18, 1971 ; Pinware Bay [51°37'N ; 56°43'W], July 18, 1971 ; East Sister Island [54°16'N ; 58°04'W], October 13, 1971. With unilocular sporangia.

Previous records : New Hampshire to Newfoundland, southeast Hudson Bay, James Bay and the Arctic (Taylor, 1957).

TILOPTERIDALES

Tilopteridaceae

Haplospora globosa Kjellm.

Rare, at depths of 2-8 m, attached to crustose coralline algae and the holdfasts of *Laminaria*. North Green Island [54°24'N ; 57°19'N], October 15, 1971. With monospores.

Previous records : Southern Massachusetts and Hudson Bay (Taylor, 1957) ; Nova Scotia (Edelstein and McLachlan, 1967a) ; Magdalen Islands (Cardinal, 1967c) ; Newfoundland (Mathieson *et al.*, 1969). Also known to occur abundantly in New Brunswick (at Drews Head [45°04'N ; 66°44'W]), with both gametophytic (*Scaphorhpora*) and sporophytic (*Haplospora*) phases present. (NFLD No. 5893 ; April 28, 1971).

Acknowledgements

The authors are grateful to Miss M.-H.M. Roberge, Mr. A. Whittick, Mr. D. Reddin and others for their assistance

with diving. The help of the crew of the M.V. « Christmas Seal » and Mr. R.A. Prince of the Newfoundland Fisheries Authority in enabling one of us (R.G.H.) to visit sites in southern Labrador is acknowledged. Mr. A. Whittick assisted with determination of *C. tetragonum*, and Mrs. L.M. Irvine, British Museum (Natural History) kindly read the manuscript. Financial support was from NRCC grant A-4648 and the Vice-President's Research Grant, Memorial University of Newfoundland.

References

- BELL, H.P. and C.I. MacFARLANE, 1933. The marine algae of the maritime provinces of Canada. I. List of species with their distribution and prevalence. *Can. J. Res.*, 9 : 265-279.
- CARDINAL, A., 1966. Additions à la liste des algues benthiques de la baie des Chaleurs. *Rapp. ann. 1965, Sta. Biol. mar., Grande-Rivière*, p. 35-43.
- CARDINAL, A., 1967a. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). II. Chlorophycées. *Naturaliste can.*, 94 : 447-469.
- CARDINAL, A., 1967b. *Ibid* III. Rhodophycées. *Naturaliste can.*, 94 : 735-760.
- CARDINAL, A., 1967c. Liste préliminaire des algues marines des Îles-de-la-Madeleine. *Rapp. ann., 1966, Sta. Biol. mar., Grande-Rivière*, p. 29-33.
- CARDINAL, A., 1968. Répertoire des algues marines benthiques de l'est du Canada. *Cah. Inf. Stn. biol. mar. Grande-Rivière*, n° 48, p. 1-213.
- CARDINAL, A. et M. VILLALARD, 1971. Inventaire des algues marines benthiques de l'estuaire du Saint-Laurent (Québec). *Naturaliste can.*, 98 : 887-904.
- DENIZOT, M., 1968. Les algues floridées encroûtantes (à l'exclusion des Corallinacées). Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 310 p.
- EDELSTEIN, T., L. CHEN and J. McLACHLAN, 1970. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. VIII. The flora of Digby Neck Peninsula, Bay of Fundy. *Can. J. Bot.*, 48 : 621-629.
- EDELSTEIN, T. and J. McLACHLAN, 1966a. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. I. Winter flora of the Atlantic coast. *Can. J. Bot.*, 44 : 1035-1055.
- EDELSTEIN, T. and J. McLACHLAN, 1966b. Winter observations on species of *Porphyra* from Halifax county, Nova Scotia. *Proc. Internat. Seaweed Symp., Halifax, 1965*, 5 : 117-122.
- EDELSTEIN, T. and J. McLACHLAN, 1967a. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. III. Species of Phaeophyceae new or rare to Nova Scotia. *Can. J. Bot.*, 45 : 203-210.
- EDELSTEIN, T. and J. McLACHLAN, 1967b. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. IV. Species of Chlorophyceae new or rare to Nova Scotia. *Can. J. Bot.*, 45 : 211-214.
- EDELSTEIN, T. and J. McLACHLAN, 1968. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. V. Additional species new or rare to Nova Scotia. *Can. J. Bot.*, 46 : 993-1003.
- EDELSTEIN, T. and J. McLACHLAN, 1969. *Petroderma maculiforme* on the coast of Nova Scotia. *Can. J. Bot.*, 47 : 561-563.
- EDELSTEIN, T. J. McLACHLAN and J.S. CRAIGIE, 1967. Investigations of the marine algae of Nova Scotia. II. Species of Rhodophyceae new or rare to Nova Scotia. *Can. J. Bot.*, 45 : 193-202.
- KYLIN, H., 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. CWK Gleerups, Lund, 673 p.
- LUND, S., 1959. The marine algae of East Greenland. I. Taxonomical part. *Medd. Grønland*, 156 : 1-248.
- MacFARLANE, C.I. and H.P. BELL, 1934. Observations on the seasonal changes in the marine algae in the vicinity of Halifax, with particular reference to winter conditions. *Proc. Nova Scotia Inst. Sci.*, 18 : 134-176.
- MacFARLANE, C.I. and G.M. MILLIGAN, 1965. Marine algae of the maritime provinces of Canada. A preliminary checklist. Nova Scotia Res. Found., Seaweeds Division, Halifax. Mimeographed, 24 p.
- MATHIESON, A.C., C.J. DAWES and H.J. HUMM, 1969. Contributions to the marine algae of Newfoundland. *Rhodora*, 71 : 110-159.

- ROSENVINGE, L.K., 1893. Grønlands Havalger. *Medd. Grønland* 3 : 765-981.
- ROSENVINGE, L.K., 1926. Marine algae collected by Dr. H.G. Simmons during the 2nd. Norwegian Arctic Expedition in 1898-1902. Report of the Second Norwegian Arctic Expedition in the "Fram" 1898-1902, Suppl. vol., No. 37 : 1-40. Oslo.
- SOUTH, G.R., 1970. Checklist of marine algae from Newfoundland, Labrador, and the French Islands of St. Pierre and Miquelon. *MSRL Tech. Rep.*, 2 : 1-20.
- SOUTH, G.R., 1971. Additions to the benthic marine algal flora of insular Newfoundland. *Naturaliste can.*, 98 : 1027-1031.
- SOUTH, G.R. and A. CARDINAL, 1970. A checklist of marine algae of eastern Canada. *Can. J. Bot.*, 48 : 2077-2095.
- SOUTH, G.R., R.G. HOOPER and L.M. IRVINE, 1972. The life history of *Turnerella pennyi* (Harv.) Schmitz. *Br. phycol. J.*, 7 : (in press).
- TAYLOR, A.R.A., 1961. Marine algae of Canada's maritime provinces. *Brit. phycol. Bull.*, 2 : 104.
- TAYLOR, W.R., 1957. Marine algae of the northeastern coast of North America. 2nd ed. *Univ. Mich. Stud., Sci. Ser.* 13. Ann Arbor, Michigan, p. 1-509.
- WILCE, R.T., 1959. The marine algae of the Labrador Peninsula and northwest Newfoundland (ecology and distribution). *Bull. Nat. Mus. Can.*, No. 158, p. 1-103.
- WILCE, R.T., 1965. Studies in the genus *Laminaria*. III. A revision of the North Atlantic species of the Simplices section of *Laminaria*. *Bot. Gothoburg.*, 3 : 247-256.
- WILCE, R.T., 1966. *Pleurocladia lacustris* in Arctic America. *J. Phycol.*, 2 : 57-66.
- WILCE, R.T., E.E. WEBBER and J.R. SEARS. 1970. *Petroderma* and *Porterinema* in the New World. *Mar. Biol.*, 5 : 119-135.

GRADIENT DE POLLUTION DANS LES EAUX DU GOLFE DE MARSEILLE

Georges CITARELLA

*Laboratoire de biologie animale (Plancton), Faculté des sciences, Marseille et
Département de biologie appliquée, I.U.T., La Rochelle, France*

Résumé

Des dosages de salinité, de carbone organique et d'azote minéral dissous, dans les eaux superficielles du golfe de Marseille, ont permis de déceler l'existence d'un gradient de pollution croissant des eaux du large vers celles des secteurs portuaires côtiers.

Abstract

Salinity, dissolved organic carbon and inorganic nitrogen in superficial seawaters of the *golfe de Marseille*, show an increase of pollution from offshore to sea-port coastal waters.

Introduction

L'intérêt particulier des études sur la pollution d'une part, et nos travaux antérieurs sur la biologie des Nébalies dans les eaux portuaires d'autre part, nous conduisirent à préciser quelques-unes des caractéristiques écologiques de l'ensemble des eaux du golfe de Marseille.

Bien avant que le monde s'inquiète des effets de la pollution, Marion, dès 1883, remarqua l'impureté croissante des eaux dans les ports de Marseille. Les mouvements de circulation des eaux dans le milieu portuaire sont surtout influencés par le régime des vents violents (Devèze, 1959), responsables d'un échange des eaux portuaires avec celles de la baie de Marseille et même du large. Aussi, bien qu'il n'existe toutefois pas un régime courantologique régulier, ce qui fut corroboré par le fait que Minas (1961) n'ait trouvé qu'une légère sous saturation en oxygène dissous dans les eaux portuaires, ces dernières représentent un intense foyer de pollution diffusant de façon sporadique vers

le large. Les facteurs de cette pollution sont divers : rejets par les eaux d'égouts (Bellan, 1970), décharges industrielles (Aubert *et al.*, 1967) et souillures pétrolières dues notamment au trafic de la marine marchande (Citarella, 1965). Si l'état de pollution générale au niveau des ports était connu, il restait à en préciser le degré ou l'importance. C'est ce que nous avons essayé de montrer dans cette étude pour trois facteurs chimiques : la salinité, l'azote minéral dissous et le carbone organique soluble.

Matériel et méthodes

La figure 1 montre l'emplacement des stations qui ont fait l'objet de prélèvements suivis. On peut les ranger en trois catégories écologiques : portuaire (stations 1 et 3) ; néritique de transition entre les secteurs portuaires et du large (stations 2 et 4) ; du large (station 6).

La station 1 se situe au niveau du premier bassin de l'Avant-Port Sud de La Joliette ; la station 3 est sise dans le Vieux-Port, dont rien ne reste de la canalque qu'il fut très anciennement.

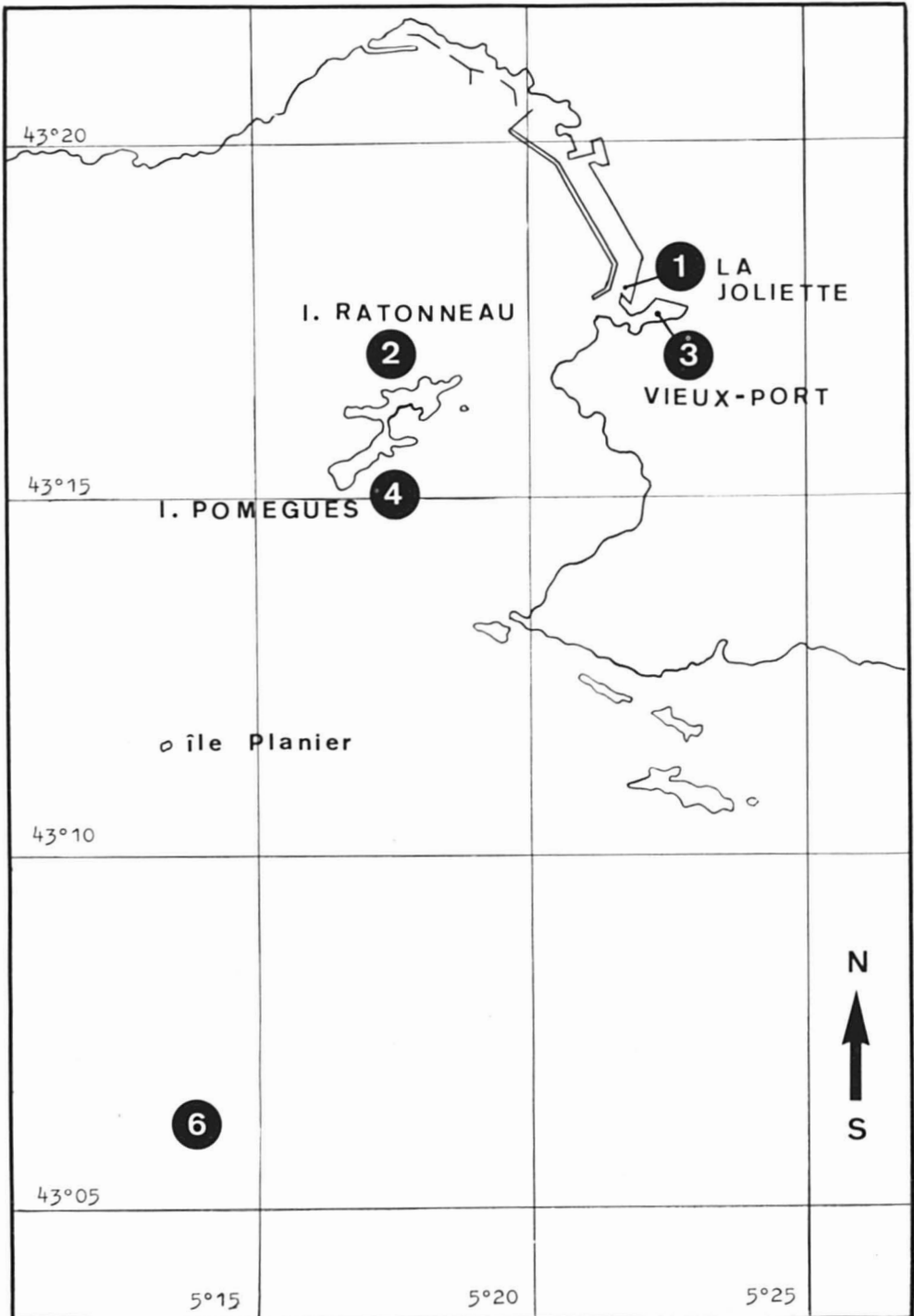


Figure 1. Répartition des stations d'échantillonnage dans le golfe de Marseille.

Les stations 2 et 4 sont respectivement localisées au niveau des îles Ratonneau et Pomègues. La station 2 (43° 17'30"N, 5°17'30"E) se place au-dessus d'un fond de 60 mètres à proximité du Havre de Morgiret. Quant à la station 4 (43°16'N, 5°18'40"E), dont la profondeur est de 40 mètres, elle se repère aisément grâce au Sémaphore. Ces deux stations ont été choisies à la limite des aires polluées soit par vent de secteur N.O. – N.E., soit par ceux de secteur E. – S.E. Les coordonnées de la station 6 : 43°06'N. – 5°13'30"E. sont beaucoup plus éloignées de la côte, au large de l'île Planier. Les fonds atteignent là 500 mètres et l'eau peut y être considérée comme moins contaminée par les apports terrigènes du littoral.

Les prélèvements d'eau se sont échelonnés du 3 février 1965 au 31 mars 1966 et ont ainsi couvert un cycle annuel. Ils furent faits à 5 mètres de profondeur, sur chacune des stations, à l'aide d'un bathomètre. Les analyses ont porté essentiellement sur la salinité, l'azote minéral et le carbone organique solubles. Elles ont permis une comparai-

son entre le milieu portuaire, la mer ouverte (station 6) et une zone intermédiaire (stations des îles de Pomègues et de Ratonneau).

Les salinités ont été déterminées par la méthode classique de titrage de Mohr-Knudsen, selon les instructions pratiques de Thomsen et Knudsen (1948). Des dosages spectrophotométriques nous ont permis d'évaluer les teneurs en azote minéral total dissous dans l'eau de mer sous formes d'ammoniac (Bolleter, Bushman et Tidwell, 1961), de nitrites (Bendschneider et Robinson, 1952) et de nitrates (Armstrong, 1963).

Quant aux analyses du carbone organique soluble, elles ont été faites telles que décrites par Duursma (1961). Elles portent sur le carbone total mais nous garderons à l'esprit qu'il est toujours possible qu'une fraction de ce carbone organique ait échappé aux mesures (Strickland et Parsons, 1968).

Pour tous les protocoles expérimentaux utilisés, nous renvoyons le lecteur aux différents articles des auteurs précités.

TABLEAU I

Valeurs moyennes de la salinité à 5 mètres (3 février 1965 — 31 mars 1966)

Stations	S ‰	Amplitude des variations *
1.3 (portuaires)	36.61	6.58
2.4 (de transition)	37.79	2.15
6 (du large)	37.81	1.65

* $\sigma = 0.13$

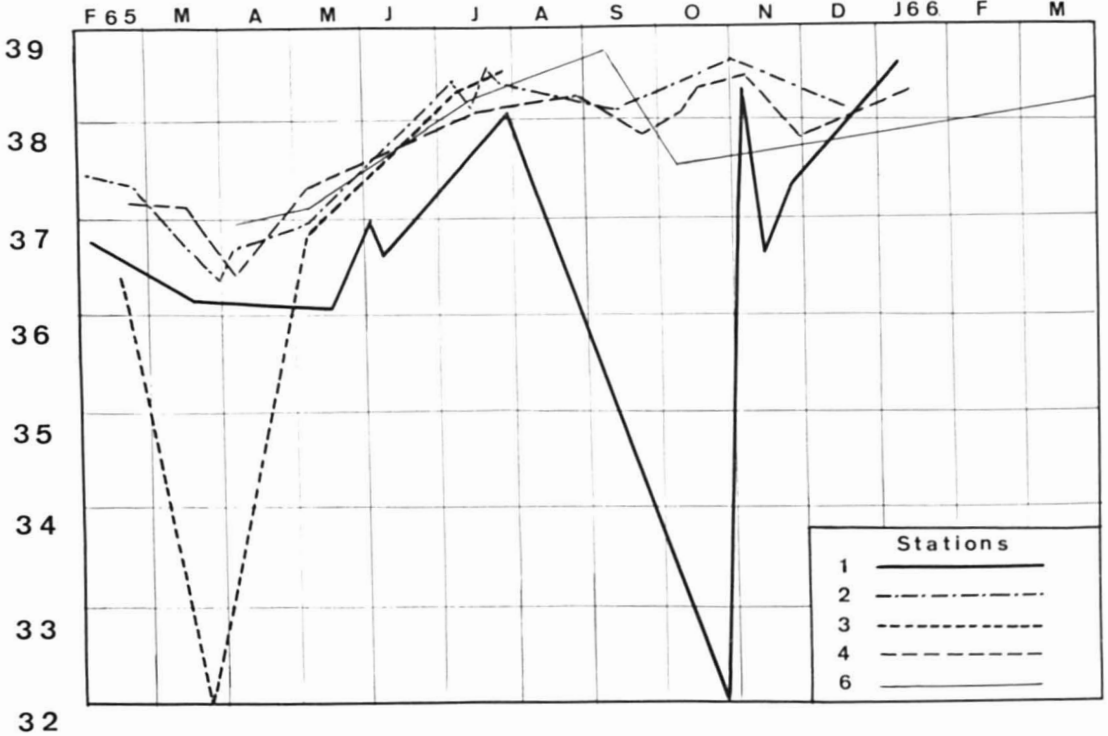


Figure 2. Fluctuations saisonnières de la salinité à 5 mètres de profondeur.

Résultats

Salinité

Pour l'ensemble des stations, la valeur moyenne générale a été de 37.32 grammes pour mille. Elle indique une certaine dilution des eaux considérées. Ce phénomène peut être précisé par la lecture du tableau I qui montre un gradient positif de dilution des eaux du large vers les eaux portuaires. On remarque aussi que, si, d'une façon générale, l'amplitude des variations est grande, elle est majeure dans les ports (figure 2), diminue dans la zone de transition et devient encore plus faible dans les eaux éloignées du rivage. Ces faits s'expliquent par la répartition géographique des stations et par les influences climatique et continentale auxquelles elles sont sujettes. Pour l'aire du large, les facteurs perturbant la salinité sont les pluies et l'évaporation consécutive d'une part à l'élévation de température

et d'autre part à l'influence des vents dominants. À ces deux facteurs viennent s'ajouter, au niveau portuaire, les apports d'eaux douces continentales (égouts, ruisseaux). Ce sont donc surtout les facteurs climatiques et continentaux qui façonnent l'aspect saisonnier des variations de salinité. La résultante de l'influence de ces facteurs est illustrée par la figure 2. L'irrégularité des apports dilués donne aux stations des ports des fluctuations plus contrastées et plus brutales qu'au niveau des autres stations. On voit l'influence portuaire dans la zone de transition. Par contre, la courbe est plus harmonieuse pour les eaux de la station 6 plus éloignée des sources portuaires de pollution et de leur zone de diffusion. Du point de vue saisonnier, les minima enregistrés aux niveaux pollués des ports pour le printemps et l'automne, coïncident avec les saisons à fortes précipitations. L'été, pour ces mē-

mes stations, présente un maximum corrélatif à la période d'évaporation intense et à une certaine stagnation des eaux.

Ainsi il apparaît que les eaux polluées des ports ont des salinités beaucoup plus variables et irrégulières que celles des zones de transition et du large.

Azote minéral dissous

Les valeurs moyennes obtenues ont été les suivantes ($\sigma = 0.5$) : stations portuaires : 79.7 $\mu\text{g/l}$; stations de transition : 13.2 $\mu\text{g/l}$; station océanique : 3.5 $\mu\text{g/l}$. Ceci montre, qu'en moyenne, il y a 22 fois plus d'azote inorganique soluble dans les eaux portuaires que dans les eaux du large, ou encore 6 fois plus que dans les eaux de la zone transitoire avoisinant les îles Ratonneau et Pomègues. Les valeurs obtenues, traduites par la figure 3, révèlent une simi-

litude d'évolution, au cours de la période analysée, pour chaque station mais avec des amplitudes décroissantes des stations portuaires très fortement polluées vers celles où les eaux sont moins contaminées. On note ainsi au cours de l'année 1965 : un très fort maximum en février-mars, puis un minimum en juin-juillet; vient ensuite, en octobre, un deuxième maximum de moindre importance, suivi à son tour par un second minimum de longue durée débutant au mois de décembre.

Carbone organique soluble

Les eaux superficielles que nous avons étudiées ont présenté une valeur moyenne de 3.24 mg par litre, mais les variations ont été très fortes, de l'ordre de 9.90 mg par litre. D'une façon générale, nous avons noté que la teneur en carbone organique dissous dans les eaux

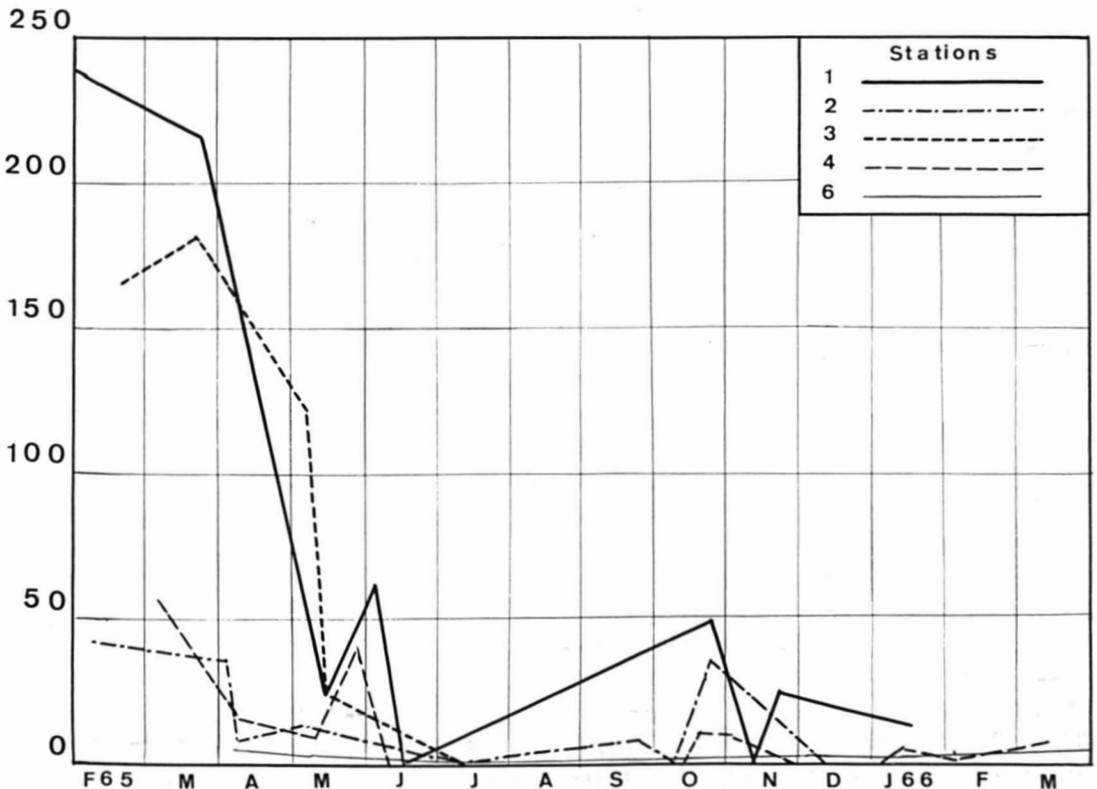


Figure 3. Fluctuations saisonnières de la teneur en azote minéral dissous ($\mu\text{g/l}$).

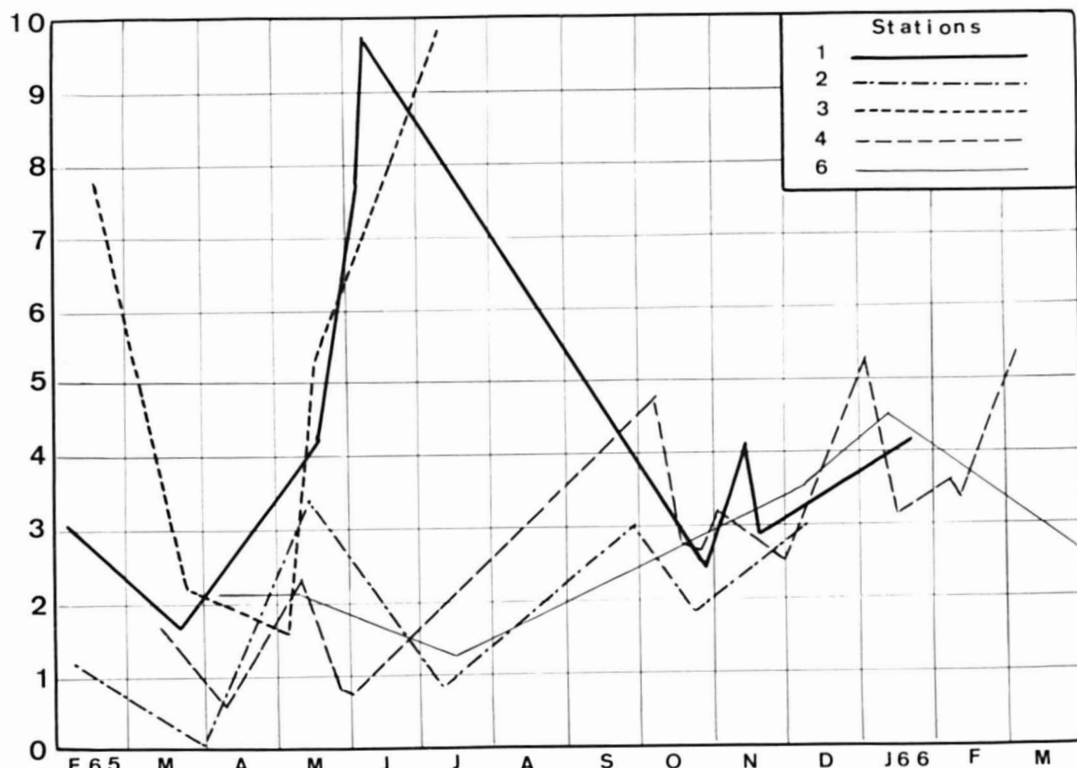


Figure 4. Fluctuations saisonnières de la concentration en carbone organique soluble (mg/l).

portuaires est presque 2 fois supérieure (4.79 mg/l) à celle détectée dans les autres stations (2.58 mg/l). Les graphiques de la figure 4 représentent les variations décelées pour chaque station. On peut y voir une similitude quant à l'évolution des concentrations, entre les stations polluées d'une part, et entre les stations de transition et du large d'autre part. De larges fluctuations saisonnières dans les eaux superficielles des ports ont été enregistrées, notamment au cours du printemps de 1965 (tableau II). Cette même période a été caractérisée, par le minimum annuel (concentration nulle ou à l'état de traces indosables) sur la station 2 et par la stabilité du taux de concentration au sein des eaux océaniques. Ici encore, les fluctuations naissent des interrelations entre les facteurs biologique, climatique et de pollution.

Discussion et conclusions

Pendant la période étudiée, les eaux superficielles de Marseille ont présenté une dilution croissante vers les ports. La salinité moyenne a décliné, en effet, de 37.81‰ sur la station 6 à 36.61‰ au niveau des bassins de La Joliette et du Vieux-Port. L'azote minéral dissous est particulièrement abondant dans les eaux portuaires et nous avons pu déceler une décroissance accusée de sa teneur vers les eaux plus océaniques. Dans les ports, la teneur en carbone organique soluble est approximativement doublée par rapport à l'ensemble des eaux du golfe de Marseille.

D'une façon générale l'hydrologie de la zone portuaire, paradoxalement à la fois abritée et ouverte aux influences du large, est très spéciale du fait des

TABLEAU II

Teneur en carbone organique soluble au cours du printemps 1965 (mars à juin)

<i>Stations</i>	<i>Carbone organique soluble (mg/l)</i>			
	<i>Minimum</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Maximum</i>	<i>Amplitude des variations</i>
1	1.80	5.92	9.90	8.10
3	1.50	3.10	5.40	3.90
Stations portuaires	1.65	4.51	7.65	6.00
2	0.00	1.98	3.30	3.30
4	0.60	1.11	2.40	1.80
Stations de transition	0.30	1.54	2.85	2.55
6	2.10	2.10	2.10	0.00

influences continentales et climatiques qu'elle subit. Aussi il est à peu près certain que la résultante de toutes ces caractéristiques écologiques doit agir sur la biosphère marine, sauf pour quelques rares exceptions, aussi bien quantitativement que qualitativement, dans un sens d'appauvrissement faunistique. D'abord localisée dans les secteurs portuaires, la pollution n'a cessé de s'étendre vers les eaux du large. Aujourd'hui elle dépasse même le cadre du golfe de Marseille.

L'analyse simultanée du carbone, de l'hydrogène et de l'azote dans le matériel particulaire en suspension a montré récemment (Patriti, 1972) des valeurs 40 fois supérieures à celles trouvées dans les eaux du golfe. Ceci tend à

prouver une intensification de la pollution portuaire au cours de ces dernières années. Ainsi en 1970-71 les teneurs en azote ont pratiquement doublé et celles en carbone triplé. Cette aggravation inquiétante doit être impliquée à la prolifération des polluants chimiques déversés, par le complexe industriel environnant en pleine expansion, dans les eaux résiduaires arrivant au niveau des bassins portuaires.

Qu'il s'agisse donc du phénomène de dilution des eaux d'une part, ou de la saturation en matières organiques et minérales dissoutes d'autre part, toutes les données obtenues concourent à établir la présence d'un gradient généralisé de pollution du large vers la zone des ports.

Références

- ARMSTRONG, F.A.J., 1963. Determination of nitrate in water by ultraviolet spectrophotometry. *Anal. Chem.*, 35 : 1292-1294.
- AUBERT, M., J. AUBERT, S. DANIEL, J.P. GAMBAROTTA, L.A. ROMÉY, J.P. MANGIN, P.F. BULARD et Y. CHEVALIER, 1967. Dynamique d'eaux résiduelles rejetées en bassin maritime. *Rev. intern. Océanogr. méd.*, 8 : 5-40.
- BELLAN, G., 1970. Pollution by sewage in Marseille. *Mar. Pollut. Bull.*, 1 (4) : 59-60.
- BENDSCHNEIDER, D. and R. ROBINSON, 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. mar. Res.*, 11 (2) : 87-96.
- BOLLETER, W.T., C.J. BUSHMAN and P.W. TIDWELL, 1961. Spectrophotometric determination of ammonia as indophenol. *Anal. Chem.*, 33 (4) : 592-594.
- CITARELLA, G., 1965. Sur une espèce indicatrice de pollution des eaux marines. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 29 (2) : 169-172.
- DEVEZE, L., 1959. Cycle biologique des eaux et écologie des populations planctoniques. *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, 25 (15) : 1-205.
- DUURSMA, E.K., 1961. Dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus in the sea. *Neth. J. Sea Res.*, 1 (1-2) : 1-148.
- MARION, A.F., 1883. Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. nat. Marseille*, 1 (1) : 1-108.
- MINAS, H.J., 1961. Étude comparée de quelques facteurs physico-chimiques des eaux portuaires et des eaux du golfe de Marseille. *Rec. Trav. Sta. mar. Endoume*, 34 (21) : 3-58.
- PATRITI, G., 1972. Étude préliminaire des effets de la pollution globale sur le peuplement planctonique des ports Nord de Marseille. *Mar. Biol.*, 12 (4) : 300-308.
- STRICKLAND, J.D.H. and T.R. PARSONS, 1968. A practical handbook of seawater analysis. F.R.B., Ottawa, 311 p.
- THOMSEN, H. et M. KNUDSEN, 1948. Instructions pratiques sur la détermination de la salinité de l'eau de mer par la méthode de titrage Mohr-Knudsen. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 930 : 1-16.

COLONISATION ET INHIBITION DE LA COLONISATION DES CIRRIPÈDES DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT ¹

Edwin BOURGET ² et Guy LACROIX

Département de biologie, Université Laval, Québec (10e), Québec

Résumé

L'immersion de plaques d'échantillonnage épifaunique pendant des périodes de 0.5, 1, 2 et 3 mois, à quatre stations de l'étage infralittoral de l'estuaire du Saint-Laurent, a montré que la colonisation des Cirripèdes est différente suivant la préparation biotique des plaques, préalable à l'assaut des larves. Il ressort de l'analyse de ces plaques d'échantillonnage que les plaques immergées subissent des transformations écologiques qui les rendent plus ou moins "colonisables" par les Cirripèdes. Après son immersion, une plaque passe successivement par trois phases, plus ou moins longues suivant les stations : 1) une phase d'inhibition totale, durant laquelle on ne trouve aucun individu fixé ; 2) une phase de suppression de l'inhibition et d'intensification de la fixation ; 3) une seconde phase d'inhibition, croissant avec le développement des algues et des autres organismes présents sur les plaques.

Abstract

Barnacle settlement has been determined on asbestos panels immersed for 0.5, 1, 2 and 3-month periods at four stations in the infralittoral zone of the St. Lawrence Estuary. Total inhibition of settlement occurs immediately following immersion. This inhibition period varies greatly in duration from one station to another. Maximum settlement took place on panels immersed for one or two months, whereas barnacle larvae settlement is prevented by algal growth and heavy polychaete colonization on panels immersed for longer periods. Panels immersed in the Estuary undergo three successive settlement stages. In reference to barnacle settlement, these stages are identified as : 1) an inhibition stage during which no settlement occurs ; 2) a stage of declining inhibition and intensification of settlement ; 3) a second stage of inhibition, increasing with the development of algae and organisms present on the panels.

Introduction

Parmi les facteurs biotiques susceptibles d'intervenir dans l'établissement d'une population de Cirripèdes, la formation du film initial a reçu une attention particulière. Bien que certains auteurs lui dénie toute importance (Smith, Williams et Davis, 1950 ; Millard, 1952), plusieurs autres lui attribuent un rôle indispensable (Daniel, 1955) ou tout au moins une action favorable (Zobell, 1939 ; Phelps, 1942 ; Skerman, 1956).

D'autres auteurs intéressés à l'établissement de divers peuplements d'organismes sessiles et sédentaires soulignent au passage l'influence inhibitrice d'une colonisation abondante de ces organismes sur l'établissement subséquent d'autres espèces. Ainsi Graham et Gay

¹ Contribution au programme du Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ).

² Adresse actuelle : Marine Science Laboratories, University of North Wales, Menai Bridge, Anglesey, United Kingdom.

(1945) notent que la fixation de *Balanus improvisus* Darwin est défavorisée par l'accumulation préalable d'algues et de débris sur les surfaces. De son côté, Weiss (1948) fait mention d'organismes foreurs dont la fixation est inhibée par une épaisse accumulation de salissures. Selon McDougall (1943), des tuiles immergées durant 18 semaines collectent moins de *Chthamalus* que des tuiles n'ayant qu'une semaine d'immersion. Il attribue cette différence à l'accumulation de plantes microscopiques, d'animaux et de sédiments. Enfin, selon Coe et Allen (1937), un développement important d'algues produit le même effet.

Il semble donc que l'installation d'organismes sur une surface — et plus particulièrement l'installation des Cirripèdes — soit conditionnée par le peuplement préalable de cette surface. Cependant, dans quelle proportion et comment le peuplement préalable (ou la durée de l'immersion des surfaces) influence-t-il l'établissement des larves de Cirripèdes? Le présent travail vise à répondre partiellement à cette question, par l'examen de l'effet du facteur « temps d'immersion » sur la fixation des Cirripèdes *Balanus balanoides* (L.) et *B. crenatus* Bruguière.

Méthodes

Pour analyser les phénomènes de colonisation par la faune sessile et sédentaire de l'étage infralittoral, nous avons utilisé des échantillonneurs conçus spécialement pour les conditions particulières de courants et marées de l'estuaire du Saint-Laurent. Ces échantillonneurs ont été décrits de façon détaillée dans une publication antérieure (Bourget et Lacroix, 1971), mais rappelons qu'ils consistent essentiellement en des dispositifs ancrés, permettant l'immersion de plaques collectrices, soit dans un plan vertical (échantillonneurs verticaux),

soit dans un plan horizontal (échantillonneurs horizontaux). Les deux types d'échantillonneurs étaient ancrés solidement, à une profondeur de 3 à 5 m à marée basse.

Des plaques d'amiante de 0.5 x 10 x 15 cm furent immergées en 1969 au moyen de ces échantillonneurs, pour des périodes variées, de telle manière qu'à tous les quatorze jours des plaques immergées depuis 0.5, 1, 2 ou 3 mois étaient prélevées par un plongeur autonome (tableau I). Des plaques plus ou moins colonisées par des organismes sessiles ou sédentaires étaient ainsi offertes comme substrat lors de l'assaut des larves de Cirripèdes. Notre analyse a porté sur les Cirripèdes fixés sur les plaques prélevées quatorze jours après le début de la colonisation. Il s'agit par conséquent de plaques soumises, dans le cas de chaque station, à un assaut analogue des larves.

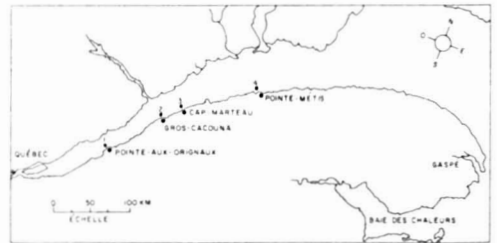


Figure 1. Situation géographique des quatre stations d'étude.

La localisation des stations d'échantillonnage apparaît à la figure 1. Ces stations sont échelonnées sur une distance de 200 km et sont situées, les unes dans l'estuaire moyen, les autres dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Quatre emplacements furent retenus: Pointe-aux-Orignaux (station 1), Gros-Cacouna (station 2), Cap-Marteau (station 3) et Pointe-Métis (station 4). À Cap-Marteau (station 3), des échantillonneurs verticaux (station 3 V) et horizontaux (station 3 H) furent immergés.

TABLEAU I

Calendrier des prélèvements et des remplacements
des plaques immergées en 1969

Date	Immersion *	Prélèvement *
11 mai	1a 1b 1c 1d 1e 1f 1g 1h 1i 1j 1k 1l	
26 mai		1a
9 juin	3a 3b 3c 3d 3e	1b
23 juin		1c
7 juillet	5a 5b 5c 5d	1d 3a
21 juillet		1e
4 août	7a 7b 7c	1f 3b 5a
18 août		1g
30 août	9a 9b	1h 3c 5b 7a
13 sept.		1i
27 sept.	11a	1j 3d 5c 7b 9a
11 oct.		1k
25 oct.		1l 3e 5d 7c 9b 11a

* Les numéros désignent des séries de plaques immergées simultanément, chaque numéro correspondant à une plaque.

Résultats

Balanus crenatus est présente à toutes les stations, sauf celle de Gros-Cacouna (station 2). *B. balanoides* présente des densités faibles à Pointe-aux-Orignaux (station 1) et Cap-Marteau (stations 3 V et 3 H). Elle est absente de Gros-Cacouna (station 2), mais abondante à Pointe-Métis (station 4). On pourra retrouver des données détaillées sur la distribution de ces espèces dans un autre travail (Bourget, 1971).

Au tableau II, nous avons consigné les résultats obtenus aux stations 1, 3 et 4 pour *B. crenatus* et à la station 4 pour *B. balanoides*. On peut y relever des différences nettes quant au nombre d'organismes fixés, eu égard à la durée d'immersion des plaques collectrices.

Après une période d'immersion de deux semaines, fort peu de Cirripèdes colonisent les plaques, sauf à la station 4 (Pointe-Métis). Après un mois d'immersion, les valeurs maximales de fixation sont obtenues à la station 4. Par ailleurs, ces valeurs maximales sont atteintes deux mois après l'immersion, aux stations 1, 3 V et 3 H. Après deux mois d'immersion à la station 4 et trois mois d'immersion aux stations 1, 3 V et 3 H, il y a une réduction considérable par rapport à la période antérieure, réduction qui, à la station 4, se poursuit après trois mois d'immersion.

Afin de mieux saisir la signification de ce phénomène, nous avons calculé, à partir des données du tableau II, un indice exprimant l'inhibition à la fixation qui semble liée aux différentes séries de

plaques collectrices. Nous avons défini cet indice comme suit :

$$\text{Indice d'inhibition} = \frac{(D_{\max} - D_{\text{obs}}) 100}{D_{\max}}$$

où D_{\max} = densité maximale et D_{obs} = densité observée.

Plus une plaque collectrice semble avoir un effet négatif sur la fixation des larves cypris, plus l'indice est élevé. À titre d'exemple, et en nous reportant au tableau II, nous constatons que les plaques immergées durant un mois à Pointe-

ques soumises au même assaut des larves et, afin d'éviter des variations importantes causées par la mortalité, les plaques furent choisies seulement si elles avaient subi une courte période d'assaut. Le début de la période de fixation a été établi à compter du moment où certaines des plaques prélevées comportaient plus de 1 ind./dm².

Les indices d'inhibition déterminés à Cap-Marteau (station 3 V) sont cependant sujets à caution, puisqu'ils sont basés sur des nombres très faibles. Nous avons tout de même retenu ces résultats,

TABLEAU II
Nombre d'individus fixés (nombre/dm²) en relation avec la durée de l'immersion des plaques collectrices

Durée de l'immersion (mois)	<i>Balanus crenatus</i>				<i>B. balanoides</i>
	Sta. 1	Sta. 3V	Sta. 3H	Sta. 4	Sta. 4
0.5	—	—	—	88.0	3.3
1.0	0	1.3	0	454.0	113.3
2.0	299.3	3.3	11.3	219.3	66.0
3.0	22.7	1.3	2.7	165.0	60.7

Métis (station 4) semblent offrir des surfaces optimales à la fixation, compte tenu du substrat artificiel offert et des conditions de milieu. La densité obtenue sur ces plaques (454.0 ind./dm²) est la densité maximale, et on lui attribue arbitrairement un indice d'inhibition de 0. De même, une plaque ne recueillant aucun individu aurait un indice d'inhibition de 100. Dans l'exemple choisi, alors que la plaque immergée durant 3 mois collecte 165.0 ind./dm², l'indice est égal à :

$$\frac{(454.0 - 165.0) 100}{454.0} = 63.6$$

Les indices d'inhibition calculés pour chacune des stations, à différents temps d'immersion, sont portés à la figure 2. Ces indices furent calculés pour des pla-

puisqu'ils s'inscrivent dans la tendance générale. D'autre part, nous n'avons pas calculé les indices de la série de plaques prélevées plus tard en saison, car les Cirripèdes fixés durant la première quinzaine auraient augmenté inégalement les chances de fixation d'autres Cirripèdes. En effet, il est connu que les larves cypris manifestent un comportement grégaire au moment de la fixation (Knight-Jones et Crisp, 1953 ; Knight-Jones, 1953 a, b).

La figure 2 révèle les faits suivants : 1) aux stations de Pointe-aux-Orignaux (station 1) et de Cap-Marteau (station 3 H), les plaques immergées 15 jours avant l'assaut des larves ont un indice d'inhibition de 100, soit une période d'inhibition totale d'au moins un mois.

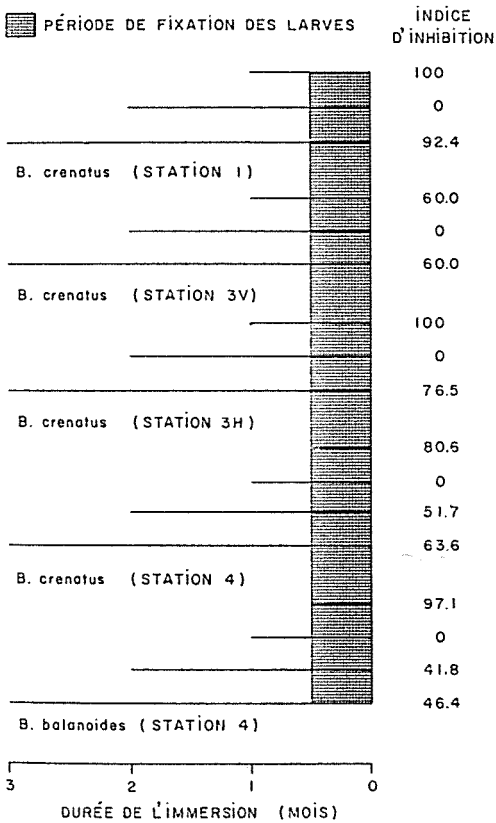


Figure 2. Indice d'inhibition de la fixation des larves de Cirripèdes à chaque station d'étude.

Par ailleurs, à Pointe-Métis (station 4), les plaques doivent être immergées durant une période inférieure à 15 jours pour ne pas recueillir de Cirripèdes, et la période d'inhibition totale est conséquemment très courte ; 2) les plaques immergées depuis 2 mois aux stations de Pointe-aux-Orignaux (station 1) et de Cap-Marteau (stations 3 V et 3 H) et depuis 1 mois à la station de Pointe-Métis (station 4) ont un indice d'inhibition de 0. L'inhibition est minimale sur ces plaques ; 3) les plaques immergées depuis 3 mois aux stations de Pointe-aux-Orignaux (station 1) et Cap-Marteau (stations 3 V et 3 H), et depuis 2 mois à la station de Pointe-Métis (station 4), démontrent des indices d'inhibition élevés. Cette inhibition s'accroît avec le prolongement de la durée d'immersion.

Discussion et conclusion

Nous pouvons, à partir de nos observations, déterminer trois niveaux d'inhibition de la fixation des Cirripèdes quant à la préparation biotique préalable des plaques :

1) pour certaines plaques, nous notons une inhibition totale dans la colonisation des Cirripèdes. Cette inhibition se produit, semble-t-il, durant le stade initial. Selon Daniel (1955), la formation d'un film initial favorable à l'établissement de Cirripèdes est un processus biologique indépendant de la concentration des bactéries, des spores et des Diatomées et uniquement fonction de leur croissance et de leur multiplication *in situ*. Si, comme le prétend Daniel (1955), le film initial est nécessaire à la fixation des Cirripèdes — la phase d'inhibition totale mise en relief dans la figure 2 tend à le confirmer pour l'estuaire du Saint-Laurent —, la durée de la phase d'inhibition sera longue aux stations où le développement du film initial est lent (donc où le développement algal est lent), et cette phase sera courte aux stations où le développement du film initial est rapide (où le développement algal est rapide).

À Pointe-aux-Orignaux (station 1), le développement algal est nul, présumément à cause de l'absence de lumière, la transparence de l'eau n'étant que d'environ 1 m, au disque de Secchi ($k = 1.70$). La période d'inhibition totale est longue (1 mois).

La position des plaques par rapport à la source lumineuse sur les échantillonneurs horizontaux de Cap-Marteau (station 3 H) ne favorise pas le développement des Diatomées épibenthiques — et par conséquent du film initial — ; là encore la période d'inhibition est longue. Par ailleurs, sur les plaques des échantillonneurs verticaux de Cap-Mar-

teau (station 3 V), la transparence de l'eau ($k = 0.39$), plus grande qu'à Pointe-aux-Orignaux (station 1), favorise sans doute le développement plus rapide des Diatomées et du film initial ; la période d'inhibition totale est inférieure à 1 mois.

À la station de Pointe-Métis (station 4), la position des plaques, de même que la transparence relativement grande de l'eau ($k = 0.34$), favoriseraient le développement rapide du film initial et la période d'inhibition à cette station est inférieure à 14 jours.

Cette première phase d'inhibition montre bien qu'une période d'immersion plus ou moins longue — correspondant selon toute probabilité à la formation du film initial, elle-même contrôlée, semble-t-il, par l'éclairement — est un préalable à l'établissement des larves de Cirripèdes dans l'estuaire du Saint-Laurent.

2) certaines autres plaques, immergées pendant une période de durée moyenne (un ou deux mois suivant les stations), permettent la fixation d'un grand nombre d'individus. L'inhibition sur ces plaques est minimale. À la station 4 (Pointe-Métis), où la période d'inhibition totale est de courte durée, une période d'immersion relativement courte est nécessaire pour parvenir à une préparation biotique favorable aux Cirripèdes, contrairement aux stations 1 et 3 (Pointe-aux-Orignaux et Cap-Marteau), où la formation du film initial nécessite une période plus longue.

3) d'autres plaques favorisent peu la fixation d'individus lorsque la période d'immersion préalable à l'assaut des larves est longue. À Pointe-Métis (station 4), le développement algal sur les plaques immergées depuis plusieurs mois a pu devenir assez abondant pour nuire à la fixation des Cirripèdes au mo-

ment de l'assaut des larves. De même, la densité élevée des Polychètes (2171.3 ind./dm^2), causée sans doute par le faible éclaircissement sous les plaques horizontales de la station de Cap-Marteau (station 3 H), est responsable d'une inhibition secondaire à cette station : l'épais tapis de sédiment accumulé par le Polychète *Polydora ciliata* empêche la fixation d'un grand nombre de Cirripèdes. À Pointe-aux-Orignaux (station 1), l'accumulation des sédiments sur les plaques immergées durant de longues périodes explique l'inhibition secondaire observée.

L'absence inexplicquée de *B. balanoides* et de *B. crenatus* à Gros-Cacouna (station 2) laisse planer la possibilité d'intervention d'autres facteurs régissant l'intensité de la colonisation par les Cirripèdes. La valeur et le degré de précision de l'indice d'inhibition ici défini ne seront établis fermement qu'au moment où nous serons en mesure d'interpréter correctement de telles irrégularités de distribution.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'appui des Musées nationaux du Canada, du Conseil national des recherches (subvention no A5697) et grâce à une subvention de la Fondation Donner du Canada au Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ).

Références

- BOURGET, E., 1971. Aspects saisonniers de la fixation de l'épifaune benthique de l'étage infralittoral de l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise en sciences, Université Laval, 115 p.
- BOURGET, E. and G. LACROIX, 1971. Two simple durable epifaunal collectors. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 28 : 1205-1207.

- COE, W. R. and W. E. ALLEN, 1937. Growth of sedentary marine organisms on experimental clocks and plates of nine successive years, at the pier of the Scripps Institution of Oceanography. *Bull. Scripps Instn Oceanogr. tech. Ser.*, 4 : 191-196.
- DANIEL, A., 1955. The primary film as a factor in settlement of marine foulers. *J. Madras Univ.*, 25 B : 189-200.
- GRAHAM, H. W. and H. GAY, 1945. Season of attachment and growth of sedentary marine organisms at Oakland, California. *Ecology*, 26 : 375-386.
- KNIGHT-JONES, E. W., 1953 a. Laboratory experiment on gregariousness during setting in *Balanus balanoides* and other Barnacles. *J. exp. Biol.*, 30 : 584-599.
- KNIGHT-JONES, E. W., 1953 b. Some further observations on gregariousness in marine larvae. *Br. J. Anim. Behav.*, 1 : 81-82.
- KNIGHT-JONES, E. W., and D. J. CRISP, 1953. Gregariousness in Barnacles in relation to the fouling of ships and to antifouling research. *Nature*, 171 : 1109-1110.
- McDOUGALL, K.D., 1943. Sessile marine invertebrates at Beaufort, North Carolina. *Ecol. Monogr.*, 13 : 321-374.
- MILLARD, N., 1952. Observations and experiments on fouling organisms in Table Bay Harbour, South Africa. *Trans. R. Soc. S. Africa*, 33 : 415-446.
- PHELPS, A., 1942. Observations on reactions of Barnacles larvae and growth of metamorphosed forms at Beaufort, N.C., June 1941 to Sept. 1941. Fourth Report from Woods Hole Oceanographic Institution to Bureau of Ships, Navy Department, Paper 7, March 27, 1942. (Manuscrit).
- SKERMAN, T.M., 1956. The nature and development of primary film on surfaces submerged in the sea. *New Zealand J. Sci. Technol.*, 38 : 44-57.
- SMITH, F.O.W., R. H. WILLIAMS and C. C. DAVIS, 1950. An ecological survey of the subtropical inshore waters adjacent to Miami. *Ecology*, 31 : 119-146.
- WEISS, C.M., 1948. An observation on the inhibition of marine wood destroyers by heavy fouling accumulation. *Ecology*, 29 : 120-127.
- ZOBELL, C.E., 1939. The role of bacteria in the fouling of submerged surfaces. *Biol. Bull.*, 77 : 302.

THE GASPÉ COD ECOSYSTEM IN THE GULF OF ST. LAWRENCE

III. THE DAILY AND SEASONAL VERTICAL MIGRATIONS OF COD (*GADUS MORHUA*) IN 1960-62¹

Pierre BRUNEL

Département des sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal, Québec

Résumé

Ce travail se fonde sur des observations bi-hebdomadaires diurnes et nocturnes consistant en échogrammes et échantillons simultanés de morues (*Gadus morhua* L.), de leurs contenus stomacaux, et de la faune hyperbenthique au ras du fond et à 3 ou 9 m au-dessus, prélevés avec un chalut cloisonné, deux filets maillants et deux filets à crevettes étagés, de mai à octobre 1960-62 à la même station de l'entrée de la baie des Chaleurs, par 115 m de fond et dans un habitat homogène froid (-1 à +1°C).

Les pêches expérimentales étagées, les détections hydroacoustiques, les captures nocturnes relatives près du fond, et les changements saisonniers des rendements de chalutages commerciaux et expérimentaux concordent, malgré l'erreur due au rabattage latéral diurne des animaux dans la moitié inférieure du chalut, pour démontrer l'existence d'août à octobre de migrations verticales nocturnes de la Morue. Les migrations sont soit plus étendues, soit plus passives, soit les deux, chez les grosses morues (>50.5 cm), probablement mûres pour la plupart, que chez les petites, et leur intensité est remarquablement constante ($44.7 \pm 5.8\%$ de la population démersale est en cause). Celles des petites morues semblent moins prévisibles: elles peuvent être plus intenses, peut-être plus actives, et parfois renversées. À cette saison aussi la population de grosses morues semble se diviser en un groupe pélagique de migrants nocturnes et un groupe benthique sédentaire demeurant proche du fond, les deux groupes étant séparés par un "vide hyperbenthique" de quelque 10 mètres. Dans l'éclaircissement intense de mai-juillet, les migrations, telles que mesurées surtout chez les petites morues, premières arrivées, aux échelles réduites du cycle journalier et de l'étagé hyperbenthique, sont arythmiques, diurnes ou nocturnes, verticales ou non, et plus actives chez les petites et chez les grosses qu'en juillet-octobre; on peut aussi les mesurer à l'échelle plus vaste d'une pêcherie.

Les changements saisonniers dans l'intensité des migrations verticales journalières ont été mesurés par les captures nocturnes relatives près du fond, durant l'année et pour l'ensemble du stock de morues du sud-ouest du golfe du Saint-Laurent. Comme chez d'autres stocks, les migrations sont plus nocturnes aux périodes d'équinoxe, lorsqu'ont lieu les migrations horizontales et verticales saisonnières; chez la Morue du Golfe, l'intensité maximale des trois types de migrations se produit vers l'équinoxe du printemps. Je propose donc le photopériodisme comme facteur éloigné amorçant les déplacements bathymétriques saisonniers, donc les migrations horizontales du stock, via les migrations verticales journalières, les deux migrations ayant une amplitude verticale semblable.

¹ Part of a Ph.D dissertation accepted by the Faculty of Graduate Studies and Research of McGill University, Montréal.

Abstract

Day and night echograms and simultaneous samples of cod (*Gadus morhua* L.), their stomach contents, and their hyperbenthic food supply on, and 3 or 9 m above, the bottom were obtained bimonthly with a bipartitioned otter-trawl and two-level gill-nets and shrimp nets, from May to October 1960-62 at a single 115 m deep station at the entrance of Baie des Chaleurs, in a homogeneous environment at -1 to $+1^{\circ}$ C.

Measurements with two-level fishing experiments, echo-location, demersal relative night catches, and seasonal fluctuations of commercial and survey otter-trawl yields agree, despite the bias of daylight herding into the lower trawl half, in demonstrating July-October nocturnal vertical migrations of cod. The migrations are either more extensive or more passive, or both, in larger (>50.5 cm), probably mostly mature individuals, than in the smaller fish, and are quite constant in intensity ($44.7 \pm 5.8\%$ of the demersal population involved). Those of small cod appear less predictable: they may be more intensive, perhaps more active, and sometimes reversed. At this season also the population of large cod apparently splits into a midwater group of nocturnal migrants and a benthic little-migrating group remaining close to the sea-bed, the two groups being separated by a « hyperbenthic gap » of some 10 metres. In the May-July season of abundant light, the migrations, as measured chiefly in early-arriving small cod on the small scales of the daily cycle and of the hyperbenthic stratum, are arrhythmic, diurnal or nocturnal, vertical or not, and more active in both size classes than in July-October; they are also measurable on the large scale of a fishery.

Seasonal changes in the intensity of daily vertical migrations have been measured with relative night catches on the bottom throughout the year and for the whole cod stock of the southwestern Gulf of St. Lawrence. As in other stocks, the migrations are most nocturnal in the equinox periods, when most horizontal and vertical seasonal migrations occur; in Gulf cod maximum intensity of all three kinds of migrations occurs in the spring equinox. It is proposed that photoperiodism may prime the seasonal depth change of the stock, and therefore horizontal migrations, through daily vertical migrations, both having a similar vertical amplitude.

Introduction

The stocks of the Atlantic cod (*Gadus morhua morhua* L.) on either side of the North Atlantic have been subjected to considerable study in recent years. Knowledge on their demography, distribution, migrations, spawning, growth, feeding, physiology, behavior and environment has accumulated (cf. Wise, 1961, 1963a) to the extent of allowing the construction of a model (Trout, 1957) of migrations accounting for several features of the life history of the species, or at least providing a framework in which to evaluate or integrate the new information and with which to compare different cod stocks (Temple-

man and Fleming, 1962; Martin and Jean, 1964). Such integration of information on cod and others of the better-known fish species of commercial importance is being pursued vigorously in Great Britain and leading at the same time to stimulating generalizations (Harden Jones, 1965, 1968; Woodhead, 1966), which can apparently encompass both marine and freshwater species (Baggerman, 1960), and active research, especially on fish behavior.

Trout's (1957) model of cod migrations essentially depends on three major factors: (a) a unidirectional current transporting the fish passively in one season and eliciting orientated contra-

natant swimming in another ; (b) two reversals of rheotactic behavior per year, one in each of these seasons ; and (c) two reversals of light responses per year in the same seasons, bringing the fish into midwater by day during their denatant phase in the well-illuminated late spring-early summer season, confining them to the bottom in the dark winter contranatant phase, and thus achieving the observed seasonal depth change of the stock from deep winter grounds toward shallow banks in the spring and back to the deep grounds in winter. The subject of fish, and especially of cod, migrations is reviewed more fully by Brunel (1972a, in press).

It is the third factor in Trout's model, the vertical component of the migrations, which was the most novel with respect to the general theory of fish migrations (Hoar, 1953 ; Fage and Fontaine, 1958 ; Baggerman, 1960), based hitherto mostly on anadromous fishes. Cod is traditionally considered as a « ground fish » and until the advent of sonar for echolocation of fish (Sund, 1935) and of improved techniques for midwater fishing (Rollefsen, 1953 ; Rasmussen, 1954, 1957 ; Nédelec, 1965), pelagic occurrences of cod were reported more or less as oddities (Taning, 1937). With Trout (1963) and Woodhead (1966), however, one is now led by the increasing evidence to believe that vertical migrations are a normal behavioral trait of cod. But the review of this question (Brunel, 1972b, in press), indicates that the pelagic habit of cod is more common at night than in the day. The daily aspect of vertical migrations in Trout's model was therefore in need of more investigation.

The present work was undertaken (Brunel, 1960, 1961a, 1962, 1963, 1964, 1965a, b, 1968) with the objective of investigating the factors of cod vertical

migrations, with special reference to the effect of swimming animals in the vicinity of the bottom. An attempt was made to complement other works, or to overcome some of their limitations, by :

(a) gathering quantitative data on the daily vertical migrations of cod (a need recently pointed out by Woodhead, 1966) using several methods simultaneously, apparently for the first time : stratified fishing experiments, echo-location, demersal relative night catches, and the seasonal fluctuations of commercial and survey otter-trawl catches (see Brunel, 1972b, for a discussion of these methods) ; experimental fishing and sonar results are reported on in the present paper of the series, commercial catches having been examined in a previous paper (Brunel, 1971).

(b) thoroughly measuring feeding intensities and the contributions of all major prey species to the diet of cod ; this will be discussed in a forthcoming paper of the present series ;

(c) measuring the natural availability and vertical migrations of these prey at the time of cod feeding, which is the subject of another paper of the series ;

(d) tailoring the sampling design to the probable distribution of measurable relations between cod and small swimming prey, by restricting the study to the manageable space and time scales of one sampling station, of the bottom water stratum, and of 24-hour periods in regular seasonal succession ;

(e) ensuring accuracy and avoiding significant variations of major environmental factors (temperature and faunal heterogeneity) by sampling an environment selected for its relative homogeneity : a single cod stock on its summer grounds, a single benthic community on a large uniformly muddy plateau, and the permanently cold overlying subther-

mocline (« intermediate ») layer of the Gulf of St. Lawrence (Brunel, 1970).

The cod stock being studied in the present work is that of the southwestern Gulf of St. Lawrence (Templeman, 1962). Its members spend the summer in the shallow water (35-145 m) of the Gaspé fishing banks area (map in Brunel, 1970, Fig. 1) off Baie des Chaleurs, and migrate to the southeast and out of the Gulf in October-November. The fish spend the winter on the continental edge (depths of 130-180 m) of the Laurentian Channel off Cape Breton Island (about 60°W and 47°N), and return to their summer grounds in March-April, without crossing the deeper waters of the Laurentian Channel occupying the Gulf of St. Lawrence in a northwest to southeast direction (McCracken, 1959 ; Templeman and Fleming, 1962 ; Martin and Jean, 1964 ; Jean, 1964).

The investigation has provided ground both for supporting and for expanding Trout's (1957) model of cod migrations, and possibly for supplementing some of its hypotheses. New evidence supports his concept of directional annual migrations comprised of passive denatant and active contranatant migrations, of light-related changes in behavior, and of the stronger commitment of mature than immature cod to such behavior.

In a previous paper (Brunel, 1971), it was shown that temperature stratification or very cold water could be limiting factors of cod bathymetric distribution on a large scale, but that other factors are required on a smaller scale of 20-30 km. The present paper, apart from giving basic data on cod size groups and seasonal succession of abundance and daily migratory behavior, calls attention to the seasonal change in the daily photoperiod as a factor both of daily vertical migrations and of seasonal horizontal and bathymetric migrations of cod. In a later

publication of the series, the light factor will be examined further in its relations with other critical factors : pelagic prey, spawning and other physiological states of activity of the fish. I will then propose a model of the annual migratory, reproductive and feeding cycle of cod in the southwestern Gulf of St. Lawrence in relation with water masses, currents and the distribution of major prey categories.

Definitions

A variety of properties of the vertical migrations of cod and other swimming animals are referred to in the literature and revealed in my data. Frequent references to these properties call here for the definitions adopted in the present study.

Seasonal vertical migrations are twice-yearly, usually gradual depth changes of the largest part of a migratory cod stock between its summer and its winter grounds. They coincide generally with spring and fall horizontal migrations, so that at any given time of the year the stock occupies a certain depth amplitude, usually observed on the bottom. Trout (1957) suggests that this seasonal depth change may occur irrespectively of the bottom and lead to a pelagic distribution of cod for periods of time exceeding 24 hours. Seasonal vertical migrations have been described in cod from the North Pacific (Moiseev, 1960), from Labrador and Newfoundland (Templeman and Fleming, 1962) and from the southwestern Gulf of St. Lawrence and Scotian Shelf (Jean, 1964).

Daily vertical migrations are movements of all or some of the animals upward into mid-water during part of the 24-hour period, and back to the bottom (Trout, 1957 ; Konstantinov, 1958 ; Brunel, 1965b ; Beamish, 1966a) or to some other level in midwater (Ellis, 1956 ; Trout, 1957 ; Templeman and Fleming, 1962 ; Beamish, 1966a) during another part of the light cycle. This kind of migration is superimposed on the seasonal kind as an oscillation of the cod population, which makes contact with the bottom only if the latter happens to be shallow enough. The daily vertical migrations can be of two types :

(a) *Nocturnal vertical migrations* carry the animals upward in darkness. This is the classical type of migration, the most widespread in pelagic organisms.

(b) *Diurnal vertical migrations* carry the animals upward in daylight. These migrations are less common than nocturnal migrations, and thus less well documented. They are important in Bear Island cod (Trout, 1957), apparently at the Faroes (Parrish, Blaxter and Hall, 1964), and in the present work. They are implied in miscellaneous direct observations of cod at the surface in daylight (Brunel, 1972b, in press).

Intensity of vertical migrations. Migrations are defined as having greater intensity when a larger proportion of the fish available on the bottom perform migrations.

Extent of vertical migrations. Migrations are defined as having greater extent (or amplitude) when the migrating animals reach a greater distance from the sea-bed.

Activity of vertical migrations. Migrations are defined as being more active when the migrating fish do so while swimming more restlessly or more actively.

Hyperbenthic distribution. For purposes of the present work, hyperbenthic distribution of fish or of swimming invertebrates is defined as the pelagic distribution extending from the sea-bed to the level of the upper shrimp net (Fig. 1), above the head rope of the otter-trawl, at a maximum of 3.7 metres (12 feet) from the ground. Hyperbenthos, which has special ecological significance in the present investigation, is treated in a separate paper of the present series.

Midwater distribution. The midwater distribution is the pelagic distribution extending above the level of the upper shrimp net, and including the level of the upper gill-nets, at 9 metres (30 feet) from the sea-bed (see below).

Material and methods

Sampling stations

A single monitoring station, sta. D-112N, ten nautical miles (16 km) south-east of Grande-Rivière (48° 17' 15"N, 64° 19' 00"W) in the entrance to Baie des Chaleurs, was used most of the time in the years 1960-62 (Brunel, 1970, Fig. 1). This station was selected be-

cause of its location on a large and flat muddy plateau where depth, sediment, and the bottom community – an *Ophiura sarsi* – *Yoldia norvegica* bottom community – could be expected to be highly uniform.

It is known that the nature of the sea bottom often varies very much within short distances, and notably with depth, and this in turn is known to have far-reaching effects on the composition of the bottom communities. Since the research vessel reached the sampling station by dead reckoning navigation, it was not possible to avoid a certain amount of variation in the bottom depth at that station. Variation was also due to the trawling process since the hour-long tows were sometimes in a circle 1-2 miles (1.5-3 km) in diameter around the station, sometimes toward, away from or across the position. At sta. D112N, small variations in the depth of the bottom from one cruise to another were not important in themselves, nor did they alter the desired uniformity of the hydrographic environment (Brunel, 1970). The variations were significant, however, as easily recorded indications of likely changes of position, and hence of the bottom sediments which were not sampled directly, such indications being especially critical on a scarcely sloping bottom where a small depth difference means a large difference of position in many cases.

Twenty sediment samples were taken at sta. D112N on two occasions in 1959 by the author using a bottom sampler. Fine sticky mud was brought up in every sample, but the latter were not submitted to granulometric analysis. Fortunately, Loring and Lahey (1964) conducted a study of the granulometry and distribution of the sediments in the southwestern Gulf of St. Lawrence (Magdalen Shallows), including that part of the Gaspé fishing banks area which is considered

here. The distribution map published by these authors shows clearly, in the entrance of Baie des Chaleurs, the mud basin on which sta. D112N was located. The basin is indicated as being covered by mud having the following proportions of particle sizes, classified according to the Wentworth scale :

Silt and clay (<.0625 mm)	: 90 - 100%
Sand (.0625 - 2 mm)	: 0 - 10%
Gravel (> 2 mm)	: 0 - 5%

This class of sediment was found to be predominant at depths greater than about 73 metres (40 fathoms) throughout the Gaspé fishing banks area. In shallower water, on the slope of Miscou Bank and elsewhere in the area (Brunel, 1970, Fig. 1), muddy fine sand (containing 10-50% silt-clay, 50-90% fine sand of 0.125-0.5 mm and 0-5% gravel) prevails, whereas the still shallower (less than about 55 m or 30 fathoms) grounds of

TABLE I
Characteristics of trawling and of the otter-trawl
used in the present study *

	<i>Measurements</i>		
	<i>English system</i>	<i>Metric system</i>	
Type of trawl			Vigneron-Dahl
Model			Yankee trawl No. 35, reduced to $\frac{3}{4}$ of the original model (plan of the latter given by Knake, 1956)
Mesh size of whole trawl (including cod-end)	4 in.	10 cm	
Length of foot-rope	52 ft.	15.8 m	
Length of headline	38 ft.	11.6 m	
Length of roller chain (or height of wing end)	5 ft.	1.5m	
Length of ground wires	48 ft.	14.6 m	
Maximum longitudinal length of square (with stretched meshes)	8 ft.	2.5 m	
Number and type of headline floats			22 standard spherical floats
Doors (wooden)	Dimensions	72×35 in.	183×89 cm
	Weight	300 lbs	136 kg
Usual towing speed	4 knots		with chains
Power of the boat (60-ft Cape Island long-liner converted to an otter-trawler, or "dragger")	165 H.P.		Maximum, with the current, at 1300 r.p.m.

*Further assembly details for a trawl of this type may be found in Knake (1956).

Miscou Bank are covered with medium sand (containing about 98-100% sand of 0.25-0.5 mm and less than 5% gravel), with some patches of pebbly gravel.

Echograms showing the depth of the bottom for the entire duration of each tow provided a convenient means of detecting departures from the desired depth range, and of correcting these departures if they occurred. The echograms were not preserved in 1960, but they were in 1961-62 and may be used to assess the most important variations of sampling depth as well as to compute the depths which prevailed during the investigation.

Of 74 occasions when the depth was noted in 1960, the latter was 106-110 m (58-60 fath.) in 57% of cases, and 111-113 m (61-62 fathoms) in 38% of cases. The mean depth was 110.2 m (60.2 fathoms) in that year. The most noteworthy departure to this mean occurred during a temporary failure of the echosounder on 25 July, when anomalous currents carried the boat to the southeast, while the 21 : h tow was underway, to depths as small as 83 m (45 fathoms) on the northern slope of Miscou Bank. This was enough to be clearly reflected in the composition of the stomach contents (Brunel, 1968, and forthcoming paper of the present series).

In 1961-62, the echograms generally indicated a depth prevailing over a greater distance of the record than any other. The mean of these prevailing depths, as read to the nearest fathom, was 113.6 m (62.1 fathoms) in 1961 and 116.2 m (63.5 fathoms) in 1962.

The depth in 1961 was never smaller than 111.6 m (61 fathoms), except on 27-28 June during all tows (up to 97 m or 53 fath.), on 25 July during the 17 : h tow (104 m or 57 fath.), and on 12 Oc-

tober during the 09 : h tow (108 m or 59 fath.) when these smaller depths were recorded during more than a third of the tow. The depth exceeded 117 m (64 fathoms) during a fifth or more of the tow in the case of the following five tows : 27 June (21 : h), 11 July (13 : h), 25 Aug. (21 : and 01 : h) and 9 Sept. (01 : h).

In 1962, depths were somewhat more variable, and reached 123 m (61 fathoms) during five hauls, whereas they became smaller than 112 m (61 fathoms) for short distances during seven out of 18 tows.

It is evident from this examination of the data that, to all intents and purposes, sampling depth was relatively constant at sta. D112N in 1960-62, being seldom outside the 110-117 m (60-64 fathoms) range. From the mean depths just computed, and considering the bottom topography of the area of study, it may also be concluded that sampling in 1960 was generally carried out a little farther to the southeast, i.e. closer to the base of the northern slope of Miscou Bank, than in 1961. In 1962, presumably because of the extremely strong currents encountered, sampling positions fluctuated over a wider area which certainly did not exceed 2.5 km² (one square mile).

In 1959, sta. 113, located at 48° 15' 00"N, 64° 15' 30"W (Brunel, 1970, Fig. 1), on the northern slope of Miscou Bank, at depths ranging from 69 to 88 m (38-48 fath.), was used for a trial of the sampling protocol.

On 5-6 September 1961, an additional 24-hour cruise was made on the slope of Miscou Bank, at sta. D166, located at 48° 13'N, 64° 12'W (Brunel, 1970, Fig. 1), at a depth of 55 metres (30 fath.), on much harder ground than at sta. D112N. The purpose of this cruise was to give indications as to the interpreta-

TABLE II

Key to the sample numbers used at sta. D112N in 1961,
and appearing on the scatter diagrams of fig. 12 *

Starting time of sampling		Otter-trawl and shrimp nets					Gill-nets	
		09:	13:	17:	21:	01:	Day	Night
5-6 June ¹	U	—	3A	4A	5A	6A	1	9
	L	—	—	—	—	—	2	8
	T	7 ¹	3 ¹	4 ¹	5 ¹	6 ¹	—	—
27-28 June	U	14A	10A	11A	12A	13A	—	15
	L	14B	(10B)	11B	12B	13B	—	16
	T	14	10	11	12	13	—	—
11-12 July	U	17A	18A	19A	22A	23A	20	—
	L	17B	(18B)	—	22B	23B	21	—
	T	17	18	19	22	23	—	—
25 July	U	24A	25A	26A	—	—	27	—
	L	24B	25B	26B	—	—	28	—
	T	24	25	26	—	—	—	—
14-15 Aug.	U	29A	30A	31A	34A	—	32	36
	L	29B	30B	31B	34B	35B	33	37
	T	29	30	31	34	35	—	—
25-26 Aug.	U	38A	39A	40A	43A	44A	41	45
	L	38B	39B	40B	43B	44B	42	46
	T	38	39	40	43	44	—	—
8-9 Sept.	U	47A	48A	49A	52A	53A	51	55
	L	47B	48B	49B	(52B)	53B	50	54
	T	47	48	49	52	53	—	—
25-26 Sept.	U	56A	57A	—	61A	62A	59	—
	L	56B	57B	—	61B	62B	60	—
	T	56	57	—	61	62	—	—
12 Oct.	U	63A	64A	65A ²	66A	—	—	—
	L	63B	64B	65B ²	66B	—	—	—
	T	63	64	65 ²	66	—	—	—
Total number of good samples	U	8	9	8	8	6	7	5
	L	8	6	6	6	6	7	5
	T	8	9	8	8	7	—	—

*The letters A and B following the numbers designate the upper (U) and lower (L) shrimp nets respectively, the other numbers referring to both halves of the otter-trawl samples. — : no sample. () : Sampling has probably not been fully effective (Brunel, 1968, and forthcoming paper). All trawl-half samples were good except on 5-6 June.

1 Bipartitioning net not yet operational

2 Considered as nocturnal samples: sunset at 17:30 h.

TABLE III

Key to the sample numbers used at sta. D112N in 1962,
and appearing on the scatter diagram of fig. 12 *

Starting time of sampling		Otter-trawl and shrimp nets					Gill-nets	
		09:	13:	17:	21:	01:	Day	Night
4 May	U	—	—	67A	68A	—	—	—
	L	—	—	67B	68B	—	—	—
	T	—	—	67	68	—	—	—
22-23 May	U	73A	74A	75A	69A	70A	77	71
	L	—	74B	75B	—	70B	76	72
	T	73	74	75	69	70	—	—
1-2 June	U	78A	79A	(80A)	83A	84A	81	85
	L	78B	79B	80B	83B	84B	82	86
	T	78	79	80	83	84	—	—
3-4 July	U	87A	88A	89A	92A	93A	90	—
	L	87B	88B	89B	92B	(93B)	91	—
	T	87	88	89	92	93	—	—
16 July	U	—	—	—	94A	—	—	—
	L	—	—	—	94B	—	—	—
	T	—	—	—	94	—	—	—
17-18 July	U	95A	96A	97A	100A	101A	98	102
	L	95B	96B	97B	100B	(101B)	99	103
	T	95	96	97	100	101	—	—
Total number of good samples	U	4	4	4	6	4	4	3
	L	3	4	5	5	2	4	3
	T	4	4	5	6	4	—	—

* The letters A and B following the numbers designate the upper (U) and lower (L) shrimp nets respectively, the other numbers referring to both halves of the otter-trawl samples. — : no sample. () : Sampling has probably not been fully effective (Brunel, 1968, and forthcoming paper). All trawl-half samples were good.

tion of the stomach contents analysis of the cod which were caught in 1951-54 (Corbeil, 1954 ; Brunel, 1965b).

1959

4-5 September

1960

Sampling in 1959-60

A single fishing method was used in these two years : one-hour tows with an otter-trawl, the characteristics of which are given in Table I. Seven cruises were made twice a month in 1960 at sta. D112N, and one was made in 1959 at sta. D113, on the following dates :

19-20 May

6-7 July

3-4 June

25-26 July

21-22 June

19-20 August

29-30 August

Each cruise consisted of six trawl hauls within a 24-hour period, at 09:00, 13:00, 17:00, 21:00, 01:00 and 05:00 h, Atlantic Standard Time. Only the 21:00 and

01:00 h tows could be made in complete darkness, since it was deemed necessary to trawl at regular intervals. A total of 40 trawl hauls were made in 1960, 6 having been made in 1959. A bathythermogram was recorded before each haul.

A total of 2456 individuals of cod, distributed among 46 samples, and from which 1148 stomachs were removed for food study, were taken in 1959-60 (Table IV). All the cod from each catch were counted and their standard length was measured to the nearest 0.5 cm on a measuring board. From these fish a sample of 15 individuals per haul was typically retained for food study in 1959, and 25 individuals in 1960. In spite of attempts to select sizes at random on deck, there was a tendency to select larger sizes (Table V). Sometimes the cod catch was too small to yield the desired number of stomachs. The total

number of samples, of captured cod, and of stomachs examined are given in Table IV. Age, weight, sex and maturity stages were not determined. All fish other than cod which were caught in the trawl were identified and counted, and the length of all Canadian plaice (*Hippoglossoides platessoides*) was measured.

Sampling in 1961-62

The same station as in 1960, sta. D112N, was again visited about twice a month in 1961-62, the 05:00 h tow, another diurnal tow most of the time, being cancelled, however. Dates and other details are given in Tables II-III. At this station, a total of 41 trawl hauls were made in 1961, and 23 hauls in 1962.

Beginning with the cruise of 27-28 June 1961, the following changes were brought to the 1960 protocol :

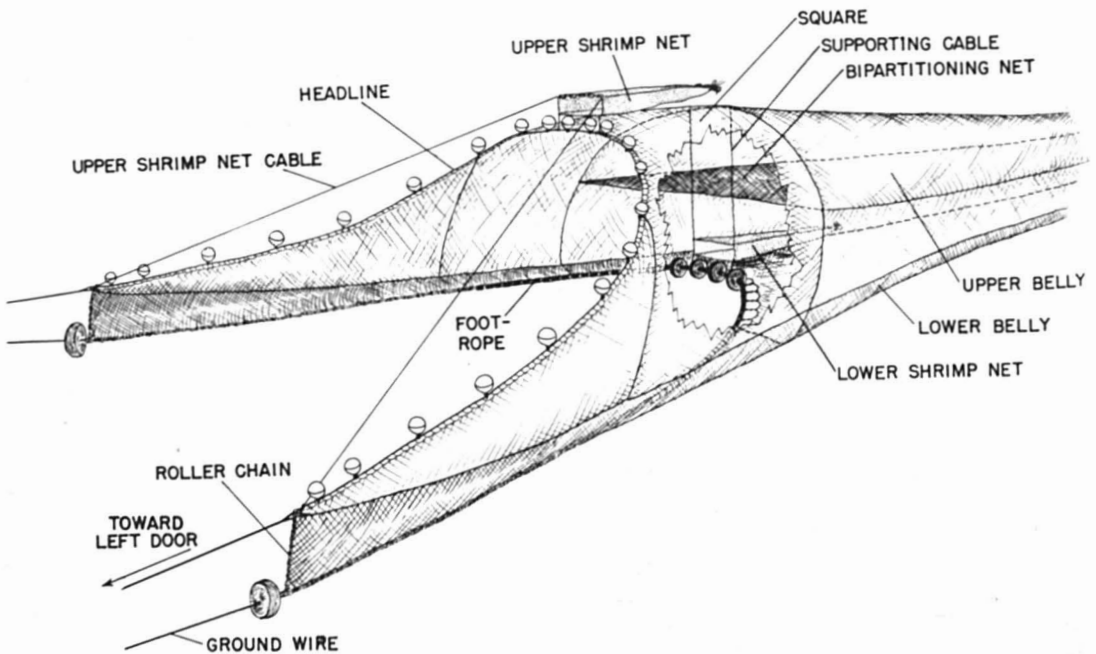


Figure 1. Probable appearance in fishing operation of the bipartitioned otter-trawl and of the two attached shrimp nets used at sta. D112N and D166 in 1961-62. For clarity, the usual working ropes attached to all otter-trawls are not shown. Drawing not to scale.

(1) The *otter-trawl* was horizontally *bipartitioned* through all its length, the lower half fishing from the ground to 1.8 metres (6 feet) above, the upper half from there to the head rope, or headline, probably some 3.7 metres (12 feet) above the ground (further discussion on this point below). Each half opened into a separate cod-end. The horizontal partition was made of a roughly triangular piece of 3.2-cm (1 $\frac{1}{4}$ -inch) mesh netting, 6.1 metres (20 feet) wide at its front edge, attached at the middle of two nylon cables 3.6 metres (12 feet) in length, stretching vertically across the trawl mouth between the ground rope and the square. The arrangement of this partition is shown on Fig. 1.

(2) Two small *shrimp nets* were attached to the trawl, as shown on Fig. 1, to sample directly and simultaneously the available hyperbenthic fauna and the cod feeding on it. These will be treated separately in forthcoming papers of the present series.

(3) *Trawl meshes* : A liner of 1.9-cm ($\frac{3}{4}$ -inch) mesh netting covered the trawl cod-end inside. I hoped thereby to increase somewhat the number of cod in each sample, but it merely reduced their size without significantly affecting numbers. However, the liner retained small fish of other species and plenty of shrimp, which were all preserved, identified and counted, allowing a very useful comparison with catches of the lower shrimp net for these important cod prey. The cotton liner used in 1961 had to be replaced in 1962 by a polythene liner, which markedly reduced the numbers of small fish and shrimp retained.

(4) *Two sets of gill-nets* were used at the same time, a lower net fishing on the bottom (technique described by Marcotte, 1961b) and an upper net fishing at 9 m (30 feet) above (3-5 m, or 10-15

ft., in June and on 11-12 July 1961). Each net was made of 2 green panels of 14-cm (5 $\frac{1}{2}$ -inch) stretched mesh and 2 white panels of 12.7-cm (5-inch) and 15.3-cm (6-inch) mesh. The gill-net pair was set 11 times by day and 8 times by night (7 and 5 sets in 1961, 4 and 3 in 1962). They were 10-12 hours in the water on each occasion, except in June 1961 (6 h by day and 15 $\frac{1}{2}$ -18 h by night) and on 17-18 July 1962 (about 17 h by night), being usually set between 07 : and 09 : h, hauled and re-set between 18 : and 20 : h, and hauled again between 07 : and 09 : h. In clear weather, trawling was done around the gill-nets, in a circle some 1.5-3 km (1-2 miles) in diameter. Otherwise it was to and from their lighted buoys on a straight course.

(5) A recording *echo-sounder* (Kelvin and Hughes No. MS-29, frequency : 30 kilocycles) was used continuously during each tow, and generally also on the way to and from the sampling station, to record cod or other fish in midwater. A depth range of about 55 metres (30 fathoms) above the sea-bed was scanned with the hope of discriminating more readily than with a broader range as many fish as possible at the depths actually sampled by the trawl and gill-nets. It was found too late (16-18 July 1962) that scanning from the surface to the bottom might have been more advantageous. Wet recording paper was used at a speed of 1.52 cm/min. (0.6 inches/min.), and marked by an iodine-based chemical reaction. This paper being used for the first time in 1961 by the Station de biologie marine, little experience was available and the marks were found to fade when exposed to too much moisture or light before complete drying. Some echograms were lost in this way.

(6) Before each tow, and beginning on 11-12 July 1961, a bottom water

sample and *temperature* reading were taken with a Nansen reversing bottle and thermometer, and the *salinity* was later determined with a conductivity meter.

(7) When the total catch was large enough, 15 cod stomachs were removed from the fish in each half of the bipartitioned trawl. All gill-netted cod were opened for stomach analysis, except those of 17-18 July 1962 at night.

In 1961-62, a total of 4076 individual cod, distributed among 165 samples, were taken, and 1853 stomachs were examined for food (Table IV).

Some further particulars of the 1961-62 program should be recorded also. The cruise of 5-6 June 1961 had to be used to try out the various new techniques to be added in 1961-62, and therefore it was incomplete in several respects: echo-location was very limited, the bipartitioned trawl apparently did not work properly, the upper shrimp

net alone was used, and the upper gill-net was set rather too close to the seabed.

On 5-6 September 1961, an additional 24-hour cruise was made on the slope of Miscou Bank, at sta. D166, on shallower and harder ground than at sta. D112N. No gill-nets were set on this cruise, and the 17:00 h trawl haul had to be cancelled to allow time for trawl repairs. Further details are given in the previous section.

On 4 May 1962, a special cruise (Table III) on a chartered commercial trawler allowed use of the bipartitioned trawl for a diurnal and a nocturnal tow, and served to extend the seasonal coverage of the regular samplings. No gill-netting nor echo-location of fish could be made, and the doors of the trawler, heavier (about 250 kg, or 550 lbs) than those used in other cruises, had to be used. I do not think that fishing yield was much affected by this change, since

TABLE IV

The otter-trawl (OT) and gill-net (GN) samples available for study from 1959 to 1962

Year	Sta. no.	Number of samples		Number of cod taken		Number of stomachs examined	
		OT	GN	OT	GN	OT	GN
1959	D113	6	—	234	—	90	—
1960	D112N	40	—	2222	—	1058	—
1961	D112N	77 ¹	24 ¹	2702	166	1133	166
1961	D166	4	—	418	—	120	—
1962	D112N	46 ¹	14 ¹	686	104	371	63
Total		173	38	6262	270	2772	229
		211		6532		3001	

1) Paired samples (upper and lower trawl half), except for the five trawl samples of 5-6 June 1961.

the trawl was prevented from undue vertical or horizontal spreading by the vertical supporting cables and the horizontal partitioning net.

During the two cruises of July 1962, fishing with gill-nets was particularly difficult: currents, the strongest which were met at sta. D112N, pulled the nets and ropes with such force that the buoys were sunk under the water surface for extended periods of time. On 3 July, the day nets came up so entangled that night fishing was impossible. On 18 July, in spite of much search with the Decca Navigator, the nets could not be found in the morning. It was only in the afternoon that the boat went back and found them. In the absence of the author on board, the fish were counted but unfortunately not kept for stomach analysis.

Statistical computations and symbols

The raw figures of numbers of individuals used as basic data in the present work are markedly variable. Before undertaking computations, it was necessary to determine the type of frequency distribution of these data, to make sure that conventional statistical techniques could be applied (Cassie, 1962). This was done in two ways:

(a) Means and standard deviations were computed from the numbers of individuals per sample, for annual and daily groups of samples, upper and lower nets being kept separate, and plotted one against the other. The mean was found to be directly proportional to the standard deviation for values above unity (mean > 1 in 79 cases in 1961, 74 in 1962, excluding zero means), and was proportional to the variance for lower values (mean < 1 in 24 cases in 1961, 24 in 1962, excluding zero means). This showed that a hyperbolic transformation had to be applied to the

raw data (Barnes, 1952). In practice, however, and considering especially the limited accuracy of the sampling methods, the logarithmic transformation is recommended by Barnes (op. cit.) and Cassie (1962) as being almost as good and much simpler to use. Since zero frequencies were very numerous in the results, the $\log(x + 1)$ transformation was adopted.

(b) The cumulative frequencies of 23 different species in 127 annual groups of samples were plotted on log-normal probability paper, as described by Cassie (1962) and previous authors cited therein. Diurnal and nocturnal, upper net and lower net samples were kept separate, and samples from both the trawl and the shrimp nets were examined in this way. This provided additional information on the aggregation patterns of the species and on the effectiveness of the sampling methods. Curves were fitted by eye to the datum points. The results of these plots are presented and discussed in Brunel (1968, and forthcoming paper). It is realized that this graphical method as used here has severe limitations: the small numbers of samples (7 to 22) must especially be kept in mind, as well as the fact that the selected annual groups of samples incorporate without distinction at least three important sources of variation, that of the sampling method itself, that of the natural and usual dispersion pattern of the species (such as schooling), and some seasonal variation. However, it seems that the results, when compared among species, between day and night, and between the two stratified nets, reveal some regularities to which further study might give real biological significance. For the present purpose, the important result is the predominance of the log-normal distribution, which was obtained in 49% of the groups of samples and of

a more negatively skewed distribution tending toward the negative binomial distribution, in another 28% of cases.

The predominance of the log-normal distribution of course confirms the validity of the logarithmic transformation as a means of normalizing the distribution of the data before statistical tests, as discussed by Cassie (1962). But the latter author also indicates (p. 70) that "the log-transformed negative binomial data would be an acceptable approximation to normal in all but the most exacting of investigations". The present study cannot be considered as of the latter type, and therefore the logarithmic transformation may be assumed to normalize the distribution in 77% of the groups of samples studied in my work. Only in 4% of cases would the logarithmic transformation be a little too drastic, bringing about a distribution more positively skewed than the log-normal. But again the practical difference may not be important enough to cast serious doubts on the results. Bi- and tri-modal distributions, which occurred in about 13% of the groups of samples, should strictly be broken down into their component distributions. However, it was considered more practical and time-saving, at least at the present stage of the investigation, to treat them as wholes like the others, and also apply the $\log(x + 1)$ transformation to their frequencies, even at the risk of sacrificing some accuracy in the results. In the case of cod, however, it was found that the bimodality of their frequency distribution in 1962 had in fact been removed by excluding the large catches of 16-18 July 1962 from the seasonal groups of samples selected for statistical analyses. Cassie (1962, p. 69), in discussing the negative binomial distribution, also observes that "it is difficult to demonstrate non-randomness in sets of samples with a mean less than unity". Statistical tests on such

scarce species were accordingly not attempted in the present study.

Because of the large number of sample groups, and hence of statistical tests, which it is and will be possible to devise with the data of the present investigation, the available figures have been punched on computer cards and a number of elementary computations such as means and standard deviations have been machine-processed. However, since the shrimp-net and cod food samples are still incompletely analyzed and in view of the time required and of difficulties encountered to prepare and test adequate programs, it was decided, in this first stage of the investigation, to limit the number of statistical tests to those which were considered to be of major importance and which could be made with a desk calculator. The data on cod catches were subjected to the most thorough treatment: simple one-factor analyses of variance and Chi-square tests on absolute abundance, absolute frequency and the \bar{K} ratio (defined in appendix I).

The cod data are presented in detail below since they serve as a model for the parallel data on hyperbenthic prey and stomach contents, which are submitted to the same tests and can therefore be reported on more summarily elsewhere (Brunel, 1968, and forthcoming papers of the present series).

The statistical quantities used in the present study to analyze the data on cod itself (thus excluding stomach contents) are listed and concisely defined in algebraic form in appendix I. The biological concepts and premises on which the selection of these parameters is based, and of course their interpretation, must however be discussed with the biological results below.

Greatest use has been made in the present investigation of the handbook

of Simpson, Roe and Lewontin (1960) on statistics as applied to zoology, complemented by the papers of Barnes (1952) and Cassie (1962).

Effectiveness of the two-level nets

Three problems of sampling effectiveness have to be examined, which involve both the bipartitioned trawl and the two-level shrimp nets. These are the actual fishing height of the headline and the spread of the bipartitioned otter-trawl, the possible destruction of their natural hyperbenthic layering in fish scared by the advancing trawl, and the intrinsically greater catching power of the lower trawl half and lower shrimp net. The first problem is one of trawl construction and hydromechanics, and the other two depend mostly on fish and invertebrate behavior.

The *headline height and trawl spread* determined the maximum distance from the ground at which sampling took place, as well as the opening height of either trawl half. It can be seen from Fig. 1 that the effectiveness of the horizontal net used to divide the trawl should depend on the lifting force exerted by the headline. The stronger this force, the tighter the vertical supporting cables, and the more nearly equal in height the two halves of the trawl mouth at the front edge of the belly. The length of the supporting cables therefore had to bear some relation with the headline height.

The problem of determining the exact opening height of the headline of an otter-trawl is a complex one which is dependent on several factors. Some of these factors, interrelated with each other, are the towing force and the speed of the boat, the shape of the trawl (depending on its type), the horizontal spread of the trawl exerted by the doors, the kind of twine of which the net is made, the length of the foot-rope and

that of the headline, the number and kind of floats attached to the latter, the type of warp and bridle (leg) arrangement. Knowledge of some or all of these factors may lead to an estimate of the opening height of the trawl, but direct measurements of that height are required on each particular model of trawl for any accurate determination of that height.

The only published measurements of this type which I could find in the literature concerned trawls of European or Japanese types, different from the Vigneron-Dahl or Yankee type of trawl used in the present work. This trawl is known for its property of raising the headline to a greater height than other types of bottom trawl (de Loture, 1946). In our trawl, the roller chains (Fig. 1) already give the headline ends a start of 1.5 m (5 feet) in this direction.

Steps were taken at the beginning of the present study to secure measurements of the headline height during the trawling operations. Before sampling, it was found that the pressure-sensing devices used by some fishing gear research establishments to measure headline height were not yet available on the market. Unsuccessful attempts were made to obtain this measurement with a simple device (Carruthers, 1960) consisting of a straight bottle attached along a cord and filled with hot gelatine, whose surface jelled at a measurable angle with the cord.

The headline height had therefore to be estimated – and controlled if possible – by the study of a scale model of the trawl. The headline and foot-rope were given shapes approaching those shown by de Boer (1959), and this gave a headline height of about 5.2 m (16 feet). This height is certainly close to the maximum which can be attained by a normally mounted trawl of the type involved here. Minimum height with this

same trawl is presumably obtained with a maximum horizontal width, the latter depending on the adjustment of the tilt of the doors and of the towing speed. On the other hand, the shrimp nets, special cables and partition added to the trawl used in the present work certainly affected its normal behavior. Since these changes were impossible to evaluate in any accurate way, it was decided that the best means to ensure effectiveness of the bipartitioning system lay in attempting to prevent the trawl from expanding fully in height and possibly also in width. The bipartitioning net, triangular in shape, was therefore cut with a maximum fore edge width of 6.1 m (20 feet), which imposed a limit to the lateral spread of the belly, and may have influenced its general shape so as to give room for vertical lift on the supporting cables. The latter, on the other hand, were cut at a length of 3.7 m (12 feet), 1.2 m (4 feet) less than the expected maximum of the headline height. In this way, the two supporting cables and the fore edge of the horizontal partition are thought to have been kept tightly stretched across the inner mouth of the trawl. The headline itself may have been lifted to a greater height, but I doubt that it was lifted much higher than the rest of the trawl. Twelve feet (3.7 m) is probably a reasonable estimate of the maximum height attained by the headline and upper fore edge of the belly.

The *disturbance of natural layering* of the animals is a sampling problem involving the actual behavior of fishes and invertebrates as they became aware of the approaching otter-trawl. Did fish lying on the bottom swim up into the upper half of the trawl, and could those swimming above the bottom, at upper-half level, dart down into the lower trawl half? Direct evidence on this point could only have been obtained with elaborate underwater television equip-

ment which was not at my disposal. However, according to Blaxter and Parrish (1966), recent "experiments suggest that the usual response of fish to bottom trawls is to escape sideways rather than upwards", and that cod reactions to an approaching trawl in daylight are initiated at an average distance of 0-1.2 metres only. Beamish (1966b) photographed nearly 600 cod ahead of advancing trawls in the Miscou Bank area, and likewise noticed only forward and no upward swimming of the fish. Vertical mixing of fish may thus be assumed to have been of minor importance. Information is lacking to evaluate similar behavior in invertebrates, but since swimming and visual powers are involved, it is surely of diminishing importance the smaller the animals are as compared to the scale of the trawl wings.

Sonar data and the internal coherence of the results provide some evidence that the horizontal partition was effective in preserving natural cod layering. This is more conveniently discussed in connection with the interpretation of the results.

The *greater catching power of the lower than the upper nets* – trawl and shrimp net – was very general throughout the present study, especially in 1962 and during the day. This can be seen (Brunel, 1968, and forthcoming paper) from the mean relative catch of the upper net (\bar{K} ratio, as defined in appendix I). In the yearly average, all fish but large cod were less abundant in the upper than in the lower trawl half, large cod in 1961 by day being almost equally plentiful in both halves. In the shrimp nets, only two categories were more numerous at the upper level in the two years by day, and three others in one year only. At night, eight categories were more abundant in the upper net, all in 1961, only one of these also in 1962. Altogether only 14

out of these 72 groups, i.e. about 20%, were better represented in the upper than in the lower net.

There were three reasons to expect these larger catches in the lower nets, and to conclude that the difference was intrinsic to the design of the apparatus. The first and most important is the *herding effect*: the sweep of the trawl doors, bridles and wings (Fig. 1) are known to raise a mud screen on either side and ahead of the advancing trawl mouth or to scare fish otherwise and herd them ahead and inward until swimming fatigue compels them to allow the trawl mouth to overtake them (Blaxter, Parrish and Dickson, 1964; Blaxter and Parrish, 1966). One sees on Fig. 1 that this herding effect should be most effective close to the sea-bed and would not tend to herd fish into the upper half to the same extent, knowing (op. cit.) that the vertical movements of the herded fish are limited. Since herding depends mostly on vision (op. cit.), it should be more pronounced (a) under stronger light and (b) for more effective swimmers with good eyesight. This is in fact what was found in experimental tanks and at sea by Blaxter *et al.* (op. cit.) and Beamish (1966b). These authors worked with fish, but there is increasingly cogent evidence that swimming Crustacea with good eyesight have similar reactions of escape from approaching plankton nets and thus avoid capture (Fleminger and Clutter, 1965; McGowan and Fraundorf, 1966). These reactions vary with species and create sampling problems still largely unsolved, but against which a larger-mouth net is generally recommended (op. cit.). This was the essential improvement introduced by the Vigneron-Dahl modification of the otter-trawl (Bagenal, 1958).

My data contain evidence of this double effect of light and visual powers on herding, and they do so for both the

trawl and the shrimp nets. Although this evidence is best discussed with the presentation of the data on the hyperbenthic community (Brunel, 1968, and forthcoming paper of the present series), it suggests essentially that the herding effect appears greater in daylight than in darkness, and in the lower than in the upper trawl half, apparently decreases seasonally from the summer solstice to the autumn equinox, and seems greater for animals with eyes than for blind ones. The data nevertheless indicate that this effect is superimposed upon a more natural hyperbenthic stratification of the animals, and that care must therefore be exercised in the interpretations.

A second reason to expect smaller catches in the upper net mostly involved the otter-trawl. Fig. 1 shows that the smaller cross-section area of the mouth of the upper trawl half, as compared with that of the lower half, allowed the upper net to filter a smaller volume of water. This difference seemed unavoidable, and the effort was rather directed toward securing fish from two water slices of equal thickness (1.8 metres, or 6 feet) by proper adjustment of the supporting cables. On the other hand, it could not be ascertained that the mouth of the upper shrimp net was always open to its fullest extent, whereas the way in which the lower shrimp net was hung almost certainly ensured that it was fully open. The larger catches of the upper net in many tows suggest that it could probably function suitably for the coarse level of accuracy of the entire sampling program. On the uniformly flat ground at D112N, its performance was presumably fairly stable, except in those few instances of anomalous relations with the lower net catches which are diagnosed on the scatter diagrams (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the present series).

A third reason which could conceivably have decreased the relative

catch of the upper net applies only to the otter-trawl. Small fish having entered the upper trawl half were exposed to a greater surface of large-mesh netting — the top and sides of the belly above the small-mesh partition — than the fish which entered the lower half, where opportunities for escape through the larger mesh were limited to the sides of the belly below the partition and above the sea-bed. In practice, however, it is generally believed by fishing gear specialists that there is very little escape of fish in this section of an otter-trawl, most escapes occurring through the cod-end (ICNAF, 1963). Since the same small-mesh liner covered the two cod-end bags of my trawl, it is thought that this third factor for a lower catching power of the upper half was much less significant than the first two.

Catches were so frequently larger in 1962 than in 1961 (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the series) and above all, in the former year they were so generally smaller (i.e. K ratios were smaller) in the upper net than in the lower net than they were in 1961 (*op. cit.*) that the comparability of the samples from the two years might be questioned. This is a legitimate doubt not only because the stronger light of the solstice season could enhance the herding effect in 1962 but also because the trawl, and therefore the shrimp nets, had to be rigged anew in 1962, and because currents at sta. D112N were much stronger in at least two cruises of 1962 than at any time of 1961 (Brunel, 1970). Synthetic netting, such as that which in 1962 replaced the cod-end worn out in 1961, usually retains fish better than natural fibres (ICNAF, 1963), yet catches of large fish were smaller in 1962 than in 1961. The shrimp nets were the same in the two years, and one would therefore have to invoke an altered hydrodynamic behavior of the entire trawl

to explain the radically altered catch differential between the upper and lower shrimp nets in 1962. This is not unlikely, unfortunately, given the coincidence of strong erratic currents in that year. One may imagine for instance that in 1962 the trawl was more often swept off the ground so that it sampled longer in mid-water than in 1961. An oscillating behavior of this kind could explain for 1962 the larger numbers of pelagic forms, the much smaller numbers of benthic forms (especially epibenthos), the larger fluctuations of catches, and the relatively stable K ratios representing cross-sections at fluctuating levels through a regular gradient of increasing density of the animals from midwater to the bottom. I cannot assess the probability of such trawl behavior from the pattern of my samplings.

With respect to the two-level gill-nets, there are fewer reasons to doubt that the upper net in fact sampled fish at the distance at which it was set above the sea-bed, and that its fishing power was approximately the same as that of the lower gill-net. In 1962, however, the impact of the strong currents mentioned in the previous paragraph was felt in fact from the sinking of the gill-net buoys for extended periods of time, and an altered fishing performance of an unknown nature is likely for the gill-nets in that year.

Results

Sizes of cod and gear selectivity

Some uncertainty arises as a result of the different mesh sizes, and more remotely of the different materials, of the cod-ends used in 1960-62: selection of fish by size must have occurred, possibly affecting in turn the number of cod caught. From data given by Clark, McCracken and Templeman (1958), a trawl with a 10-cm (4-inch) mesh cotton

TABLE V

Comparative size distribution of the total cod catch
and of cod examined for food at station D112N,
5 May - 30 August, 1960-62 *

	Length class (cm)	1960	1961				1962			
		Otter-trawl	Otter-trawl			Gill-nets	Otter-trawl			Gill-nets
			Upper half	Lower half	Total		Upper half	Lower half	Total	
Total cod catch	11-30.5	2.6	4.8	14.6	10.7	0	0	7.2	6.0	0
	31-50.5	46.6	72.9	68.8	70.4	26.9	64.4	62.8	63.1	13.6
	51-70.5	44.4	20.2	15.3	17.2	62.3	33.0	28.0	28.9	75.7
	71 +	6.4	2.1	1.4	1.7	10.8	2.5	1.9	2.0	10.7
	Number of individuals	2222	1052	1629	2681	167	118	568	686	103
Cod examined	11-30.5	1.3	0.8	7.6	4.5	0	0	8.9	6.4	0
	31-50.5	32.7	66.2	63.6	64.8	26.5	61.8	46.8	50.7	17.5
	51-70.5	50.0	28.7	25.1	26.7	62.7	35.1	40.3	39.1	71.4
	71 +	16.0	4.3	3.7	4.0	10.8	3.1	4.0	3.8	11.1
	Number of individuals	1058	512	621	1133	166	97	274	371	63

*Figures are percentages of the total number of cod.

cod-end, such as that used in 1960, gives no representative sample of cod smaller than 33 cm, and samples only imperfectly those between 33 and 43 cm, retention being 50% of the 37-cm fish. No data are apparently available for cod on the selectivity of small-mesh cod-ends such as the 1.9-cm ($\frac{3}{4}$ -inch) mesh liner used in 1961-62. On the other hand, more large fish are caught with the larger mesh - 9-11% more for haddock (op. cit.) -. Furthermore, stiffer twines, such as polythene, let more fish escape than more flexible ones like cotton; the latter factor, however, does not produce great differences in the size distribution of the catch (op. cit.).

The factors just mentioned of course account greatly for the larger size of the fish taken in 1960 with the larger-mesh trawl (Table V). That they did not completely mask yearly and seasonal differences in the size distribution of the fish is suggested (Fig. 2 and Table VI) by the fact that small cod (31-50 cm in length), with 275 individuals, made up 80% of the catch on 19-20 May 1960, decreasing gradually to some 20% on 5-6 July, whereas in 1961 (Fig. 3 and Table VI), fish of these sizes kept making up about 70% of the catch from 27-28 June. Ascribing the observed size distribution in 1960 solely to mesh size would mean assuming that the predominance

of small cod was even greater than 80% in May 1960 and still great in June, whereas it was not higher than that in May 1962 in the small-mesh trawlings. Such an assumption, although not unlikely, seems improbable. Smaller meshes in 1960 might have brought in more cod in the small size groups (which is questionable), but possibly less in the large size groups. Assuming that a certain balance between these two opposing factors has been reached, it seems reasonable to accept the 1960 figures for cod numbers as comparable to those of 1961-62, with an undetermined systematic error.

Seasonal fluctuations in the proportion of small cod in the total catch appear to have followed a similar trend in the five years 1958-62. The data for sta. D112N in 1960-62 (Table VI) show that small cod had greatest relative numerical importance toward the end of May, but rapidly lost this dominance as

larger cod moved in (Fig. 6) until the middle of July. Thereafter large cod lost again this relative importance, but did so rather gradually. In 1958 and 1959, the proportion of cod smaller than 38 cm in the same general area also decreased to a minimum in early July and increased afterwards (Marcotte, 1959, 1960).

Slightly larger fish were caught in the upper half of the bipartitioned otter-trawl than in the lower half, mainly in the day and in 1961. Average figures showing this on an annual basis are given in Table V, and more details can be found in Fig. 2, 3 and 4.

In the present study, two size groups of cod are compared, those having lengths of 50.5 cm and less, and those having lengths of 51 cm and more. This size segregates, with some arbitrariness but also with statistical validity, immature from mature fish (Powles, 1958).

TABLE VI

Seasonal changes in the proportion of small cod (31-50.5 cm) in trawl samples from sta. D112N, 1960-62 *

Dates	1960		1961		1962		Trend
	Day	Night	Day	Night	Day	Night	
May 1-15	—	—	—	—	45	60	low ?
May 15-31	82	77	—	—	75	75	high
June 1-15	58	63	78	100	74	47	rapidly decreasing
June 15-30	42	43	74	79	—	—	
July 1-15	28	22	79	73	59	62	
July 15-31	49	30	86	—	76	72	slowly increasing
Aug. 1-15	48 ¹	45 ¹	82	73	—	—	
Aug. 15-31	—	—	87	81	—	—	
Sept. 1-15	—	—	88	84	—	—	
Sept. 15-30	—	—	86	78	—	—	
Oct. 1-15	—	—	87	87	—	—	

*Figures are percentages of the total diurnal or nocturnal catch.
1) Average of two cruises.

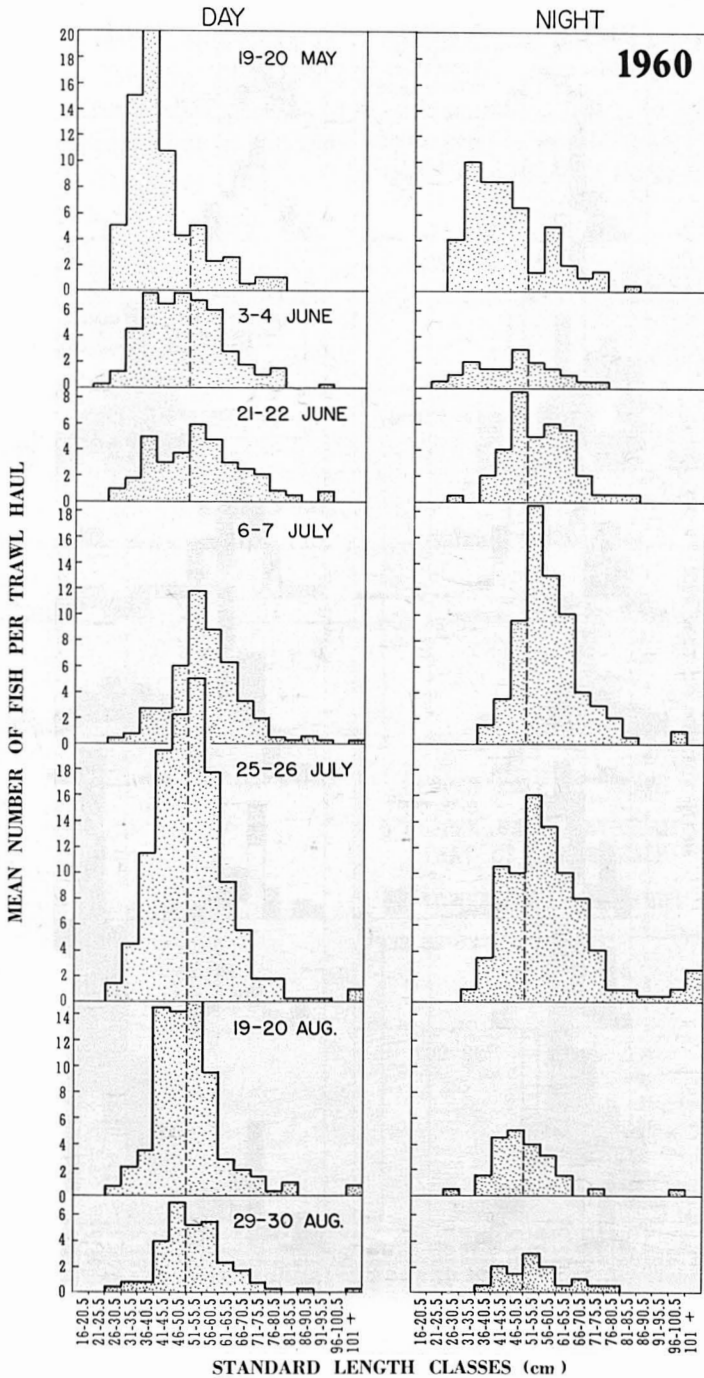


Figure 2. Day and night frequency distribution by size of cod trawled at sta. D112N in 1960 with an unpartitioned otter-trawl without fine-mesh liner net inside the cod-end. The data are based on 4 day tows and 2 night tows per cruise.

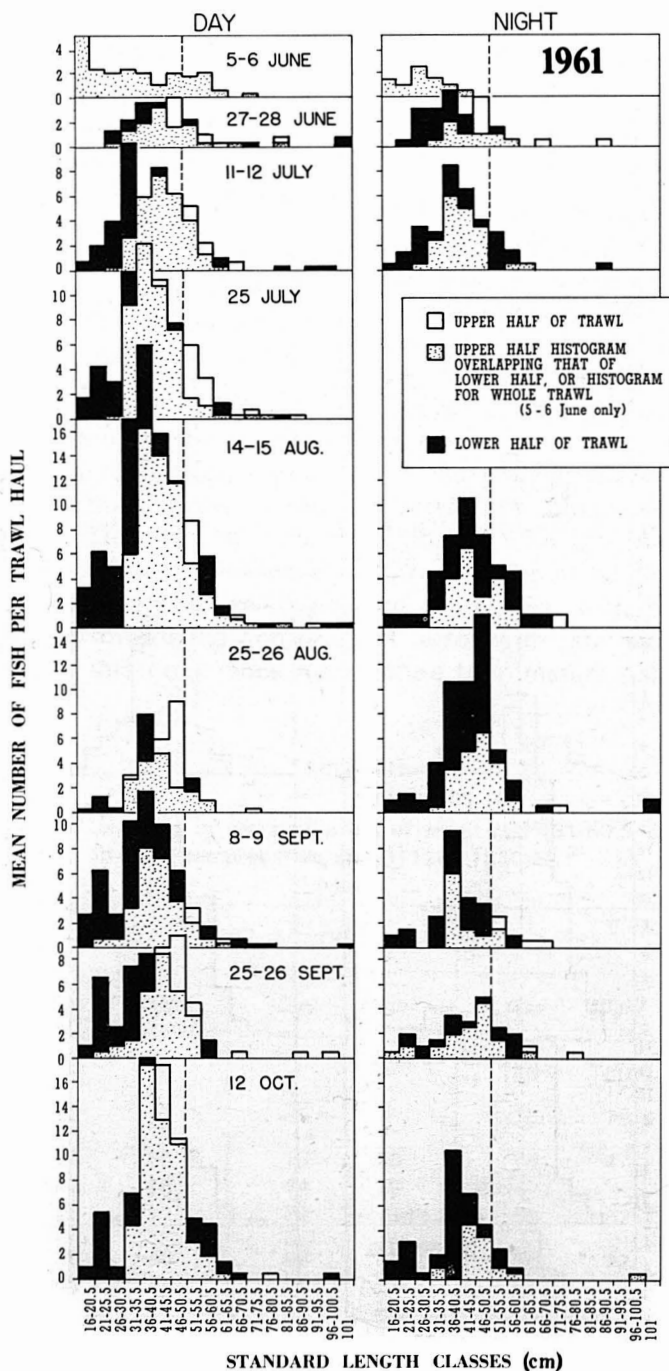


Figure 3. Day and night frequency distribution by size of cod trawled at sta. D112N in 1961 with a bipartitioned otter-trawl with a 1.9-cm ($\frac{3}{4}$ -inch) mesh cotton liner net inside the cod-end. The data are based on 3 day tows (2 on 25 Sept.) and 2 night tows (one on 12 Oct.) per cruise.

It also separates small fish which are unlikely to eat herring from those which can do so (Brunel, 1961b, 1968), and has been used by Brotskaya (1933) and Rae (1967, 1968) in their cod feeding studies. There is another important biological reason for dealing separately with these two size (and age) groups of fish, as will become apparent in the discussion.

In order to avoid the problems of size selectivity of fishing gear which have been mentioned in the previous paragraphs, and those of intrinsic differences in catching power between these gear, comparisons in the following sections are made within each size group, gear and year, by using as often as possible the relative catch values (N_r and K) defined in appendix I and discussed below.

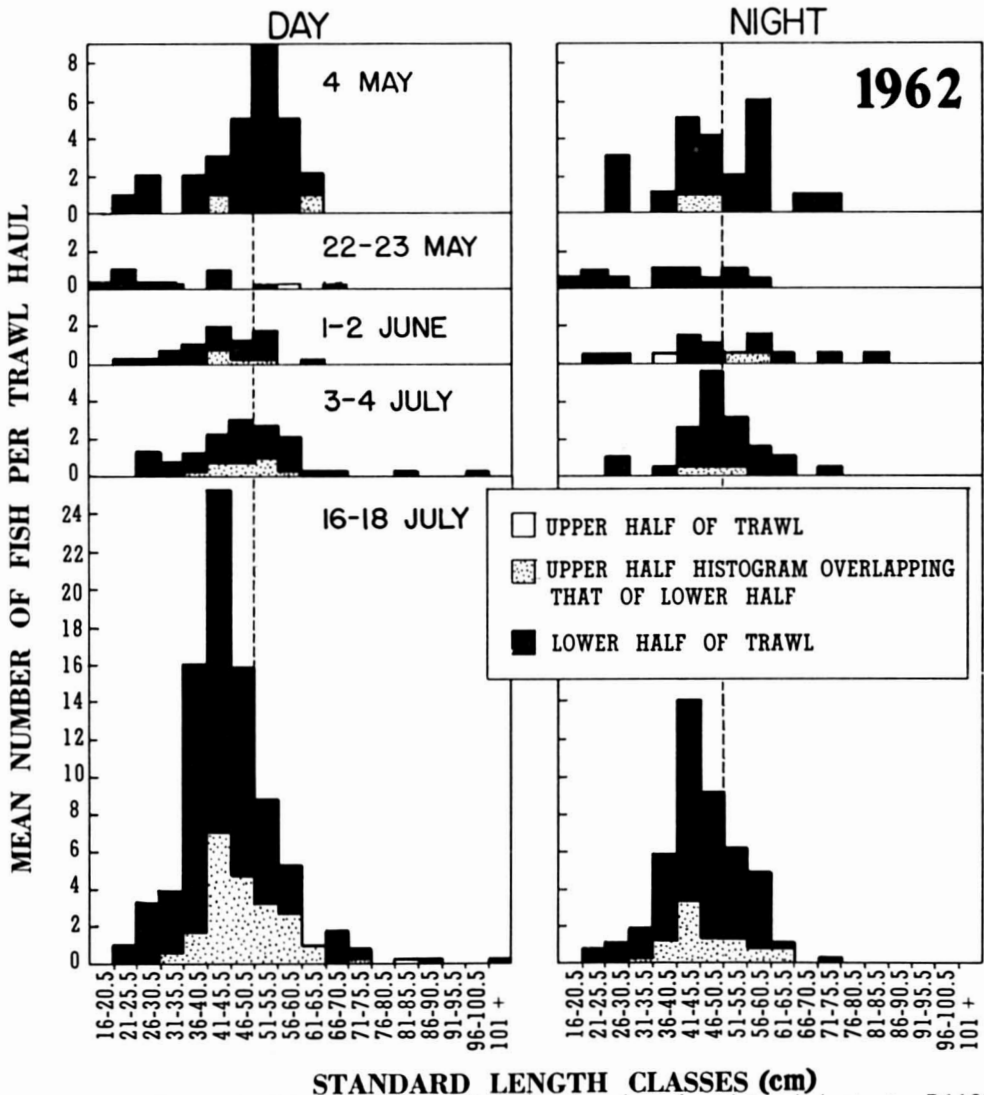


Figure 4. Day and night frequency distribution by size of cod trawled at sta. D112N in 1962 with a bipartitioned otter-trawl with a 1.9-cm ($\frac{3}{4}$ -inch) mesh polythene liner net inside the cod-end. The data are based on 3 day tows (1 on 4 May) and 2 night tows (1 on 4 May and 3 on 16-18 July) per cru se.

Seasonal trends of demersal catches at sta. D112N

The low abundance of cod at the main sampling station (D112N) in 1960-62 was to be expected, since this fish does not normally seek in any numbers the cold intermediate layer and mud bottoms. The catch — an average of 53 fish per haul in 1960, 60 in 1961 and 27 in 1962 — was sometimes so small (minimum: 3 fish) that reliable data on food or on cod vertical distribution could not be obtained for these individual samples (on 22-23 May and 1-2 June 1962, in particular), making lumping of samples necessary for statistical treatment. But most samples seemed adequate for the purposes of the present study.

Seasonal fluctuations of the mean trawl catch in 1960-62 are shown in Fig. 5. As discussed in the previous section, the data of 1960 are assumed to be numerically comparable to those of 1961-62. Removing cod smaller than 31 cm scarcely alters the general pattern which, for the three years and as far as

the seasonal coverage goes, is largely similar: a decrease in the catch from May to June, least catches in June, an increase in July-August, and a decrease toward the end of August. The main differences between the three years may be summarized as follows: the period of smallest catches centered on June was the longest in 1962, when it also yielded the smallest catches; it was the shortest in 1960, and produced the largest catches; it was probably of intermediate duration in 1961, yielding medium-size catches. The late summer period of decreased catches, however incompletely established, gives indications of having been more pronounced in 1960 than in 1961. Figure 5 further shows that the three curves come closest together in the middle of July, to a "node", so to speak, where the mean catch may be estimated at about 80 individuals per hour in the 3 years.

Further information on the demersal abundance of cod at sta. D112N may be obtained by plotting separately the diurnal and the nocturnal catch, and the

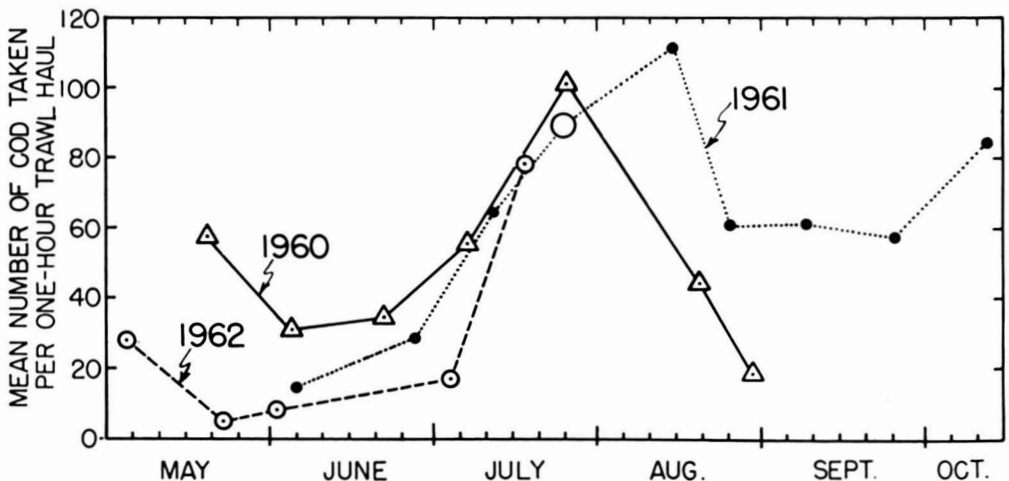


Figure 5. Seasonal and yearly variations of the trawl catch of cod at sta. D112N in 1960-62. Each symbol represents the average between the mean day catch and the mean night catch. Since no night tows were made on 25-VII-61, the large circle represents an estimate based on a night catch computed as being 60% of the day catch. Three errors left uncorrected in this figure as published by Brunel (1965b) are not of such magnitude as to alter the trends.

small and the large cod, against time. This is done in Fig. 6 in which the catches of individual hauls are given to convey an idea of sampling and daily variation. A number of new features are revealed by these curves. The most obvious is the generally lower level of catches at night, which is studied in greater detail in the following sections. Another feature, common to the three years, is that it is for small cod in the day that the June period of poorer catches is most distinctly marked off from the subsequent increase in July. Conversely, the late summer decrease is sharper for large cod at night, as shown in 1960 and 1961, being greater in the former year. For either size group, the seasonal changes in the diurnal catch are fairly similar to those of the nocturnal catch in 1961 and 1962, but they are not so in 1960.

The seasonal fluctuations of the gill-net catches agree with those of the trawl catches only in the broadest of terms: better diurnal catches, better catches in August than in June 1961, and an ex-

tremely great increase in numbers on 17-18 July 1962. The lack of agreement in detail can be explained by the greater sampling variation of the gill-nets, due to the uniformly lower number of gill-netted fish, and the absence of replicate samples from the same period of the day, and sometimes also from the other part of the daily solar cycle.

Vertical distribution in midwater

Echograms

In the cold and muddy environment selected for sampling, the scarcity of cod was often so critical that only a few fish were recorded on the echograms during the trawl hauls. Yet, in spite of these small numbers, and apart from the really poor May-June cruises of 1962, it proved possible to obtain from the echograms quantitative information which complemented and corroborated the two-level samplings near the bottom and the day-and-night differences in the total catch.

There is hardly any doubt that the small comet-shaped traces recorded

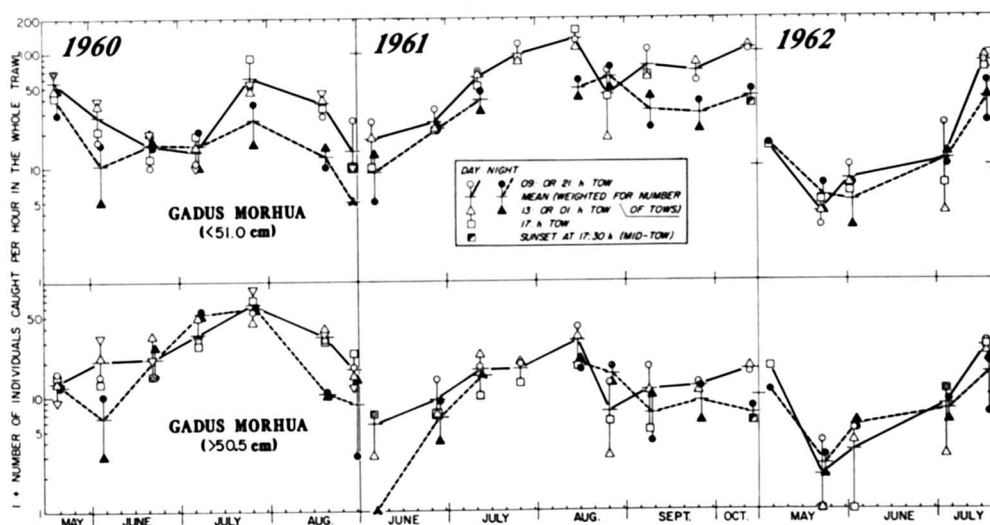


Figure 6. Seasonal and yearly variations in the diurnal and nocturnal trawl catches of small (<51 cm) and large (>50.5 cm) cod at sta. D112N in 1960-62. Fish from both trawl halves have been combined in 1961-62.

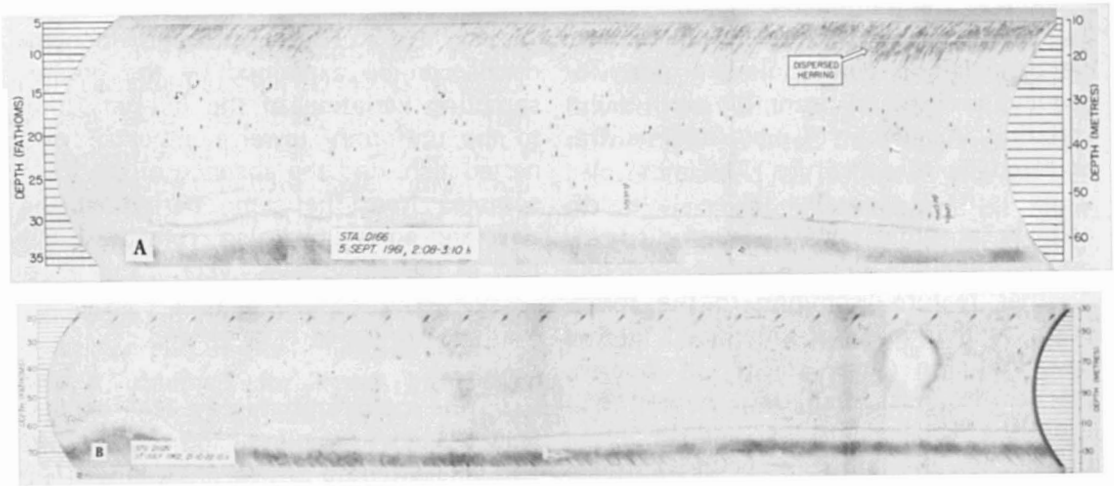


Figure 7. Some echograms recorded in 1961-62 at stations D112N and D166 (Miscou Bank), showing numerous single cod in midwater at night and, in (A), a surface scattering layer attributed to herring dispersed at night. The approximate distance covered by each echogram was about 3.7 km (2 nautical miles). A pencil mark has been made besides each cod trace.

until 3-4 July 1962 (Fig. 7A), using a slow paper speed, and the "thumb-nail" traces recorded on 16-18 July 1962 (Fig. 7B), with a faster paper speed, were actually due to individual cod. The only other abundant fish which could make similar traces in midwater in the Gulf of St. Lawrence are haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and redfish (*Sebastes marinus*), and neither of these occurs in any significant numbers in Baie des Chaleurs. Only a few "comet" traces, apparently too large for single cod unless they were unusually large individuals, raised some doubts; they may have been very small schools of capelin or herring. Among the truly benthic fish of a size likely to be recorded individually, neither of the two most abundant, Canadian plaice (*Hippoglossoides platessoides*) and arctic eel-pouts (*Lycodes*), are known to assume a part-time pelagic behavior in the area (although spawning plaice were found to move up to 30 m off bottom in the Cape Breton area by Beamish, 1966a) and my two-level samples have not shown them to do so to any significant extent either.

Quantitative results of the echo-location observations made in 1961-62 are presented in Fig. 8. The most clear-cut patterns of cod nocturnal vertical migrations were recorded on 5-6 September 1961, on Miscou Bank, and on 16-18 July 1962, at sta. D112N. The migrations observed on each cruise were classified according to their diurnal or nocturnal character (Table VII).

Inspection of the seasonal pattern will reveal that there is a trend for the upward migrations to be diurnal, or at least independent of day and night, from May to the middle of July, after which they become nocturnal. The late spring echograms in fact show two things: that there were more cod in midwater in the day than at night, but also that most fish were pelagic in this period of the year, both in the day and at night. The day-and-night difference in the number of fish recorded in midwater is much smaller than it is in most late summer recordings.

The one noteworthy exception to the seasonal trend just observed occurred on 25-26 August 1961, when the mi-

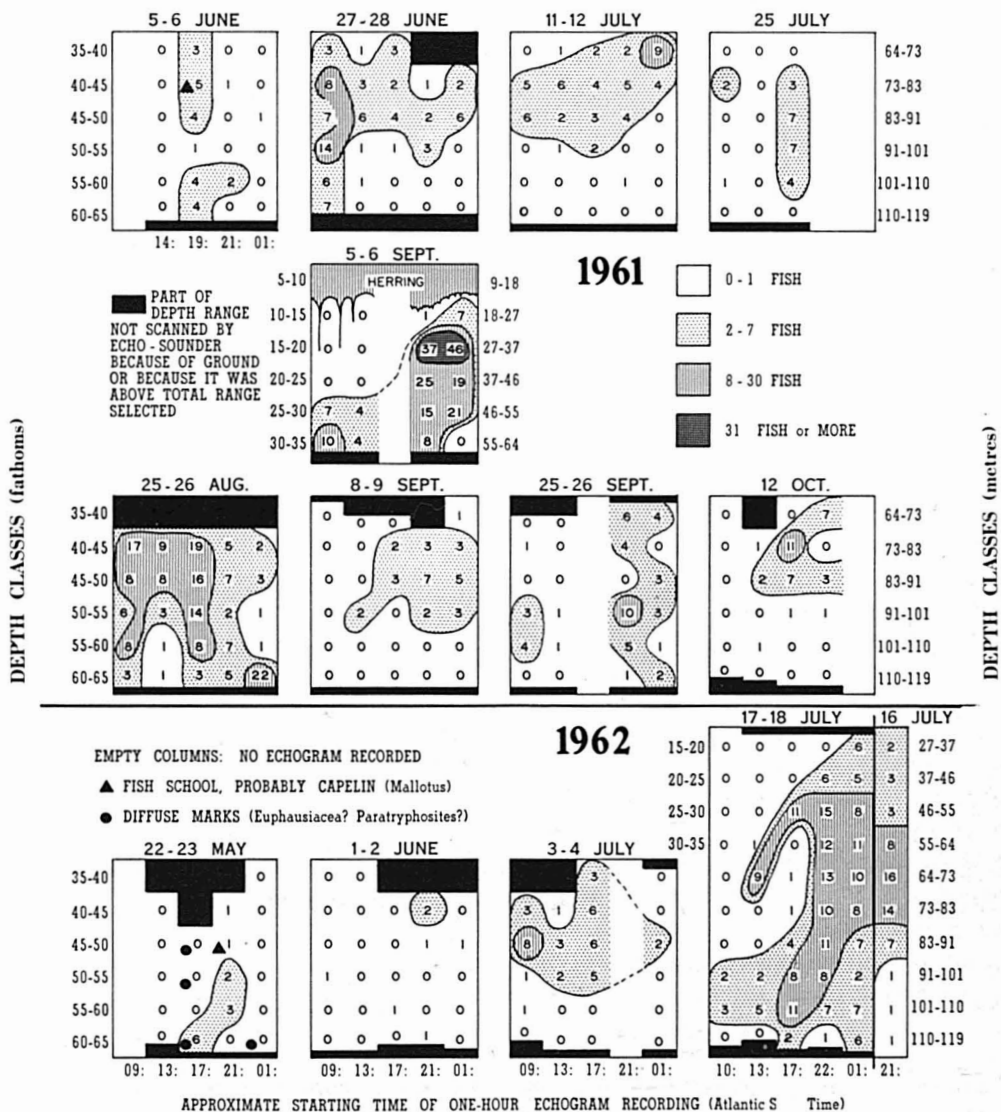


Figure 8. Daily and seasonal vertical distribution of cod in midwater at stations D112N and D166 (5-6 Sept. 1961 only) in 1961-62, as indicated (by the echogram recorded during each trawl haul (except that of 19 h on 5-6 June 1961, recorded between two hauls). Echograms are diurnal at 09:, 13: and 17: h and nocturnal at 21: and 01: h (except on 12 Oct., nocturnal at 17: h: sunset at 17:30 h). Echograms recorded on 14-15 August 1961 ruined by moisture.

igrations were decidedly diurnal, although fish still occurred in midwater at night, in numbers comparable to the night records of 8-9 Sept. 1961, for instance. Since there were no night observations on 25-26 July 1961, and since the echograms of 14-15 August 1961 were lost,

the peculiarity of the migrations on 25-26 August 1961 is not immediately obvious, but it becomes so when the other data are examined in subsequent sections. One may note further that, on the two occasions when the nocturnal migrations are quantitatively clear, (a)

TABLE VII

Types of cod vertical migrations, as shown by echo-location at sta. D112N in 1961-62

<i>Type of migrations</i>	<i>Dates</i>	<i>Remarks</i>
Diurnal	3-4 July 1962 25-26 Aug. 1961 27-28 June 1961	Best case of the diurnal type Some cod in midwater at night Some cod in midwater at night
Nocturnal	12-12 July 1961 5-6 Sept. 1961 8-9 Sept. 1961 25-26 Sept. 1961 12 October 1961 16-18 July 1962	Somewhat transitional between diurnal and nocturnal Best case of the nocturnal type Good case of the nocturnal type
Uncertain	22-23 May 1962 1-2 June 1962 5-6 June 1961 25 July 1961	Too few fish recorded Too few fish recorded Echo-location technique still uncertain; cod in midwater just before sunset No night echograms; migrations were possibly nocturnal, since the day catch on the bottom was the second largest of the year, and there were practically no diurnal migrations.
Unknown	14-15 Aug. 1961	All echograms lost

maximum numbers of pelagic cod occurred at night at two different levels (27-37 m, or 15-20 fath., on 5-6 Sept. 1961, and 55-83 m, or 30-45 fath., on 16-18 July 1962), and (b) there were some isolated cod in midwater during the day in July, but not in September. These two observations may be considered to agree with the seasonal trend of increasing nocturnal migrations, which has just been mentioned.

The echograms also show (Fig. 8) that the majority of the cod were generally well above bottom, out of reach

of the trawl mouth, which could not exceed 3.7 metres (2 fathoms) in height. On the diagrams for 5-6 Sept. and 25-26 Aug. 1961 and 16-18 July 1962, there were either more or less fish in the 110-119 m (60-65 fath.) depth class closest to the sea-bed than in the depth classes above. This seems to indicate a bottom and a midwater kind of distribution. On the other hand, the numbers of fish in very close contact with the sea-bed are known to be very poorly estimated by sonar (Richardson, 1959), especially when the numbers are very small.

It may be added that more recent preliminary trials with a precision echosounder (Edo Co. of Canada, model 9006) in the area [off Ste-Thérèse-de-Gaspé, some 9.2 km (5 miles) east of Grande-Rivière], on 19 June 1964, have shown cod to be pelagic in large numbers during the day (10 to 10:30 h. A.M.) at depths ranging from 13 to 27 metres (7-15 fathoms) above an inshore bottom depth of 35 metres (19 fathoms). On the same very accurate echogram, two other types of traces could be seen : a few dense and compact traces due to schools of pelagic animals which may have been capelin, and some paler but also rather compact traces obviously due to smaller sound scatterers, also occurring in schools, both near the bottom and at some distance in midwater, near the pelagic cod. The latter scatterers may well have been euphausiids, which were reported as exceedingly abundant in cod stomachs in June-July 1964. The four important things to note on these observations of vertical migrations of cod are (a) their importance, (b) their diurnal character, (c) their occurrence in June and (d) inshore. Characteristics (b) and (c) agree with the trends observed in 1961-62.

The relative night catch (N_r)

Indirect evidence of the occurrence of daily vertical migrations of cod was sought by comparing the diurnal with the nocturnal catch in the vicinity of the sea-bed, on the assumption that a lower catch reflects the vertical migration of a certain number of fish away from the bottom. This type of evidence, provided it is used with other types of supporting evidence such as echograms, may be considered as a valid measurement of the intensity of daily vertical migrations, whether diurnal or nocturnal. It must be used with caution, however, and requires taking into account the available know-

ledge on the different diurnal and nocturnal reactions of fish to fishing gear. This is attempted in the discussion below.

In the present work, the difference between the diurnal and the nocturnal catch is expressed by the N_r ratio the relative night catch, given by dividing the night catch (mean number of fish caught in the night tows) by the sum of the day catch and the night catch. N_r can vary between 0 and 1.

The relative night catch (N_r) of large and small cod, in the otter-trawl and in the gill-nets, is plotted against time for each cruise of 1960-62 (Fig. 9). The two gill-nets and trawl halves of 1961-62 are combined to allow a comparison with the unpartitioned trawl of 1960. Two main trends are apparent on the figure.

There is a *seasonal trend* similar to that observed above on the echograms : from May to the middle of July, nocturnal vertical migrations tend to be least pronounced, whereas they increase afterwards in intensity in the late summer period. Of 20 samples of fish of both size groups trawled before 10 July, 14 occur on the graph as indicating a night catch representing 40 to 60% of the whole catch, and only 6 indicate a night catch smaller than 40%. The migrations in this late spring period are of rather variable intensity and range from nocturnal (3-4 June 1960 and 5-6 June 1961) to diurnal (6-7 July 1960 and 22-23 May 1962). They may perhaps best be characterized as being slightly diurnal or somewhat independent of day and night in this period, with room for doubt because of the small numbers of fish caught or recorded on the echograms. After the middle of July, the migrations become clearly more nocturnal, and may occur until fall, as in October 1961, and September 1962

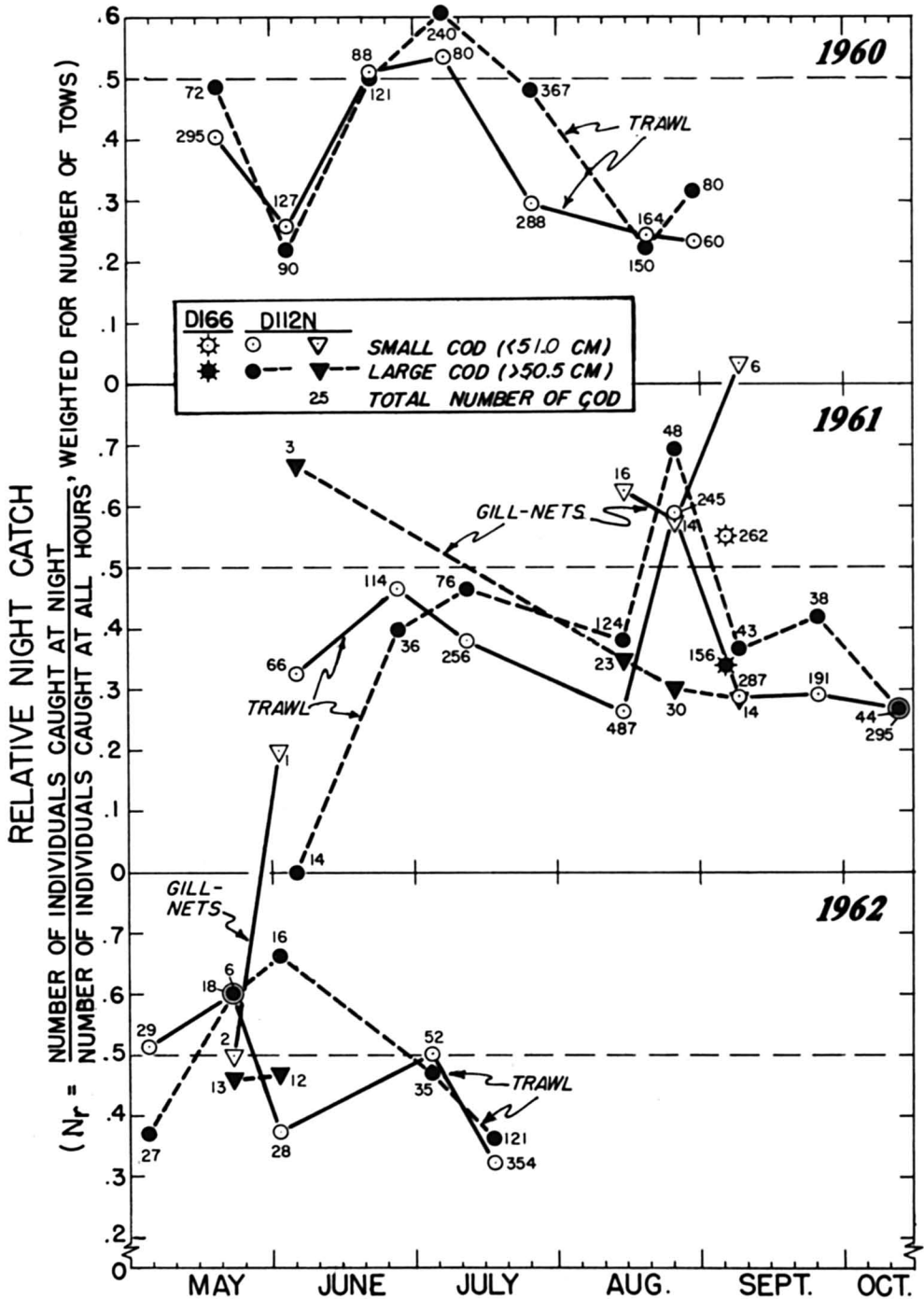


Figure 9. Seasonal variations of the relative night catch of cod of two size groups caught with an otter-trawl (circles) and gill-nets (triangles) at stations D112N and D166 in 1960-62. Samples of upper and lower nets combined in 1961-62. Each symbol typically based on 3 day tows and 2 night tows with the trawl, and one gill-net setting in the day and one at night, except as noted in tables II-III.

(Beamish, 1966a, and Fig. 13). Of 20 samples of fish of both size groups trawled after 10 July, 15 occur on the graph as indicating a night catch representing less than 40% of the whole catch, and only 5 indicate a night catch larger than 40%. The late summer intensification of nocturnal migrations was most sharply revealed in 1960, when large cod were best represented in the trawl catches. The trawl hauls of 25-26 August 1961 are a noteworthy exception to this late summer trend of increased nocturnal migrations: the migrations on this occasion were the most clearly diurnal of all, which agrees well with the echograms (Fig. 8). The otter-trawl catches of 5-6 September 1961 at sta. D166 (Fig. 11) showed nocturnal migrations of large cod only.

Of the few gill-net samples available as day-and-night pairs, only those of large cod agree well with the seasonal trend which has just been described. In August-September 1961, and possibly May-June 1962, small cod are scarcer in the day than at night, which seems to indicate diurnal upward movements.

A second trend, the *relation of N_r to cod size*, may be observed on Fig. 9. In the late summer period at sta. D112N, the relative night catch of small cod in the trawl was consistently smaller than that of large cod. However, the situation was sharply reversed in the gill-nets, and in the trawl in the shallower water of sta. D166, large cod therein being consistently scarcer at night than small ones. If the day-and-night difference in catch is a good indication of vertical migrations, the trawl would thus point to small cod as performing more intense nocturnal vertical migrations, whereas gill-nets and sta. D166 would rather indicate that large cod do so. Furthermore, the reversal of migrations, occurring on 25-26 August 1961 in trawled cod of both size groups, is not revealed

in gill-netted cod of either size group. These apparent contradictions in the data are discussed below. In the late spring period, on the other hand, there is little consistent difference in N_r values between the two size groups of cod, but for the doubtfully high N_r values of gill-netted small cod in late spring 1962.

Further information may be sought on the question of relative night catches in 1961-62 by separate treatment of the upper and lower net data (Fig. 10). It must be recalled here that, whereas the lower gill-net and lower trawl half fished at the same level, the upper gill-net fished about twice as far above the ground as the upper trawl half, i.e. in midwater as defined in the introduction, so that three strata are being studied. The trends detected on Fig. 9 may still be observed on Figure 10. But there are also new features. Late summer differences between the upper and lower levels appear clearly in 1961, both in the trawl and the gill-nets. The most obvious difference in relative night catch is that between large and small cod: in the upper gill-net this difference is magnified, whereas in the lower one it is minimized, although still present in both nets. In the trawl, on the contrary, the difference tends to decrease in the upper trawl half and to increase in the lower half, with the noteworthy exceptions of 25-26 August and 5-6 September at sta. D166. The two types of fishing gear, and the two stations (D112N and D166) therefore still give contradictory results, with the added complexity derived from two-level fishing.

The significance of the difference in relative night catches *between the two seasons* recognized above as distinct (the first trend) was submitted to statistical tests. For graphical and statistical purposes, 10 July was selected as the most convenient boundary between the

two periods, although it is realized that the seasonal shift from the late spring to the late summer-autumn pattern must be a gradual phenomenon, subject to yearly differences in timing. Each cruise provided a small and variable number of samples (a maximum of six and minimum of two with the trawl), which were moreover usually larger in numbers in the day than at night. These limitations

precluded sensitive statistical tests on individual cruises. Under such circumstances, the most sensitive and flexible statistical test was a one-factor analysis of variance comparing, in each period, the means of two unpaired groups of samples, one diurnal and the other nocturnal. The day-and-night effect is thus the main source of variation in such an analysis. Lack of pairing between day

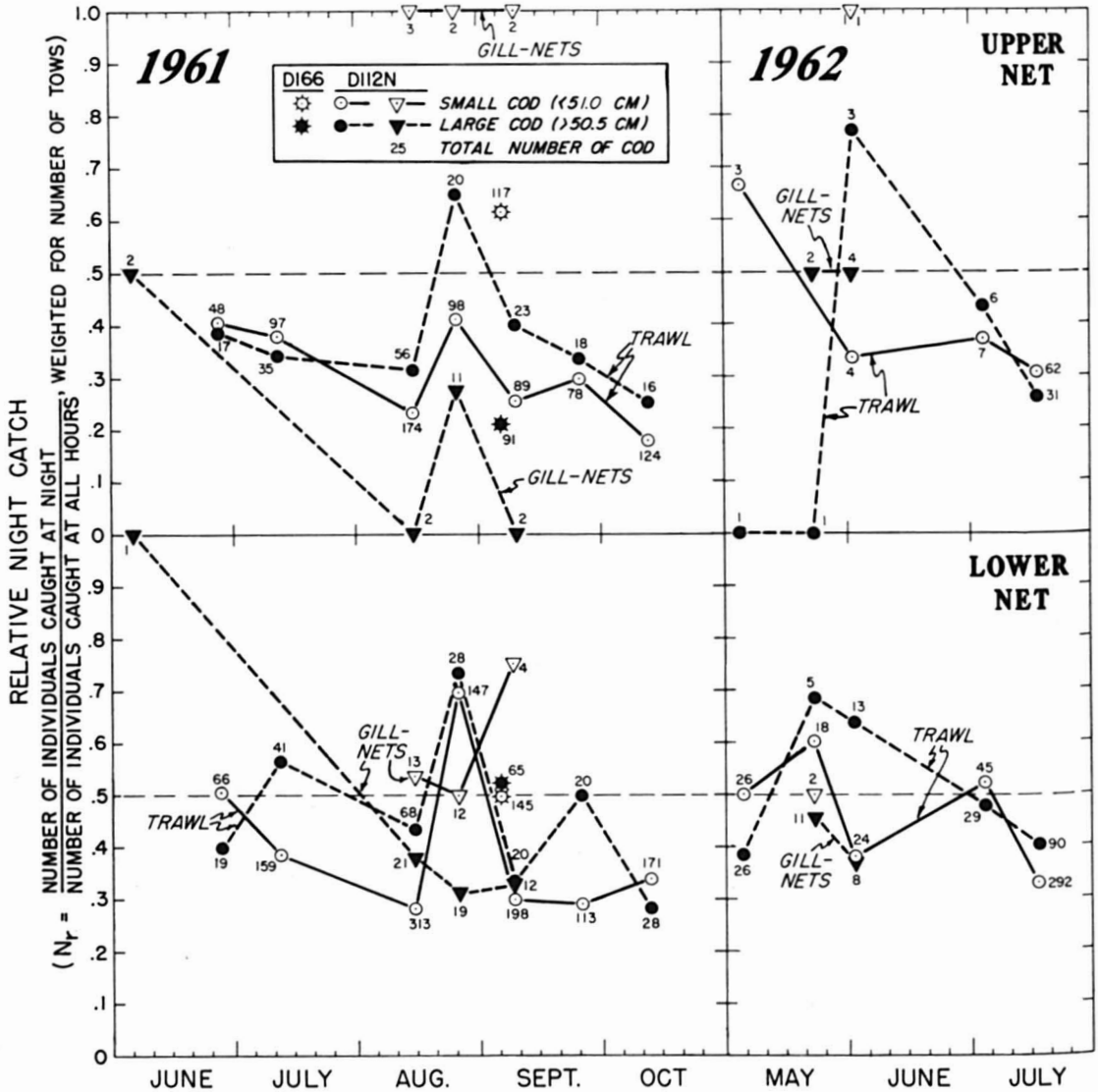


Figure 10. Seasonal variations of the relative night catch of cod of two size groups caught at three different levels near the bottom at stations D112N and D166 in 1961-62. The samples are those of the upper and lower gill-nets (triangles), and upper and lower halves of the bipartitioned otter-trawl (circles), sampling respectively at 9-10.5 m (30-35 feet), 0-1.5 m (0-5 feet), 1.8-3.7 m (6-12 feet) and 0.3-1.8 m (1-6 feet) above the sea-bed.

and night is the most important – and apparently unavoidable – drawback of this method. Inspection of Fig. 6 indicated, however, that it seemed adequate, and moreover that the removal of seasonal variation before making the test did not appear essential, except perhaps in June 1961. The results of tests made under these conditions are conservative. The available samples made it possible to make a test for the late spring period in 1960 and 1962, and for the late summer period in 1960 and 1961 (Table VIII). Seven tests in this table give significant (5% level) differences between day and night, that is, in the circumstances, N_r values significantly lower than 0.5. These significantly low N_r values, suggesting nocturnal vertical migrations, are all those of the late summer period, with one exception, that of large cod in the lower half of the trawl, as illustrated on Fig. 10.

The seasonal boundary of 10 July leaves out of the main seasonal groups of samples examined in Table VIII small groups of samples (June 1961, 16-18 July 1962) whose small size preclude effective analyses of variance. The isolated samples of 4-5 Sept. 1959 at sta. D113 and 5-6 Sept. 1961 at sta. D166 are in the same category. Similarly, the gill-net samples, which in a single cruise were never more numerous than two (the day-night pair), one of which was often missing, are not amenable to statistical tests. However, inspection of the figures representing the catches in individual samples happens to be sufficient in most cases. In June 1961 (Fig. 6), provided that seasonal variation should be removed, N_r values are certainly significantly lower than 0.5 in large cod, and probably not so in small cod. On 16-18 July 1962 (Fig. 6), there is no doubt that the difference between day and night is significant for both size groups in the whole trawl, and inspection

of the number of fish in each sample (Brunel, 1968, appendix Table 3) reveals that it is also significant in each trawl half. On 4-5 Sept. 1959 at sta. D113, the night catch was significantly greater, and not smaller, than the day catch. No information is available on cod sizes for this cruise, unfortunately. On 5-6 Sept. 1961 at sta. D166, Figure 10 shows plainly that in the lower net N_r was not significantly different from 0.5 for either size group of cod, whereas in the upper net it was very significantly lower than 0.5 for large cod and significantly higher than 0.5 for small cod (the latter conclusion was checked against the actual sample values: Table XVI). Turning to gill-net samples, since the values plotted on Fig. 9-10 were computed from the actual day-night pair of samples, and not from the day-night pair of *means* used for trawl samples, it is easy to ascertain from these figures that, in both the upper and the lower net, N_r in late summer was significantly greater than 0.5 for small cod, and smaller than 0.5 for large cod. In late spring, on the other hand, there were decidedly too small and too few paired samples to permit any valid statistical test.

Differences in N_r values *between large and small cod* (the second trend) observed on Fig. 9-10 were also submitted to statistical tests of significance, the results of which are given in Table IX. As in the previous tests, the D112N otter-trawl samples from the upper, lower and whole net were grouped in either the late spring or the late summer period, and submitted to one-factor analyses of variance in the following way. Seasonal variation was removed first by expressing the number of fish of each size group in a sample as a deviation from the mean number of fish of this size group in the given cruise. Pairing in every sample was then preserved by using as basic figures (or sample values) for the

TABLE VIII

One-factor analyses of variance testing the significance of relative night catches (N_r) in two seasons, 1960-62 *

Group of samples				Seasonal mean of sample values		Sum of squares			D.f. ¹ Mean squares			F	p
Year	Season Dates	Cod size group (cm)	Trawl half	Day	Night	Main source	Sampling variation	Total	Sampl. var.	Main source	Sampling variation		
1960	Late spring 19 May-7 July	< 51	Both	1.3635	1.2219	0.1068	2.8455	2.9523	22	0.1068	0.1293	0.83	> .10
		> 50.5	Both	1.3087	1.2156	0.0462	1.8008	1.8470	22	0.0462	0.0819	0.56	> .10
		all	Both	1.6706	1.5464	0.0827	2.8828	2.9655	22	0.0827	0.1310	0.63	> .10
	Summer 25 July-30 Aug.	< 51	Both	1.4725	1.0558	0.6947	1.6652	2.3599	16	0.6947	0.1041	6.67	.01-.025 *
		> 50.5	Both	1.5132	1.0343	0.9172	2.9366	3.8538	16	0.9172	0.1835	5.00	.025-.05 *
		all	Both	1.7920	1.4369	0.5046	1.7612	2.2658	16	0.5046	0.1101	4.58	.025-.05 *
1961	Summer 11 July-12 Oct.	< 51	Upper	1.4922	1.1109	1.0697	1.0742	2.1439	29	1.0697	0.0370	28.91	> .005 *
		< 51	Lower	1.6454	1.4331	0.3313	1.3661	1.6974	29	0.3313	0.0471	7.03	.01-.025 *
		< 51	Both	1.8777	1.5937	0.5931	1.1003	1.6934	29	0.5931	0.0379	15.65	> .005 *
	> 50.5	Upper	0.8883	0.6670	0.3604	1.7297	2.0901	29	0.3604	0.0596	6.05	.01-.025 *	
		Lower	0.8447	0.8428	0	1.8626	1.8626	29	0	0.0642	0	0	> .10
		Both	1.1403	1.0346	0.0822	1.8696	1.9518	29	0.0822	0.0645	1.27	> .10	
1962	Late spring 4 May-4 July	< 51	Upper	0.2204	0.1793	0.0070	0.7765	0.7835	15	0.0070	0.0518	0.14	> .10
		< 51	Lower	0.8015	0.8258	0.0024	1.0822	1.0846	15	0.0024	0.0721	0.03	> .10
		< 51	Both	0.7387	0.8696	0.0706	0.9486	1.0192	15	0.0706	0.0632	1.12	> .10
	> 50.5	Upper	0.1857	0.1720	0.0008	0.5374	0.5382	15	0.0008	0.0358	0.02	> .10	
		Lower	0.5297	0.6747	0.0865	3.3112	3.3977	15	0.0865	0.2207	0.39	> .10	
		Both	0.5718	0.7184	0.0885	2.3159	2.4044	15	0.0885	0.1544	0.57	> .10	

* Each analysis compares the difference between a diurnal and a nocturnal group of unpaired samples.

Unit of measurement: $\log(x + 1)$, where x = number of individuals per one-hour trawl haul.¹ There is always a single degree of freedom for the main source of variation.

TABLE IX

One-factor analyses of variance testing the significance of the difference
in relative night catches (N_r between small (<51 cm) and large (>50.5 cm) cod in two seasons, 1960-62 *

Group of samples			Seasonal mean of sample values (deviations) ¹		Sum of squares ²			D.f. ³ Mean square ^{2,3}		F	p
Year	Dates	Trawl half	Day	Night	Main source	Sampling variation	Total	Sampl. var.	Sampl. var.		
1960	19 May-7 July	both	-4.44	+4.45	421.26	1779.88	2201.14	22	80.90	5.21	.05-.025 *
	25 July-30 Aug.	both	-4.32	+5.10	354.69	2218.94	2573.63	16	138.68	2.56	> .10
	19 May-22 June	both	-3.20	+3.23	165.55	1343.59	1509.14	16	83.97	1.97	> .10
	6 July-30 Aug.	both	-6.27	+5.85	660.08	2603.77	3263.85	22	118.35	5.58	.05-.025 *
1961	5 June-28 June	both	-1.03	+1.05	10.42	200.38	210.80	8	25.05	0.42	> .10
	11 July-12 Oct.	upper	-7.66	+8.42	1901.67	2406.72	4308.39	29	82.99	22.91	< .005 *
	11 July-12 Oct.	lower	-7.85	+9.50	2213.30	5701.79	7915.09	29	196.61	11.26	< .005 *
	11 July-12 Oct.	both	-14.67	+18.13	7911.99	11584.36	19496.35	29	399.46	19.81	< .005 *
1962	4 May-4 July	upper	-0.06	+0.03	0.04	12.57	12.61	15	0.84	0.05	> .10
	4 May-4 July	lower	+0.04	-0.19	0.21	171.03	171.24	15	11.40	0.02	> .10
	4 May-4 July	both	-0.03	-0.16	0.06	247.76	247.82	15	16.52	0.004	> .10

* Each analysis compares the difference between a diurnal and a nocturnal group of samples, unpaired relative to this main source of variation. The unit of measurement, providing pairing between the two size groups, is the difference between the number of small and that of large cod, each number being expressed as a deviation from the mean number of fish of the given size group in the given cruise.

¹ These values are the true deviations, i.e. the means used in the computations -80.

² Each of these quantities is based on the sample value (i.e. the true deviation) + 80.

³ Since there is always a single degree of freedom for the main source of variation, the mean square is identical to the sum of squares.

TABLE X

Chi-square tests of significance of the difference in relative night catches (N_r)
between small (<51 cm) and large (>50.5 cm) cod in small samples requiring lumping and separate treatment *

Source of variation	Sample or group of samples						Number of fish (sum of observed frequencies)			χ^2	p (d.f. = 1)
	Test No.	Year	Season or date	Sta. No.	Fishing gear ¹	Net	<51 cm	>50.5 cm	All sizes		
Day: night (N_r)	1	1961-62	Late spring ²	D112N	GN	Upper	0: 1	4: 4	4: 5	—	—
	2	"	"	"	GN	Lower	1: 1	11: 9	12: 10	—	—
	3	"	"	"	GN	Both	1: 2	15:13	16: 15	—	—
	4	1961	Late summer ³	D112N	GN	Upper	0: 7	12: 3	12: 10	9.20 ⁴	> .005 *
	5	"	"	"	GN	Lower	13: 16	34:18	47: 34	3.18	.05-.10
	6	"	"	"	GN	Both	13: 23	46:21	59: 44	10.08	> .005 *
	7	1961	5-28 June	D112N	OT	Both	122: 58	39:11	161: 69	1.95	> .10
	8	1961	5-6 Sept.	D166	OT	Upper	45: 97	90:42	135:139	36.55	> .005 *
	9	"	"	"	OT	Lower	73: 72	31:34	104:106	0.13	> .10
	10	"	"	"	OT	Both	118:169	121:76	239:245	19.24	> .005 *
	11	1962	16-18 July	D112N	OT	Upper	43: 19	23: 8	66: 27	0.06	> .10
	12	"	"	"	OT	Lower	196: 96	54:36	250:132	1.54	> .10
	13	"	"	"	OT	Both	239:115	77:44	316:159	0.61	> .10

* Frequencies are listed in pairs, separated by a colon, corresponding to day : night, the single source of variation. Numbers of gill-netted fish were caught in 30-36 hours of fishing. Frequencies of tests Nos. 1-3 were too small for a χ^2 test.

¹ GN : gill-nets ; OT : otter-trawl

² 22 May + 1 June 1962, + 5 June 1961

³ 14 + 25 August + 8 September

⁴ Adjusted with Yates' correction for small frequencies

computations the difference between the deviation for small cod and that for large ones. Each deviation value was increased by 80 to remove negative signs before the computations, but the mean diurnal and nocturnal values are given with these signs in Table IX. It is quite obvious from the results shown in this table that the difference in N_r values between small and large cod is significant (5% level) in summer and fall, in both trawl halves and in the whole trawl, but is not significant in late spring. In 1960, however, the late summer difference is significant only when the 6-7 July samples, taken before the 10 July seasonal boundary, are grouped with the subsequent samples.

The seasonal boundary of 10 July again leaves out of the main seasonal groups examined in Table IX the same small groups of samples, discussed two paragraphs above, which cannot readily be tested with an analysis of variance. For all these miscellaneous groups, it is possible here to make simple Chi-square tests of association, despite the lower sensitivity of these tests than that of analyses of variance. The results of the tests, given in Table X, have been obtained as follows. For each group of samples, the numbers of fish (observed frequencies) in the diurnal samples were lumped together, and the same was done for the nocturnal samples. The gill-net samples selected for lumping (dates indicated in Table X) represent fish caught in a total 30-36 hours of fishing. A daily pair of frequencies was thus obtained for each of the two size groups of cod, and the two pairs were compared in a 2×2 contingency table. Such a procedure obliterates all sampling variation, and the results are admittedly crude. The results of Table X speak for themselves when compared to their graphic representation in Fig. 9-10.

The various values for relative demersal night catches of cod obtained since 1951 with different fishing gear in the Gaspé fishing banks area have been summarized in tabular form (Table XI) from data given by Marcotte (1952), Jean (1956c), Lacroix (1967 and unpubl.), Beamish (1966a) and the present work. The two periods which have been distinguished in my results, late spring and late summer, are kept separate in the table. The higher N_r values in late spring than in late summer are evident in the table, and have already been discussed. Of more interest here is the remarkable *uniformity of the relative night catch in late summer*. The values range from 0.333 to 0.381, with two kinds of exceptions standing out from this uniformity. The first and least marked kind is that of gill-nets, which gave values slightly higher than those given by the otter-trawl and the longline. The second and most conspicuous kind of exception is the markedly higher values of 0.602 on 4-5 Sept. 1959 and 0.471 on 5-6 Sept. 1961. To these two instances may be added that of 25-26 August 1961, which, in the table, is hidden in the mean for 11 July-12 Oct. 1961, but which actually gave an individual N_r value of 0.608. On 5-6 Sept. 1961, it is seen (Table X) that the high N_r value is entirely due to small cod being more numerous at night than in the day, large ones conforming very well to the general pattern. The sizes of cod were unfortunately not measured on 4-5 Sept. 1959. On 25-26 August, the two size groups were more abundant at night in the trawl (not in the gill-nets), but the clouded daylight and moonlit night on that date (Brunel, 1968, 1970) probably decreased the relative diurnal herding of small cod into the lower trawl half and therefore also the catch. Thus it seems that large cod mostly account for the uniformity in N_r values, small ones

TABLE XI

The mean demersal relative night catch (\bar{N}_r) of cod at two seasons in the Gaspé fishing banks area, 1951-62

Year	Dates	Station number	Depth (m)	Fishing gear ¹	Number of samples		Mean number of cod per sample		\bar{N}_r		Reference
					Day	Night	Day	Night	Late spring	Late summer	
1951	15 August – 18 October	Many	±55-120	OT	233	133	154.6	88.0	–	0.363	Marcotte (1952)
1953	27 July – 16 November	Many	±55-120	OT	±136	±67	89.0	55.1	–	0.382	Jean (1956c)
1958	8 July – 6 August	P1-2	76-83	LL	3	3	8.7	5.3	–	0.381	Lacroix (1967 and unpubl.)
1959	8 July – 1 September	P2	83	LL	5	5	18.8	9.4	–	0.333	Present work
1959	4 – 5 September	D113	69-88	OT	3	2	36.3	55.0	–	0.602	
1960	19 May – 7 July	D112N	100-110	OT	16	8	48.9	41.4	0.458	–	..
1960	25 July – 30 August	D112N	100-110	OT	12	6	73.2	38.5	–	0.345	..
1961	5 June – 28 June	D112N	111-117	OT	6	4	26.8	17.3	0.392	–	..
1961	11 July – 12 October	D112N	111-117	OT	19	12	94.6	51.7	–	0.353	..
1962	4 May – 4 July	D112N	110-123	OT	10	7	12.3	12.6	0.506	–	..
1962	16 – 18 July	D112N	110	OT	3	3	105.4	53.0	–	0.335	..
1961	5-6 Sept. (all cod)	D166	55	OT	2	2	110.5	98.5	–	0.471	..
1961	5-6 Sept. (>50.5-cm cod)	D166	55	OT	2	2	51.5	26.5	–	0.340	..
1962	25-27 September	Miscou Bank	47-51	OT	12	12	±675	±370	–	0.354	Beamish (1966a)
1961	14 August – 9 September	D112N	111-117	LGN	3	3	15.7	11.3	–	0.420	Present work
1962	22 May – 2 June	D112N	110-123	LGN	2	2	6.0	4.5	0.428	–	..
1962	16 – 18 July	D112N	100-110	LGN	1	1	56	40	–	0.417	..
Mean									0.446	0.396	
Mean (excluding 4-5 Sept. 1959 and small cod on 5-6 Sept. 1961).....									–	0.366	

¹ LL : Baited long-line ; OT : Otter-trawl ; LGN : Lower gill-net

being either significantly more, or less, nocturnal in their pattern of disappearance from the hyperbenthic levels.

The statistical significance of this late summer-fall uniformity of N_r values was determined by finding the 95% confidence interval of a mean ($N_r = .356$) computed from 21 measurements, obtained between 15 July and 12 October 1951-62, consisting of (a) my individual 24-hour groups of otter-trawl and gill-net samples of large cod, (b) individual N_r ratios from Lacroix's (1967 and unpubl.) 1959 catches of large cod, and (c) all other average values given in Table XI, but excluding (a) the sample from sta. D113, which may well have been biased by small cod as shown for sta. D166 (Table XI), and (b) the samples indicating reversed migrations on 25-26 August 1961 at sta. D112N. All these bimonthly or average N_r values are plotted on Fig. 13. The result of this test is that $N_r = .356 \pm .024$, which means that an average of 44.7%, but not more than 50.3% or less than 38.7%, of the large cod taken on the bottom by day had migrated upward at night in late summer and fall of the seven years examined.

Two-level fishing (K ratios)

The segregation of the cod catch between the two halves of the bipartitioned otter-trawl and between the upper and lower gill-nets fishing at the same time was expected to provide a third type of evidence demonstrating the existence and measuring the intensity of cod vertical migrations. The idea that euphausiid abundance at a short distance from the bottom could have produced differences between trawl and long-line fishing yields observed in 1953 (Corbeil, 1956), and theoretical considerations on the small-scale effects of benthic

feeding stimuli on cod hyperbenthic stratification, led to expect a different distribution of cod in the upper and in the lower net (trawl or gill-nets). This expectation was later confirmed by small-scale differences of echo-located fish abundance in close proximity to the bottom and farther up (section on echograms above, and Beamish, 1966a).

By analogy with the relative night catch (N_r), the results of stratified fishing are here expressed by the K ratio, the *relative cod catch in the upper net* of a single pair of samples, given by dividing the catch of the upper net (number of fish caught in the upper net of the given pair of samples) by the sum of the upper net and lower net catches of this pair of samples. For a given cruise, a \bar{K} ratio, the mean relative catch of the upper net, weighted for the number of fish, is given by the sum of the upper net catches, divided by the sum of upper and lower net catches. \bar{K} may be computed either for diurnal, nocturnal, or daily (i.e. cruise) pairs of samples. K and \bar{K} can vary between 0 and 1, and for gill-net samples, we always have $K = \bar{K}$. As in the case of absolute numbers of fish, the $\log(K + 1)$ transformation was found necessary for statistical purposes, to stabilize the variance and bring the frequency distribution of K values closer to a normal distribution.

The results of two-level fishing, represented on Fig. 11, do not unequivocally confirm those of echograms and relative night catch ratios (N_r). They raise thus some problems of interpretation, which are further complicated by the fact that the most satisfactorily stratified gear — gill-nets, the upper net of which sampled at a distance from the bottom about twice as great as that of the upper trawl half — was also that which produced the poorest catches. It must be remembered that the upper gill-

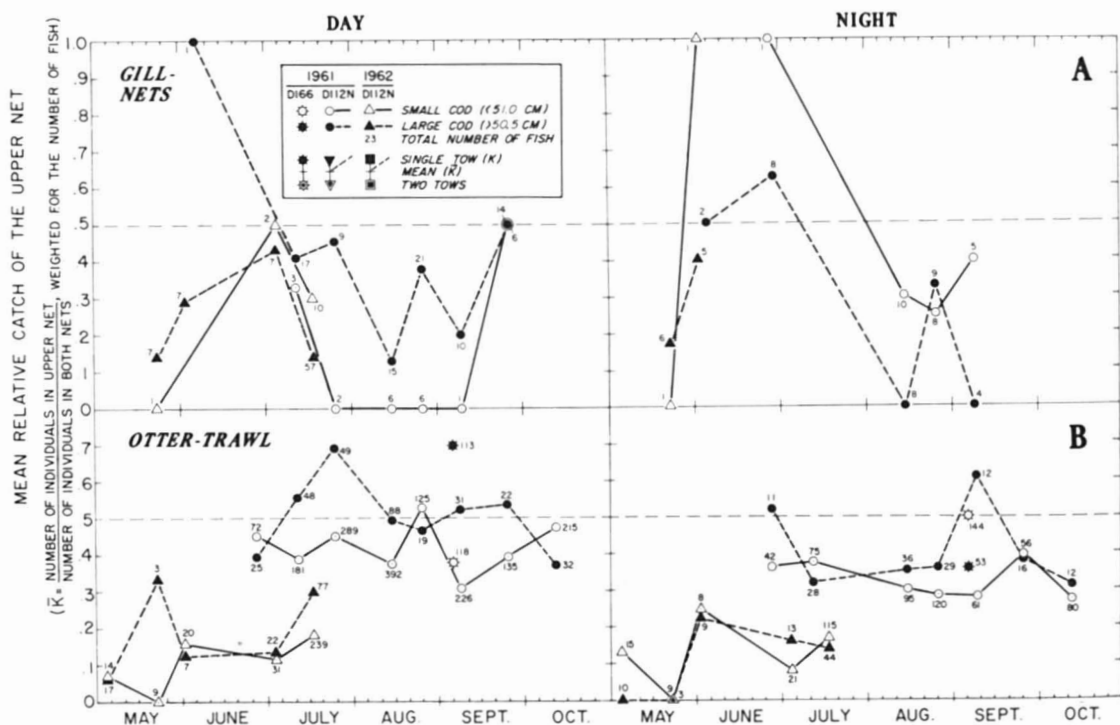


Figure 11. Seasonal variations of the mean relative catch in the upper net (\bar{K}) of cod of two size groups in the stratified pair of gill-nets (A) and the bipartitioned otter-trawl (B), at stations D112N and D166 in 1961-62.

nets were set at about 9 metres (30 feet) from the bottom, which means that they were a little more than twice as far from the sea-bed as the height to which the upper half of the otter-trawl could sample with greatest headline height. Three levels were thus sampled directly in pairs by stratified fishing, and a fourth – midwater – indirectly by echolocation. Another complicating factor referred to above must be kept in mind here: the fish-herding capacity and hence the intrinsic catching power of the upper trawl half was very probably smaller than that of the lower half.

Figure 11 shows at once that \bar{K} values are generally smaller than 0.5, which means that the cod catch of the lower net was generally larger than that of the upper net. This bears out the expectation

on fish-herding capacity which has just been mentioned. The exceptions to this pattern are provided in late summer by trawled large cod, which were equally abundant in the two nets ($K = 0.5$) during the day (Fig. 11B), and in June by gill-netted cod of both size groups, which were more numerous in the upper net ($\bar{K} > 0.5$) at night (Fig. 11A).

There are seasonal variations in the relative catches of cod in the upper gill-net (Fig. 11A). Despite the small numbers of fish, which are indicated on the graph, a seasonal trend shows the relative catch of the upper net to increase in June, and to decrease in July to a minimum in August-September. Both the day and the night catches and those of large and small cod agree in this trend, which would suggest at first sight that vertical

migrations decrease in late summer, whereas they rather appeared to increase in this season as indicated by N_r values (Fig. 9-10). However, the trend in the latter figures applied only to migrations of the classical nocturnal type, whereas that of Fig. 11A seems to be largely independent of day and night.

Gill-net results show well-marked *differences between cod of the two size groups* (Fig. 11A). In late summer, the relative catch of large cod above the bottom was larger than that of small cod in the day, but smaller than the latter at night. Considering only the three complete day-and-night gill-net settings of August and 8-9 Sept. 1961 (Table X), small cod were in fact a little less than twice as abundant at night as they were in the day, whereas large fish were a little more than twice as abundant in the day. In late spring, there was almost no daily difference between the same two size groups. This seems to point to large cod as having more diurnal migrations than small cod in late summer. This is in agreement with the N_r ratio of the trawl catches (Fig. 9A), but *not of the gill-net catches* (same figure), since about twice as many large cod were caught in the day as at night in both gill-nets, and only about half as many small ones. It may be noted also (Fig. 11A) that on 25-26 August 1961, only large cod tended to exhibit a reversal of migrations toward the late spring pattern. Finally, it is seen (Fig. 11A and Table X) that gill-netted small cod were comparatively much scarcer in the spring period than in late summer: their numbers stood in an average ratio of 1:9 to those of large cod in the spring, and in an average and approximate ratio of 1:2 in late summer (1:3.5 in the day and about 1:1 at night).

The distribution of catches of cod of the two size groups *in the bipartitioned*

otter-trawl (Fig. 11B) may now be compared with that of gill-net catches (Fig. 11A). The late summer decrease in K ratios is still perceptible in the 1961 trawl data for small cod, but it is much less evident than in the gill-nets. In general the relative catch of the upper gill-nets was larger than that of the upper trawl half in late spring (in 1962) and smaller in late summer (in 1961), and hints of a transition between the two periods may be observed in the middle of July, both in 1961 at the beginning of the observations, and in 1962 at their end. Furthermore, there is a greater difference between 1961 and 1962 in the trawl than in the gill-net catches: \bar{K} ratios were decidedly smaller in 1962 than in 1961.

The comparison between large and small cod in the trawl shows the following interesting differences with the gill-nets in late summer: (a) In the trawl, the relative catch of large and small cod in the upper net is somewhat greater in the day than at night, whereas there was no appreciable difference in the gill-nets; (b) in the trawl, the relative catch of large cod seems greater than that of small cod not only in the day, which agrees with gill-nets, but also at night, which disagrees; (c) the reversal of migrations on 25-26 August 1961, in the day, is evident in the trawl only in the case of small cod, whereas only large cod gave any such indication in the gill-nets.

In preliminary reports on the present work (Brunel, 1962, 1963, 1965b), it was indicated that the relative catch of cod in the upper net (\bar{K}) varied in a seasonally similar way in the trawl and in the gill-nets. This applied to fish unclassified as to size. Separate treatment of large and small cod (Fig. 11A-B) does not reveal this seasonal similarity.

Statistical tests were used firstly to investigate the *significance of \bar{K} ratios*. As in the tests applied to relative night catches (N_r), two seasonal groups of samples were separated first by the 10 July boundary. On the other hand, contrary to the situation presented by the tests on N_r , tests on \bar{K} allow for pairing within individual tows. Three ways of analyzing statistically the transformed data were thus possible :

(1) Student's t test of significance could be used to examine the mean of differences between the upper net catches and the lower net catches of individual tows. Theoretically, this is probably the best procedure, which preserves pairing and at the same time takes account of the actual numbers of fish in individual samples. However, when these differences are negative, they cannot directly be transformed into logarithms, but have to be made positive first by the addition of an arbitrary positive number. This number may have to be either quite large or different from one species to the next, and thus may affect the required $\log(x + 1)$ transformation in a rather drastic way, besides complicating considerably the computations. The effects of such time-consuming manipulations on the resulting frequency distribution of the parameter to be tested are too uncertain at this stage of the study, and the method was rejected in favor of the other two.

(2) The 95% confidence interval of the mean \bar{K} ratio for the seasonal group of samples was determined, allowing to find out whether 0.5 lies within (no significant difference between the upper and lower net catches, or $\bar{K} = 0.5$), above (upper net catch significantly smaller than the lower net catch, or $\bar{K} < 0.5$) or below (upper net catch significantly larger than the lower net catch, or $\bar{K} > 0.5$) this interval. The K

ratio is here treated as if it were a direct observation in no way different from the number of individuals in each sample. This procedure also preserves pairing, but ignores the actual numbers of fish giving the individual K ratio. In practice, however, since the greatest possible number of samples is included in each seasonal group, there was some reason to expect that low numbers of individuals in the two nets in a given period (e.g. in late spring 1962) would give rise to a high variability of K values and thus prevent finding fictitious significant differences. This is in fact what was found.

(3) A one-factor analysis of variance was used to compare the mean number of fish of each of two unpaired seasonal groups of samples, one from the upper net, the other from the lower net. Absolute numbers of fish, and not K ratios, are used here. This procedure has the drawback of ignoring pairing. But it is sensitive to any large variation due to unreliably small numbers of fish. And it makes use of the maximum number of available samples, including those which are not accompanied by the other sample of the pair, thus increasing the number of degrees of freedom, which is not unduly large at the outset. It has the added advantage of calling for exactly the same kind of test as that applied to N_r ratios, and uses the same basic computations of means and variances.

The reliability of results obtained by the third method was compared to that given by the second method, by applying these two types of tests to large and small cod in 1961-62. The results are shown in Tables XII and XIII. According to the tests using confidence intervals of \bar{K} (Table XIII), *all \bar{K} values are significantly (5% level) smaller than 0.5* (i.e. the catch is larger in the lower than in the upper net), *except for large cod in the day in late summer*. The analyses of

TABLE XII

One-factor analyses of variance testing the significance of relative catches of cod in the upper trawl half (K ratios) in two seasons, 1961-62 *

Group of samples				Number of fish per group of samples				Sum of squares			D.f. 1	Mean square 1	F	p	Significant conclusion (5% level)
Year	Season (dates)	Cod size group (cm)	Day or Night	Mean (\bar{y}')		Variance (s^2y')		Main source	Sampling variation	Total					
				Upper net	Lower net	Upper net	Lower net				Sampl. var.	Sampl. var.			
1961	Late summer (11 July-12 Oct.)	<51	Day	1.4922	1.6454	0.0478	0.0579	0.2228	1.9030	2.1258	36	0.0529	4.21	.025-.05	* $\bar{K} < 0.5$
			Night	1.1109	1.4331	0.0194	0.0294	0.6232	0.5373	1.1605	22	0.0244	25.54	<.005	* $\bar{K} < 0.5$
		>50.5	Day	0.8883	0.8447	0.0685	0.0661	0.0181	2.4222	2.4403	36	0.0673	0.27	>.10	$\bar{K} = 0.5$
			Night	0.6670	0.8428	0.0452	0.0612	0.1855	1.1701	1.3556	22	0.0532	3.49	.05-.10	$\bar{K} = 0.5$
1962	Late spring (4 May-4 July)	<51	Day	0.2204	0.8015	0.0506	0.0641	1.6883	1.0324	2.7207	18	0.0574	29.41	<.005	* $\bar{K} < 0.5$
			Night	0.1793	0.8258	0.0535	0.0843	1.4629	0.8263	2.2892	12	0.0689	21.23	<.005	* $\bar{K} < 0.5$
		>50.5	Day	0.1857	0.5297	0.0425	0.3266	0.5916	3.3216	3.9132	18	0.1845	3.21	.05-.10	$\bar{K} = 0.5$
			Night	0.1720	0.6747	0.0259	0.0620	0.8844	0.5270	1.4114	12	0.0439	20.15	<.005	* $\bar{K} < 0.5$

* Each analysis compares the difference between the means of two groups of samples, one from the upper net, the other from the lower net, unpaired relatively to this main source of variation. Unit of measurement: $y' = \log(y + 1)$, where y is the number of individuals per sample in the given net. The table gives transformed values (y'). Untransformed means (\bar{y}) may be obtained with the formula $\bar{y} = \text{antilog}(\bar{y}' + 1.15s^2y') - 1$, where \bar{y}' is the transformed mean and s^2y' is the variance of \bar{y}' (Barnes, 1952).

¹ Since there is always a single degree of freedom for the main source of variation, the mean square is identical to the sum of square.

TABLE XIII

95% confidence intervals of mean relative catches in the upper trawl half (\bar{K} ratio),
to test the significance of \bar{K} in two seasons, 1961-62 *

Group of samples				n	Untrans- formed mean ¹ (\bar{K})	Transformed values			Signif. conclusion (5% level)
Year	Season (dates)	Cod size group (cm)	Day or night			Mean \bar{K}'	Variance of \bar{K}' ($s_{K'}^2$)	95% confidence interval	
1961	Late summer (11 July - 12 Oct.)	<51	Day	19	0.414	1.6155	0.0092	1.5693 - 1.6617	$\bar{K} < 0.5$
		<51	Night	12	0.315	1.5059	0.0058	1.4580 - 1.5538	$\bar{K} < 0.5$
		>50.5	Day	19	0.527	1.7202	0.0089	1.6748 - 1.7656	$\bar{K} = 0.5$
		>50.5	Night	12	0.391	1.5703	0.0345	1.4535 - 1.6871	$\bar{K} < 0.5$
		all	Day	19	0.432	1.6363	0.0045	1.6039 - 1.6687	$\bar{K} < 0.5$
		all	Night	12	0.328	1.5246	0.0160	1.4451 - 1.6041	$\bar{K} < 0.5$
1962	Late spring (4 May - 4 July)	<51	Day	10	0.090	0.7093	0.3864	0.2715 - 1.1471	$\bar{K} < 0.5$
		<51	Night	7	0.114	0.5873	0.5657	0 - 1.2597	$\bar{K} < 0.5$
		>50.5	Day	10	0.149	0.9192	0.4411	0.3256 - 1.5128	$\bar{K} < 0.5$
		>50.5	Night	7	0.111	0.7414	0.4881	0.1170 - 1.3658	$\bar{K} < 0.5$
		all	Day	10	0.110	0.8406	0.3551	0.4208 - 1.2604	$\bar{K} < 0.5$
		all	Night	7	0.100	0.7965	0.6174	0.0941 - 1.4989	$\bar{K} < 0.5$

* Unit of measurement : $K' = \log(100K + 1)$, where 100K is the relative catch in the upper net of an individual pair of samples, expressed in percentage. For each of the two seasonal groups of n samples, the hypothetical value $\bar{K} = 50.0\%$, or $\log(50.0 + 1) = 1.7076$, is located within or out of the confidence interval to determine whether the observed catch of the upper net is significantly larger than ($\bar{K} > 0.5$), equal to ($\bar{K} = 0.5$) or smaller than ($\bar{K} < 0.5$) the catch of the lower net.

¹ The untransformed mean may be obtained from the transformed mean with the formula $\bar{K} = \text{antilog}(\bar{K}' + 1.15s_{K'}^2) - 1$, according to Barnes (1952).

TABLE XIV

One-factor analyses of variance testing the significance of the day-and-night difference of relative catches of cod in the upper net (K ratios) in two seasons, 1961-62 *

Group of samples				Relative catch of upper net				Sum of squares			D.f. ¹	Mean square ¹	F	p
Year	Season (dates)	Fishing gear ²	Cod size group (cm)	Mean (\bar{K}')		Variance ($s_{K'}^2$)		Main source	Sampling variation	Total				
				Day	Night	Day	Night							
1961	Late summer (11 July - 12 Oct.)	OT	<51	1.6155	1.5059	0.0092	0.0058	0.0883	0.2303	0.3186	29	0.0079	11.18	<.005 *
		OT	>50.5	1.7202	1.5703	0.0089	0.0345	0.1653	0.5390	0.7043	29	0.0057	29.00	<.005 *
		OT	all	1.6363	1.5246	0.0045	0.0160	0.0918	0.2571	0.3489	29	0.0089	10.32	<.005 *
		GN	<51	0.5405	1.5064	0.5867	0.0100	1.8659	3.5402	5.4061	7	0.5057	3.69	.05-.10
		GN	>50.5	1.5080	0.5118	0.0413	0.7858	1.9851	1.8194	3.8045	7	0.2599	7.64	.025-.05 *
1962	Late spring (4 May - 4 July)	OT	<51	0.7093	0.5873	0.3864	0.5657	0.0613	6.8711	6.9324	15	0.4581	0.13	>.10
		OT	>50.5	0.9192	0.7414	0.4411	0.4881	0.1105	5.5751	5.6856	12	0.4646	0.24	>.10
		OT	all	0.8406	0.7965	0.3551	0.6174	0.0081	6.9000	6.9081	15	0.4600	0.02	>.10
		GN	<51	1.0663	1.0022	0.8645	2.0086	0.0049	3.7376	3.7425	3	1.2459	0.004	>.10
		GN	>50.5	1.3682	1.4341	0.0538	0.0639	0.0058	0.2253	0.2311	4	0.0563	0.10	>.10

* Each analysis compares the difference between the mean of a diurnal and that of a nocturnal group of samples, the day-and-night effect being the single and main source of variation. Unit of measurement: $K' = \log(K + 1)$, where K is the number of cod in the upper net + the number of cod in both nets. The table gives the transformed values (K'). Untransformed means (\bar{K}) may be obtained with the formula $\bar{K} = \text{antilog}(\bar{K}' + 1.15s_{K'}^2) - 1$, where $s_{K'}^2$ is the variance of K' (Barnes, 1952).

¹ For the main source of variation, since there is always a single degree of freedom, the mean square is identical to the sum of squares.

² OT : Otter-trawl ; GN : Gill-nets.

TABLE XV

One-factor analyses of variance testing the significance of the difference between relative catches (K) of large (>50.5 cm) and those of small (<51 cm) cod in the upper net, in two seasons, 1961-62 *

Group of samples				Relative catch of upper net				Sum of squares			Mean square ¹		F	p
Year	Season (Dates)	Fishing gear ³	Day or Night	Mean (\bar{K}')		Variance ($s^2_{K'}$)		Main source	Sampling variation	Total	D.f. ¹			
				Small cod	Large cod	Small cod	Large cod				Sampl. var.	Sampling variation		
1961	Late summer (11 July – 12 Oct.)	OT	Day	1.6155	1.7202	0.0092	0.0089	0.1041	0.3258	0.4299	36	0.0091	11.44	< .005 *
		OT	Night	1.5059	1.5703	0.0058	0.0345	0.0248	0.4435	0.4683	22	0.0202	1.23	> .10
		OT	Both	1.5731	1.6622	0.0106	0.0235	0.1229	1.0229	1.1458	60	0.0170	7.23	.005–.01 *
		GN	Day	0.5405	1.5080	0.5867	0.0413	2.8084	3.7683	6.5767	10	0.3768	7.45	.01–.025 *
		GN	Night	1.5064	0.5118	0.0100	0.7858	1.4839	1.5913	3.0752	4	0.3978	3.73	> .10
		GN	Both	0.8624	1.1759	0.6758	0.4756	0.4423	9.2106	9.6529	16	0.5757	0.77	> .10
1962	Late spring (4 May – 4 July)	OT	Day	0.7093	0.9192	0.3864	0.4411	0.1812	6.1237	6.3049	15	0.4082	0.44	> .10
		OT	Night	0.5873	0.7414	0.5657	0.4881	0.0831	6.3225	6.4056	12	0.5269	0.16	> .10
		OT	Both	0.6590	0.8302	0.4333	0.4374	0.2250	12.6180	12.8430	29	0.4351	0.52	> .10
		GN	Day	1.0663	1.3682	0.8645	0.0538	0.1562	1.8904	2.0466	5	0.3781	0.41	> .10
		GN	Night	1.0022	1.4341	2.0086	0.0639	0.1865	2.0725	2.2590	2	1.0363	0.18	> .10
		GN	Both	1.0407	1.3901	0.9356	0.0462	0.3331	3.9736	4.3067	9	0.4415	0.75	> .10

* Each analysis compares the difference between two seasonal groups of samples, one of large cod and the other of small ones, cod size being the single and main source of variation. Unit of measurement: $K' = \log(K + 1)$, where K is the number of cod in the upper net ÷ the number of cod in both nets. The table gives the transformed values (K'). Untransformed means (\bar{K}) may be obtained with the formula $\bar{K} = \text{antilog}(\bar{K}' + 1.15s^2_{K'}) - 1$, where $s^2_{K'}$ is the variance of \bar{K}' (Barnes, 1952)

¹ For the main source of variation, since there is always a single degree of freedom, the mean square is identical to the sum of squares.

³ OT: Otter-trawl; GN: Gill-nets.

variance (Table XII) give much the same results, except that for large cod, at night in late summer and in the day in late spring, the probability of a significant difference between the two nets was just a little too high to show that $\bar{K} < 0.5$. The method using confidence intervals therefore appears slightly more sensitive than the other. The latter, however, may be considered as giving conservative, but still reliable results.

The differences in K values *between day and night*, which have been observed on Fig. 11, were submitted to analyses of variance (Table XIV), using the K values of individual pairs of samples as if they were direct measurements, as in the second method described above. The analyses are similar to those which were applied to N_r values, except that pairing of samples is automatically included by the very nature of the K ratio. Seasonal variation, apart from the separation of two main seasonal groups by the 10 July boundary, is not deemed large enough or consistent enough, as compared to the effects of cod size and day and night which are apparent on Figure 11, to deserve special statistical treatment. It is at once apparent from Table XIV that the day-and-night differences in \bar{K} values were significant in late summer 1961, but not in late spring 1962. The only exception, that of small cod in the gill-nets of 1961, gives a probability close to the 5% significance level. This latter result can be understood by inspecting the curve of Fig. 11A and the small numbers of fish involved; there is little doubt that the difference in this case is biologically significant.

A similar statistical comparison of \bar{K} values can be made *between small and large cod* (Table XV). The analyses of variance are exactly the same as those

just discussed, cod size groups merely being substituted to day-and-night. The results also resemble those of Table XIV, in showing significant differences in late summer 1961 but not in late spring 1962. The lack of a significant difference in the gill-nets at night in 1961 may perhaps be explained mainly by the very small number of samples (d.f. = 4), but not so in the otter-trawl, where large and small cod may very really have the same \bar{K} values.

As with tests on N_r values, the 10 July boundary leaves small groups of samples out of the analyses considered in the previous paragraph. Again these small groups are compared by Chi-square tests of association (Table XVI). The results of three complete day-and-night pairs of gill-net samples are also included for comparison with the tests made in Table XV on all available samples. The latter comparison brings out the lower sensitivity of the Chi-square test as well as the poor sampling of the gill-nets, but serves to emphasize the significance of the results of 5-6 Sept. 1961 and 16-18 July 1962. The latter *confirms, for the other of the two years*, those of Table XV showing that the upper trawl half caught in late summer a significantly greater number of large cod than of small cod in the day, but not at night.

It may finally be of interest to compare mean relative upper net catches (\bar{K}) *between the trawl and the gill-nets* (Table XVII). This was done by lumping the catches of three complete paired gill-net settings and the catches of the corresponding trawl hauls, and by testing these summed frequencies by Chi-square tests of association as for the small groups of samples examined in Table X. For late spring data, some cruises of 1961 and 1962 had to be lumped together. The results for this period are not significant in any event. In late sum-

TABLE XVI

Chi-square tests of significance of the difference between the relative catches (K) of small (<51 cm) and large (>50.5 cm) cod in the upper net, for small groups of samples requiring lumping and separate treatment, 1961-62 *

Group of samples						Number of fish (Sum of observed frequencies)			χ^2	p (d.f.=1)
Test No.	Year	Season or dates	Sta. No.	Fishing gear ¹	Hours	Small cod	Large cod	All cod		
1	1961-62	Late spring ²	D112N	GN	Day	0: 1	4:11	4: 12	—	—
2	"	"	"	GN	Night	1: 1	4: 9	5: 10	—	—
3	1961	Late summer ³	D112N	GN	Day	0: 13	12:34	12: 47	2.71 ⁴	.10
4	"	"	"	GN	Night	7: 16	3:18	10: 34	0.88 ⁴	>.10
5	1961	27-28 June	D112N	OT	Day	33: 39	12:13	45: 52	0.04	>.10
6	"	"	"	OT	Night	15: 27	5: 6	20: 33	0.04 ⁴	>.10
7	1961	5-6 Sept.	D166	OT	09:(D)	18: 41	37:16	55: 57	17.34	<.005*
8	"	"	"	OT	13:(D)	27: 32	35:15	62: 47	6.56	.01-.025*
9	"	"	"	OT	21:(N)	35: 27	13:16	48: 43	1.07	>.10
10	"	"	"	OT	01:(N)	37: 45	6:18	43: 63	2.29 ⁴	>.10
11	1962	16-18 July	D112N	OT	Day	43:196	23:54	66:250	4.95	.025-.05*
12	"	"	"	OT	Night	19: 96	8:36	27:132	0 ⁴	>.10

* Frequencies are listed in pairs, separated by a colon, corresponding to upper net : lower net, the single source of variation. Frequencies of tests Nos. 1-2 were too small for a χ^2 test.

¹ OT: Otter-trawl; GN: Gill-nets

² 22 May + 1 June 1962, + 5 June 1961

³ 14 + 25 August + 8 September 1961

⁴ Adjusted with Yates' correction for small frequencies

mer, on the other hand, only small cod at night did not significantly differ between the two gear.

The results of the two-level samplings were summarized, for cod as well as other animals (Brunel, 1968), on scatter diagrams showing the form of *dependence relating the upper and lower net catches*. Diagrams of this kind are given here (Fig. 12) for cod of the two size groups in 1961 and for cod of all sizes in 1961 and 1962. They are plotted on logarithmic coordinates to incorporate into the scatters the required logarithmic transformation of the data. A $\log(x)$ rather than $\log(x + 1)$ scale is used in order to represent K ratios by straight

lines, and the total variation of selected groups of samples by envelopes (continuous and broken ellipsoid or cigar-shaped lines) having comparable shapes over the whole surface of the diagram. These scales also make it necessary to represent the zero values in boxes outside the graph. This was convenient for other animals studied in this way (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the present series), whose numerous zero values would have cluttered the origin.

Each diagram of Fig. 12 shows at the same time six different parameters or other characteristics of the hyperbenthic distribution of cod which are discussed in the present and previous sections:

TABLE XVII

Chi-square tests of significance of the difference in relative upper net catches (K) between the gill-net and the otter-trawl at sta. D112N in 1961-62 *

Season	Dates of lumped samples	Test No.	Day or night	Cod size group (cm)	Number of fish (Sum of observed frequencies)		χ^2	p (d.f.=1)
					Gill-nets	Otter-trawl		
Late spring	22 May 1962 +	1	Day	<51	1: 2	8: 65	-	-
	1 June 1962 +	2	Day	>50.5	6:15	6: 23	0.22 ¹	>.10
	3 July 1962	3	Day	all	7:17	14: 88	2.32 ¹	>.10
	22-23 May 1962 +	4	Night	<51	2: 1	16: 43	-	-
	1-2 June 1962 +	5	Night	>50.5	8:11	7: 16	0.20 ¹	>.10
	27-28 June 1961	6	Night	all	10:12	23: 59	1.66 ¹	>.10
Summer	14-15 Aug. 1961 +	7	Day	<51	0:13	284:459	6.45 ¹	.01-.025 *
	25-26 Aug. 1961 +	8	Day	>50.5	12:34	68: 70	7.55	.005-.01 *
	8-9 Sept. 1961	9	Day	all	12:47	352:529	8.90	<.005 *
	14-15 Aug. 1961 +	10	Night	<51	7:16	77:199	0 ¹	>.10
	25-26 Aug. 1961 +	11	Night	>50.5	3:18	31: 46	3.85 ¹	.05 *
	8-9 Sept. 1961	12	Night	all	10:34	108:245	0.83 ¹	>.10

* Three spring and three summer cruises are lumped, in which gill-net and trawl samples were obtained in the same day or night. Frequencies being compared are the sum of the number of fish taken in each net on the three dates. Frequencies are listed in pairs, separated by a colon, corresponding to UPPER NET : LOWER NET, the single source of variation. Frequencies for tests Nos. 1 and 4 were too small for a χ^2 test.

¹ Adjusted with Yates' correction for small frequencies.

GADUS MORHUA

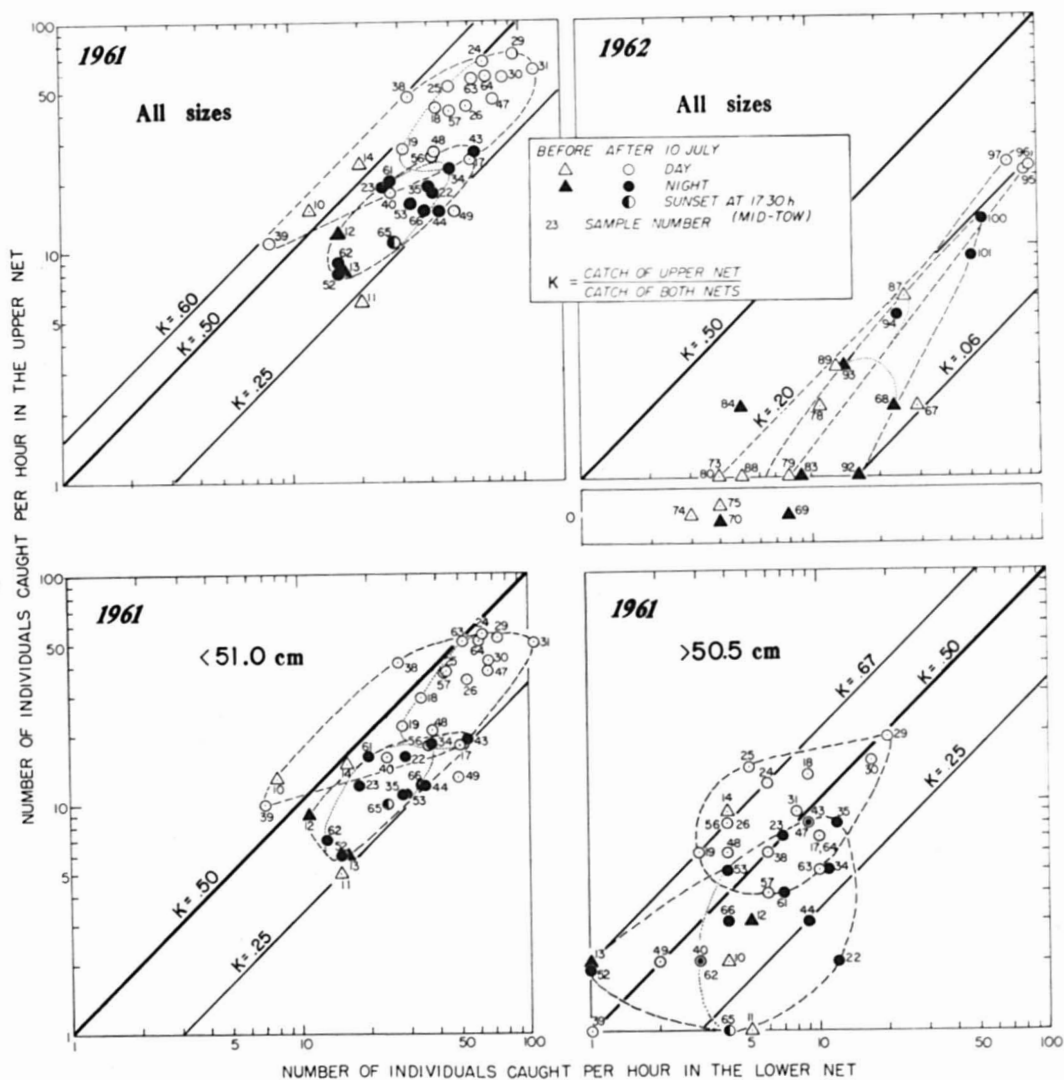


Figure 12. The relation between the abundance of cod of three size groups in the upper half and that in the lower half of the otter-trawl, for all tows made at sta. D112N in 1961 and 1962, showing an average pattern of daily vertical distribution near the bottom in each of two seasons. Broken lines envelope all or most day or night points, and dotted lines do so to the exclusion of points for the other season or for the reversed migrations of 25-26 August 1961. Each symbol represents one trawl haul, the date and hour of which can be found through its sample number by referring to tables II-III.

(1) The absolute values of catches in either trawl half (y_A and y_B); (2) the order of magnitude of the diurnal (y_{AD} and y_{BD}), nocturnal (y_{AN} and y_{BN}) and daily (y_{DN}) mean of these values, and hence of the relative night catch (N_r) in either trawl half; (3) the residual

variation of the main diurnal and nocturnal groups of samples selected for statistical analysis, the individual values of which are represented by different symbols enclosed in distinct envelopes; (4) the variation of the small groups of samples isolated by the 10 July seasonal

boundary, relative to the variation of the main groups of samples, i.e. some seasonal variation, which can be compared to that exhibited between the diagrams of 1961 and 1962 ; (5) the order of magnitude of the relative catch of the upper net (K and \bar{K}) for either the diurnal or the nocturnal group of samples ; and (6) an appreciation of the type of correlation (r , the correlation coefficient of Pearson) between the catch of the upper net and that of the lower net.

All of these parameters except r have been computed and their significance tested statistically in the present and the previous sections. Their graphical representation on Fig. 12 has helped to estimate (Brunel, 1968) the statistical significance of the same parameters as represented on the same kind of diagram for several species of cod prey.

For present purposes, the interesting observation to make on Fig. 12, apart from its summarizing features, is that the upper net-lower net dependence takes the form of a positive correlation after 10 July 1961 between the catch of small cod in the upper trawl half and that in the lower half. The correlation is probably significant when the reversed results of 25-26 August 1961 (samples 38, 39, 40, 43 and 44) are omitted. Although this correlation is lacking for large cod, it appears on the diagram for cod of all sizes in 1961 because of the strong predominance of small cod in the catches. The correlation is probably not significant in 1962 because of the small catches, but one can nevertheless see that the slope of the elongated envelopes (day and night combined) is similar in the two years, in being slightly greater than 1 for cod of all sizes. The difference between 1961 and 1962 therefore, as seen previously, rests mostly on (a) the relative night catch (N_r) (day and night envelopes well segregated in 1961 but

not in 1962), (b) the higher catches of 1961 (envelopes toward the upper right), and (c) the higher K values in 1961 (envelopes closer to the diagonal line for $K = 0.50$).

Discussion

The different kinds of evidence presented in the previous sections must be compared, with one another and with published information on the vertical migrations of cod and on their interaction with fishing gear, in order to provide a coherent interpretation of the results. This is done in the present discussion.

The selectivity of the otter-trawl and gill-nets

The selectivity of otter-trawls and that of gill-nets are quite different and must be understood before discussing the results. Gill-nets tend to select for the more actively swimming fish and against passive individuals (Rollefsen, 1953), an effect enhanced in darkness when the fish may not detect the nets (Blaxter, Parrish and Dickson, 1964). The large gill-net mesh size selecting for larger fish than the trawl, it will be recalled, is not a relevant factor here since comparisons (N_r , K) involving cod sizes are made within pairs or groups of identical nets (upper vs lower, day vs night, spring vs summer). The otter-trawl, on the other hand, presumably can take passive as well as active fish, but the latter, under visual conditions, are especially likely either to escape from, or be herded into, the advancing trawl. Experiments in basins and photography at sea show that herding is the commonly observed reaction in the day but does not occur at night (Blaxter, Parrish and Dickson, 1964 ; Blaxter and Parrish, 1966 ; Beamish, 1966b). It is pointed out above that herding was probably increased in the strong bottom light of the spring-summer solstice, and that it was greater

in the lower than in the upper trawl half. However, the importance of this effect as compared to that of other factors – natural ecological factors, presumably – which influenced the results was not clear. Treschev's (1964) remark that cod behavior with respect to the trawl does not change seasonally as does that of herring supports my conclusion that herding may not have been the only or even the major factor in the results (Brunel, 1968, and forthcoming paper of the present series).

Some fish are known to be passive at night when they lack visual cues from the bottom (Blaxter, Parrish and Dickson, 1964; Woodhead, 1965, 1966). Herring were actually seen, hanging motionless and dispersed, from the Russian submarine "Severyanka" (Radakov and Soloviev, 1959; Zaitsev, 1962), and captive cod were observed to become more passive at night during certain months (Brawn, 1961). Daily and seasonal activity cycles of fish have been described (Swift, 1964). The midwater passivity of vertically migrating groundfish is an assumption, sometimes verified in nature (Woodhead, 1965), of present models of fish migrations (Trout, 1957; Harden Jones, 1965, 1968).

In view of the sampling bias of gill-nets for active fish, and of the difference in herding between the two trawl halves, otter-trawl results and N_r values are considered as more reliable and fundamental than gill-net results and K ratios, and are discussed first. Besides, increasing K ratios are not necessarily indications that more fish are moving from the lower to the upper net level when there is no suggestion of a negative correlation between absolute numbers of individuals in the two nets (Fig. 12). They may reflect an addition of fish having migrated downward to the upper net level.

The existence of daily vertical migrations of cod

There is satisfactory agreement between the relative night catch (N_r) of cod in the otter-trawl (Fig. 9-10) and the echograms (Fig. 8), showing that when cod are fewer in numbers near the bottom, as compared to the other part of the daily light cycle, they are relatively abundant in midwater, and conversely for bottom abundance. This agreement does not take the form of an exact mathematical relation, but involves the following qualitative similarities: the migrations were diurnal or independent of day and night in late spring and early summer, and more clearly nocturnal in late summer and fall, they reversed to a distinct diurnal type on 25-26 August 1961, and they started earlier in the day (17:00 h on 12 Oct. 1961) in the autumn than in the summer (e.g. 16-18 July 1962 and 5-6 Sept. 1961). My data confirm those obtained in the same area by Lacroix (1967), who caught cod at night on two midwater long-lines set at 15 and 30 m above the bottom, in 1958 and 1959, in numbers which increased from July to August 1959 as the relative night catch of a control long-line set on the bottom decreased. The value of the relative night catch (N_r) as a measurement of vertical migratory intensity is therefore established by these two sets of data.

In late summer-fall, both large and small cod gave N_r values significantly smaller than .5, and the small fish were found to perform still more intensive migrations than the large ones. But the nocturnal vertical migrations of the large cod appeared more stable, as discussed further below. Their remarkable uniformity over seven years of fishing with three kinds of gear (Table XI) is further demonstration of the real absence at night of some 45% of the diurnal popu-

lation from the hyperbenthic stratum, rather than of their reactions to fishing gear.

Seasonal changes in the migratory pattern

The results presented above clearly agree in showing a change, sometimes in mid-July, of the vertical migratory pattern of cod. The date of 10 July has been selected as the most convenient dividing time between a late spring-early summer and a late summer-fall period. Since in my data the former period coincided mostly with 1962 and the latter with 1961, it was necessary – and possible – to demonstrate that the samples of June 1961 and 16-18 July 1962 exhibited respectively the seasonal patterns of 1962 and 1961, in addition to yearly differences. The two biological seasons separated by mid-July are distinguished as follows.

In *late spring-early summer*, vertical migrations are more or less independent of day and night (arhythmic) : they may be either frankly diurnal (early July 1960), frankly nocturnal (early June 1960 and 1961), or more generally merely less clearly nocturnal than later in the year, the fish being in midwater most of the time. In general, N_r ratios indicated that they were more intensively nocturnal in 1960 and 1961 than in 1962 (Fig. 9). However, the period is also characterized by the scarcity of cod both in midwater at sta. D112N (Fig. 8) and on the bottom mostly in the day, at that station (Fig. 5-6) and at comparable depths throughout the area (Brunel, 1971, Fig. 4). A similar May-June decline in the demersal abundance of cod was recorded in 1959 in the weekly commercial landings of local otter-trawlers (Marcotte, 1960), and in 1960 in exploratory trawlings at depths of 79-110 m (43-60 fath.) near sta. D112N (Marcotte, 1961a), but the de-

cline was less pronounced in the commercial landings of shallower-fishing long-liners in the same two years (Marcotte, 1961a).

Can this June-centered scarcity of cod be due to the fact that the fish have not yet arrived from their winter grounds into the area? Exploratory fishing in April 1962 (Jean, 1963a), the distribution of commercial catches (Moussette, McCracken and Marcotte, 1964) and tag returns (Martin and Jean, 1964; Jean, 1964) rather suggest that cod, at least small individuals, migrate northward in April-May, which would not readily account for a decrease observed from May to June (Fig. 5-6; Marcotte, 1960, 1961a). A local distribution is rather involved. Echograms recorded more mid-water cod at some distance from than close to the bottom, whether in the small D112N quantities (Fig. 8) or in the large quantity detected inshore on 19 June 1964. In fact it appears from commercial trawl catches (Brunel, 1971) and from tag returns (Jean, 1964; Brunel, 1971, Fig. 5) that most cod in this season are either (a) inshore at depths shallower and a little warmer than that of D112N (1960, 1962) (see also Marcotte, 1961a), which suggests both vertical and horizontal seasonal movements, or (b) elsewhere than D112N at similar depths (1961), which indicates horizontal movements within the cold layer, and (c) that the fish may be concentrated in aggregations such as that of 19 June 1964, accounting for variable commercial yields. The lack of a significant difference between day and night in catches (Fig. 9-10), K ratios (Fig. 11), and echogram records (Fig. 8) does not allow to conclude for sta. D112N that the *daily* movements of cod in this season are vertical rather than horizontal. However, there are *seasonal* vertical movements in the area at this time. The effect of such movements on the de-

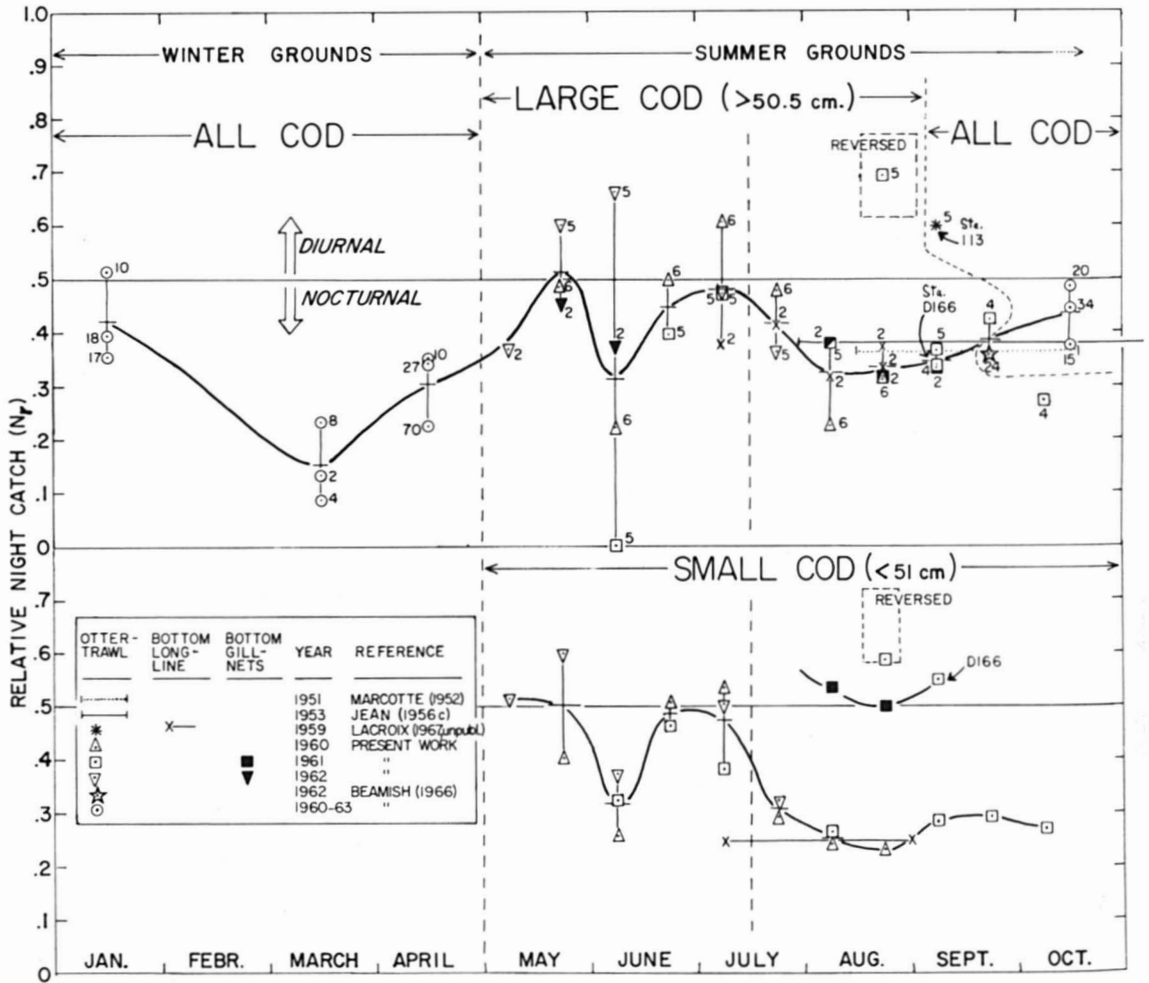


Figure 13. Seasonal variations of the average intensity of daily vertical migrations of large and small cod from the southwestern Gulf of St. Lawrence stock, as measured by the monthly (all cod) or bimonthly (large and small cod) relative night catch (N_p) with three fishing gear over seven years. Most cod on winter grounds are large cod. Samples of less than 8 fishes are ignored or combined. The number of samples appears near each symbol.

mersal distribution of cod is clear, but their effect on *midwater* distribution is at present shown only by limited scattered evidence: (a) The few midwater fish echo-located at sta. D112N; (b) the large pelagic concentration inshore on 19 June 1964; (c) past fishing of Gaspé fishermen with pelagic long-lines set over deep water (Tremblay, 1944); and (d) cod catches at night in herring drift-nets, by the same fishermen, in the

spring but not in the summer and fall. This is apparently at variance with the more nocturnal vertical migrations of cod in that season, but these migrations are inferred below to characterize *large passive cod*, which would not readily be caught by *small-mesh* herring gill-nets selecting moving fish.

Catches of the late spring-early summer period at sta. D112N were dominat-

ed by small cod (Table VI), which have been found to perform less uniformly nocturnal vertical migrations than large cod. The observed pattern of cod movements in that season is therefore believed to depend largely on cod smaller than 51 cm.

Changes between the same two biological seasons were most radically shown in K ratios, which in gill-nets were high in spring and low in summer, but low in spring and higher in summer in the bipartitioned otter-trawl. Herding of fish, under the strong solstice light, effective in increasing catches of the lower trawl half but not of the lower gill-net, is believed to account for part of the late spring difference, which may not be statistically significant in any event (Table XVII.) Differences in late summer-fall are interpreted below in terms of cod activity levels.

In *late summer and fall*, the daily vertical migrations of cod become more clearly nocturnal. The period starts in mid-July just after large cod have rapidly increased in demersal catches, both in relative (Table VI) and absolute (Fig. 6) terms. In contrast with late spring-early summer, the available data demonstrate that the movements are really vertical, nocturnal, intensive (some 45% of the fish), quite constant, and extensive (Fig. 8). From relative night catches it appears that both small and large cod contribute to these migrations, and actually add up to produce the clear-cut pattern, although differences are equally evident between the two size groups (see below). The late summer-fall season is further characterized by substantially larger, although gradually declining numbers of fish occurring at the sampling station.

Seasonal migrations over the year. The seasonal changes in the daily migratory pattern of cod which have just been dis-

cussed apply mainly to the restricted area of sta. D112N and to only half of the year. The seasonal changes of migratory intensity have therefore been examined (Fig. 13), for the whole year, on the broader geographical scale pertaining to the entire cod stock of the southwestern Gulf of St. Lawrence, using various sources (Marcotte, 1952; Jean, 1956; Beamish, 1966a; Lacroix, 1967 and unpublished data; and the present work). The migrations are measured with the relative night catch, N_r (see appendix I) in the hyperbenthic layer, from otter-trawl, bottom long-line, and bottom gill-net catches. The data of Marcotte and Jean are only available as a late summer-fall average, those of Beamish as monthly averages (except on 25-27 September 1962), whereas those of Lacroix and the writer were combined into bi-monthly means. The seasonal means for late spring-early summer and late summer-fall are given in Table XI. Records for January, March and April come mostly from winter grounds, all others from summer grounds, of the single cod stock under study. On winter grounds most cod are of the large size group (Jean, 1964).

It can be seen readily on Fig. 13 that the seasonal cycle of daily vertical migrations of cod is made up of four parts: two periods of more pronounced nocturnal vertical migrations correspond approximately to the equinox periods of March and September, whereas months centered upon the summer solstice, and possibly also the winter solstice if the trends are interpolated, are periods of less intensive nocturnal migrations, sometimes frankly diurnal. When these facts are compared with the patterns of seasonal vertical (Brunel, 1971, Fig. 5) and horizontal (Martin and Jean, 1964) migrations of the same cod stock, it becomes apparent that (a) increased nocturnal vertical migrations coincide

with periods of seasonal depth changes and horizontal migrations, and that (b) the fastest depth change and therefore swiftest contranant horizontal migrations (Martin and Jean, 1964; Brunel, 1971, Fig. 5; Brunel, 1972a; and testimony of a keen Gaspé trawler skipper) in March-April coincide with the most intensive – and apparently most extensive (Beamish, 1966a; Brunel, 1971, p. 831) – of the two periods of nocturnal vertical migrations.

Differences in migrations between large and small cod

It is plainly shown in the results given above that large and small cod were caught in significantly different proportions in the trawl and gill-nets, in the day and at night, and at different stations (D112N and D166) and net levels, especially in late summer-fall. Such differences have been reported before for cod (Parrish, Blaxter and Hall, 1964) and other demersal fishes (Woodhead, 1966), and are interpreted either as reflecting different vertical migratory patterns or different reactions to fishing gear. But there is very little to choose between the two with the scarcity of the available data. My results can apparently provide some help.

Large cod perform more extensive nocturnal vertical migrations than small ones. Critical evidence of this fact was supplied by the results at sta. D166 on the slope of Miscou Bank, on 5-6 Sept. 1961. In the otter-trawl, large cod were significantly less numerous at night than in the day whereas small cod were significantly *more* numerous (Tables X-XI and XVI), while the echograms (Fig. 7-8) clearly revealed in midwater at night numerous fish marks which must therefore have been due to the large fish alone. A second source of evidence, from sta. D112N, is the disappearance of significantly more large fish from the

upper trawl half at night than in the day (Fig. 10-12), a difference not observed in small cod. Again the disappearance of these large fish is accompanied by numerous nocturnal fish marks in midwater (Fig. 8), especially on 16-18 July 1962 (Fig. 7), and on the whole the number of echo-recorded midwater fish is smaller at this station than at sta. D166, in agreement with the higher relative night catch of large cod in the upper net at sta. D112N (Fig. 10). A third instance of the heavier commitment of large cod to nocturnal vertical migrations is somewhat more involved: it concerns the reversed migrations of 25-26 August 1961, an overcast day and moonlit night. Echograms did show this reversal to a diurnal type of migrations, but the relative night catch of the whole trawl (Fig. 9) was also reversed for *both* size groups, whereas that of both gill-nets was reversed for *neither*. It is only by looking at the two-level data (Fig. 10 and 11) that the paradox can be resolved: small cod were less effectively herded into the lower trawl half in this daylight period, a situation which increased the K ratio, whereas the diurnal catch of large cod was reduced in both halves by a genuine trend toward the reversal of their migrations, which was observed both in the gill-nets (Fig. 11) and on the echograms.

A predominant role of large cod (50-70 cm) in nocturnal vertical migrations was also found by Lacroix (1967) in the same area, Rasmussen (1954, 1957) in West Greenland, and Rollefson (1953) at the Norwegian Lofoten Islands. It appears to be assumed by local fishermen who report catching larger cod while hauling their baited long-lines (Kohler, 1961).

This association of large cod with nocturnal vertical migrations gives meaning to two observations already made:

(a) The onset of the late summer-fall period of nocturnal migrations followed shortly the arrival of maximum numbers of large cod in the area sometimes in July (Table VI and Fig. 6). On the Spitsbergen Shelf, the older fish are similarly reported to arrive in July, after the arrival of the shoals of immatures in June (Trout, 1957). (b) The nocturnal migrations of large cod were found to be quite stable in late summer-fall (Table XI), whereas those of small cod gave indications of being either more intensively (but not extensively) nocturnal (D112N trawl in late summer-fall), or diurnal (trawl at D166 and possibly 113 in late summer, gill-nets at D112N in late summer, and both gear at D112N in late spring-early summer). Thus large cod appear more dependent on the daily light cycle, which is confirmed by the reversal of their migrations (those of small cod were not) in the more or less reversed light regime of 25-26 August 1961.

The more intensive nocturnal vertical migrations of small individuals, as compared to the older fish, agrees with the findings of Parrish, Blaxter and Hall (1964) for cod and of most other workers for other fish species (Woodhead, 1966). It is pointed out below, however, that this does not automatically mean that the migrations are more extensive: they rather appear *less* extensive.

The nocturnal migrations of large cod and the more diurnal or dark-free migrations of small individuals were reflected in the seasonal course of demersal catches (Fig. 6), which shows periods of reduced abundance coinciding with those of vertical migrations. The decline in abundance was sharper by day for small cod in late spring-early summer, whereas it was sharper by night for large cod in late summer-fall. This was especially clear in 1960 when there

were fair numbers of each size group in the catches.

The difference in behavior between small and large cod is nowhere more obvious than between the lower gill-net and the lower trawl half in late summer and fall, which were sampling exactly the same lowermost water layer. Assuming a uniform pattern of vertical migrations along the 1.5-3 km (1-2 miles) separating the two gear, one would expect the N_r values obtained with these devices to be about the same for each size group. Yet whereas relative night catches of large cod were about the same in the lower net of each gear, those of small cod were clearly larger in the gill-nets. This means that nocturnal gill-nets selected either for small cod or against large ones, and that the difference was one of fish behavior.

Apart from the more extensive vertical migrations of large than small cod, what is the nature of these differences in behavior between them which the trawl and gill-net results indicate ?

Different hyperbenthic and midwater distributions

One difference between small and large cod is apparently that fish of the former size group have a more or less continuous distribution at night from the bottom up to some undetermined distance above the otter-trawl, whereas the population of larger fish is nocturnally split between a vertically migrating group and a little- or non-migrating group which remains very close to the ground. This is the interpretation given to the fact that large cod at night disappear in significant numbers only from the samples of the upper trawl half (Fig. 10-11), at sta. D112N and still more distinctly at sta. D166. This contrasts with small cod, whose numbers at night either diminish in both nets (D112N), or re-

main unchanged in the lower and increase in the upper net (D166). Again the D166 data provide critical evidence of the reality of the difference: cod echo-located at night in midwater are really large cod which have moved up from the upper trawl half alone, since this size group alone has significantly diminished in number at night in this net. It is believed that this provides ground for accepting the sampling effectiveness of the bi-partitioned otter-trawl in preserving the natural hyperbenthic layering of the fish.

The questions raised by this finding are: What is the extent of the gap in the vertical distribution of large cod, between the hyperbenthic and the mid-water groups? What is the extent of the nocturnal vertical migrations of small cod? And what mechanism can account for such differences in behavior? An answer to the first question is provided by sonar, most effective for large cod, from my data and theoretical considerations. On Fig. 8, the 5-6 Sept. 1961 echograms for sta. D166 show a nocturnal absence or scarcity of cod marks between the sea-bed and some 9 m (30 feet) above. Similar but less pronounced gaps occurred at sta. D112N on 25-26 August 1961 and 17-18 July 1962. On the other hand, Beamish (1966a) summarizes many sonar records showing pelagic cod at night to be absent between the bottom and nearly the same distance above, 10 metres. It will be noted that 9 m (30 feet) is exactly the distance from the seabed at which the upper gill-net was set in late summer-fall 1961 and late spring-early summer 1962. This suggests a way of finding an answer to the second question and of verifying that of the first.

The short extent of the nocturnal vertical migrations of small cod in late summer is suggested by two facts: (a)

at sta. D166, there was no indication of any nocturnal movements upward, or these were so short that they were already measured by more fish at night in the upper trawl half (Fig. 10); (b) at sta. D112N, seven small cod were caught in the upper gill-net at night, but none in the day (Table XVI, Fig. 10-11), whereas only 3 large cod were gill-netted at night in the upper net against 12 in the day. Thus the immatures appear to be confined to the trawl levels in the day but to reach up at least to 9 m above the sea-bed at night. By contrast, not many more (16) small cod were taken in the lower gill-net at night than in the day (13). Gill-nets being selective for active fish, especially at night, these results may also be interpreted, however, as evidence that small cod are more actively roaming around at night, especially at the upper gill-net level. Conversely, the greater nocturnal scarcity of large cod at the upper than at the lower gill-net level can be viewed either as a measure of the hyperbenthic gap in their vertical distribution or as pelagic passivity. Unfortunately the echograms obtained on the three dates of complete gill-net fishing do not provide the critical evidence which is required: those of 14-15 August 1961 were lost and those of 25-26 August 1961 show the aberrant reversed migrations; it is only on 8-9 September 1961 that a large gap of fish marks up to 18 m (10 fath.) above the bottom gives any support to the hyperbenthic gap hypothesis.

A mechanism accounting for the absence of large cod and presence of small ones at upper hyperbenthic levels is proposed by Brunel (1968, and forthcoming papers in the present series). It is essentially based on the fact that small cod, which can make use of small hyperbenthic swimming forms more than the larger fish, follows closely the intensive but short-range nocturnal migra-

tions of these forms on which it feeds, whereas large cod are either forced to migrate far upward by a non-trophic dark-released reaction or held very close to the ground by the scattered large epibenthic prey which they can best use. At sta. D166, there were practically no small hyperbenthic swimmers, and small cod accordingly shifted to a radically different pattern of epibenthic feeding and distribution.

In late spring-early summer 1961, it was found (Brunel, 1971) that cod were mostly in the lower part of the cold layer, at depths certainly closer to that of sta. D112N than in the same season of 1962. This was true of *demersal* cod. Does it follow that *pelagic* cod at sta. D112N in that season were correspondingly closer above the bottom in 1961 than in 1962? Echograms and K ratios give indications that they were. The fish were scarcer on the echograms of 1962 than on those of 1961. And both the trawl and gill-nets caught relatively more fish (K) at the upper level in 1961 than in 1962 in corresponding months (Fig. 11). Again the difference probably depended on a critical hyperbenthic distance at which whatever few fish occurred were swimming above the bottom, and again a small swimming prey (*Meganyctiphanes* in 1961) can be proposed as a likely stimulus for such distribution (Brunel, 1968, and forthcoming paper in the present series).

Activity levels of small and large cod

The differences in relative catches of small and large cod between the trawl and the gill-nets may be interpreted as showing differences in their levels of activity. This is especially probable of the results from the lower gill-net as compared to those from the lower trawl half, both of which were sampling practically the same populations and the

same water stratum simultaneously. The relative night catch (N_r) of large cod in late summer (Table X and Fig. 10) was significantly larger than that of small cod in the trawl, but it was smaller ($.05 < p < .10$) in the gill-nets. Since there was a larger N_r gap between the two gear for small than for large cod, it is probably small cod which were "over-sampled" at night by the gill-net, because they were more active than large cod. However, since the trawl at night probably samples active and passive fish equally well, nocturnal passivity of large cod is also likely; the difference in activity levels between the two size groups is the pertinent inference. A factor complicating the results from the relevant group of late summer samples is the anomalous situation of 25-26 August 1961, as pointed out above.

At the upper net levels, the interpretations are ambiguous because two different strata are involved and the hyperbenthic gap in the distribution of large cod compounds the upper gill-net results. The latter are that the lower-net differences are enhanced: (a) all small cod were caught at night, which may reflect either their nocturnal activity or short-range nocturnal vertical migrations; (b) very few large cod (3) were caught at night as compared to a fair diurnal catch (12), which may reflect either their nocturnal passivity (a kind of behavior known in this and other species, as mentioned at the beginning of the discussion) or their scarcity in the hyperbenthic distributional gap.

The seasonal changes of K ratios in the trawl and gill-nets (Fig. 11) are also of interest as an indication of activity levels. The ratios for both size groups in June are larger in the gill-nets than in the trawl, but in late summer and fall they are larger in the trawl (except for small cod at night). This holds for

both day and night. From this it is suggested that cod of both size groups are more active in June than in late summer, at least at a short distance from the bottom. Neither the data nor this interpretation, however, exclude other interpretations already referred to: more herding of fish into the lower trawl half in the strong solstice light, and more fish of both size groups at the upper than at the lower gill-net level in this period of arhythmic vertical migrations.

The hypothesis of great activity of cod in late spring is apparently supported by commercial fishing activities in 1965: local fishermen using the recently introduced cod gill-nets have had extremely successful catches in June, and to some extent in August also, but decidedly poorer results in September and October, while otter-trawlers and long-liners, presumably more efficient with passive fish (Blaxter, Parrish and Dickson, 1964; Rollefson, 1953), reportedly made very poor catches in June and better ones later. It must be noted, however, that cod gill-netted in June were not only abundant but also unusually big, so that some size selection by the gill-nets may have been involved in part (see Rollefson, 1953). On the other hand, unpublished data of some experimental gill-net fishing for cod in the daytime by Marcotte (1962), at depths of 14-30 fathoms (25-55 m) off Grande-Rivière, did not indicate better catches in June 1961 than in comparable sets in August and September of the same year. Nocturnal fishing might have revealed a greater difference.

It will be noted that the generally poor catches of both size groups of cod in late spring-early summer, in the trawl and gill-nets, as well as the few echogram fish marks, are consistent with the view that most cod were then of the small size category, not marking echo-

grams well as shown at sta. D166, and apparently active and fast moving, a condition not favorable for echo-location either. However, it must be added that small cod, which were effectively gill-netted in late summer, were really scarcer than large cod in this gear in June (Table X): they were therefore probably naturally scarce at short distances from the bottom at D112N in this season.

Photoperiodism as a primer of seasonal and horizontal migrations through daily vertical migrations

A critical review of published evidence (Brunel, 1972b), combined with new data from the present investigation (Brunel, 1971, and present work), has led to recognize the following main characteristics of cod vertical migrations in different regions (See also Woodhead, 1965, 1966). Daily vertical migrations are a normal and prevailing feature of cod behavior in most regions. The migrations are more clearly nocturnal in March-April and August-September, sometimes October, and less so, even diurnal or at least arhythmic, in summer (June-July) and winter (November to February?). Cod are usually dispersed in midwater at night, and form small schools in the day, but large midwater aggregations are apparently observed also at any hour. Large cod (> 50 cm) were predominant in the few nocturnal midwater catches reported. During the more nocturnal or dispersed migrations, a midwater distribution above some 10 metres (5 fathoms) from the ground can apparently be distinguished at night from a hyperbenthic scarcity below that level, occurrence in the latter layer alone being significant in the day. The nocturnal migrations are more extensive from deep than from shallow grounds, and in the evening than in the rest of the night, at least in the spring in the Gulf of St.

Lawrence stock. Cod is often found in midwater both in daylight and in darkness, but day-and-night oscillations of the population can still take place. Midwater cod may be distributed in horizontal layers apparently more dependent on given depths than on the sea-bed, but making contact with the latter at these and sometimes smaller depths as well. Maximum daily vertical migrations coincide with seasonal vertical migrations, maximum horizontal migrations and minimal demersal catches in different cod stocks. In the Gulf of Maine, daily vertical migrations are apparently much weaker than in other areas, and so are horizontal migrations.

Baggerman (1960) defines *priming factors* of fish migrations as factors, the nature of which is still obscure, which through endocrine activity make the animals physiologically ready, on a long-term basis (months), to respond to *releasing factors*, which are defined as exerting a short-term or even immediate effect on the migrating behavior of the fish. Photoperiodism and seasonal temperature cycles may be priming exogenous factors, sometimes reinforcing an underlying endogenous rhythm, whereas light intensity or darkness, temperature or other meteorological properties may be releasing factors.

There are three major findings which stand out from my investigations as being particularly relevant to the question asked by Trout (1957): What is the mechanism of the regular seasonal depth change of the cod stock? These findings, discussed more thoroughly in Brunel (1968, and forthcoming paper in the present series), are that the seasonal vertical migrations of Gulf cod occur every year irrespective of temperature or thermocline depth (Brunel, 1971); that the seasonal changes in daily vertical migrations coincide well, in both

timing and intensity, with horizontal migrations, with seasonal vertical migrations, and with the annual photoperiodic cycle (present work, Fig. 13); and that the intensity of the daily vertical migrations in the late summer-fall season is remarkably stable (present work, Table XI), irrespective of the abundance or daily vertical migrations of pelagic prey (Brunel, 1968, and forthcoming paper).

All this evidence is suggestive of a seasonal endogenous rhythm, and it is therefore proposed here that the photoperiodic control clearly suggested by Trout (1957) may influence seasonal vertical migrations through daily vertical migrations, both of which apparently have a vertical amplitude of the *same order of magnitude*.

Support for this proposal is found in published information on the Arcto-Norwegian cod stock, which apparently behaves in similar ways. Relative night catches all over the Barents Sea are also smaller in March-April and October than in winter and summer (Konstantinov, 1958; see also Woodhead, 1964, and 1966, Fig. 4), and apparently smaller in the spring than in autumn. There is indirect evidence from the seasonal changes in its daily feeding cycle that the North Sea cod is similarly more sensitive to day-and-night and fasts more in March-April and November (October data were inconclusive) than in other months (Rae, 1967). Templeman and May (1965) were likewise led to remark on the great amount of echo-recorded vertical migratory activity of Labrador cod in early May, i.e. just before the onshore capelin migration. Trout (1963), however, has argued that "the annual pattern of daylight is unlikely to be responsible for the common seasonal pattern of availability of the cod" to bottom gear, which he

links to vertical migrations, on the general ground that the light regimes differ widely with latitude. For instance, day-and-night cycles are lacking in summer and winter over much of the range of Arcto-Norwegian cod, which nonetheless show the same pattern of increased summer and winter availability as in regions exposed to day and night throughout the year.

The same argument would seem to apply in the Gulf of St. Lawrence, and not only to the bottom availability of cod but also to the seasonal regime of daily vertical migrations. However, Woodhead and Woodhead (1965) write that all cod stocks are exposed to an autumnal equinox period followed by the contranant migrations toward the spawning grounds, which might well trigger off or prime a physiological seasonal cycle leading to migrations. The cod stock of the southwestern Gulf of St. Lawrence differs from all others in that the contranant migration to the spawning grounds occurs in the spring. But there seems to be no conceptual difficulty in substituting the spring to the autumn equinox as a priming period. Breeding cycles of fish and birds, closely coupled to migratory cycles and dependent on the same photoperiodic control, are in fact known to be diverse, "attuned either to the increasing day length of spring or to the decreasing day length of autumn. A species may, through natural selection, be adjusted to receive the stimulus to gametogenesis from whatever kind of day length is typical of the most suitable time of the year." (Bullough, 1959).

It is seen from the comparison of these two migratory cod stocks that the similarities justify retaining the hypothesis of a photoperiodic influence on cod migrations, but that the differences are numerous and critical enough to promise ample rewards to further studies.

The duration and intensity of light available daily to cod are apparently of little importance during its contranant migration. This is shown by further differences between the Arcto-Norwegian stock and the Gulf stock (cf. Zenkevitch, 1963, and Martin and Jean, 1964, for maps of the migratory pathways). In the former stock, immatures at the highest latitude of Bear Island migrate (a) first in increasing and then total sea-surface darkness, (b) southward from shallower to deeper water, i.e. toward ever increasing bottom darkness, (c) over a long period (about 5 months), and (d) on the bottom all the time, as inferred by Trout (1957). Mature fish of the same stock in the eastern Barents Sea are reported to be weakly pelagic at night in October (Konstantinov, 1958) but otherwise migrate eastward under not much stronger or longer daily illumination periods, certainly also in decreasing surface and bottom light in winter.

The Southwestern Gulf stock, on the other hand, migrates (a) first with abundant and thereafter increasing surface light, (b) northwestward from deeper to shallower grounds (Jean, 1964; Martin and Jean, 1964), thus with increasing bottom light on this count too, (c) in a very short time (about 2 months), and (d) while performing intensive (Fig. 14 herewith) and extensive (echograms in Beamish, 1966a) nocturnal vertical migrations, i.e. off bottom during more than 1/3 to 1/2 of the daily light cycle (Brunel, 1970, Table IV). One infers from this that the fish are migrating against the current either on the bottom in the day or in midwater at night; either way is sharply different, with respect to the daily light cycle, from Trout's inference for the Arcto-Norwegian stock. It is nonetheless possible for the two migratory stocks to receive

comparable light intensities and photoperiods since Gulf cod get penetrating and short southern light in deep water whereas arctic cod obtain longer but less penetrating northern light in shallow water.

Summary and conclusions

(1) Factors of the daily vertical migrations of cod (*Gadus morhua morhua* L.) were investigated with the following novel approaches: (a) The ecosystem was fairly homogeneous, consisting of a single cod stock, that of the southwestern Gulf of St. Lawrence on its summer grounds, and a single bottom community in the cold water layer. The advantages of this uniform habitat outweighed its disadvantages of being atypical for cod. (b) The migrations were measured simultaneously with 5 methods: two-level fishing experiments with 2 gear, echo-location, day and night samplings, regular seasonal samplings, and a bathymetric study of demersal commercial catches. (c) Prey as factors of the migrations were especially studied by sampling together cod stomachs and the available fauna and measuring prey selection and its effect on cod distribution. The investigation emphasizes (d) the hyperbenthic environment at a short distance from the bottom as a way of tailoring the samplings to the probable scale of many prey-predator encounters, (e) the seasonal changes of daily vertical migrations both of cod (of two size-classes) and of the available fauna in three years, and (f) the quantitative description and assessment of most feeding and migratory processes.

(2) Bimonthly observations were made from May to October 1960-62, at a single locality (D112N), by comparable and simultaneous day and night sampling and echo-location of cod, their stomach contents, and the supply of swimming

prey (mainly hyperbenthos and macroplankton), close to and at short distances (3 and 9 m) above the bottom. Use was made of an ordinary commercial otter-trawl in 1960, and in 1961-62 of a horizontally bipartitioned otter-trawl, a two-level pair of gill-nets, and a two-level pair of small non-closing shrimp nets attached to the trawl.

(3) *Herding* by trawl wings and bridles of swimming forms into the lower trawl half and lower shrimp net, and the larger cross-section of the lower trawl half, introduced a systematic *sampling bias* leading to larger catches in lower nets than in their upper counterparts, especially under visual daylight conditions. Moreover, this diurnal difference probably changed seasonally with the change in penetration of solar light — whether from solar altitude or cloud cover — and varied with the visual and swimming powers of the species. Care must therefore be used in the interpretation of diurnal catches, but nocturnal catches are more reliable. Possible alterations of the gear performance in 1962 may have contributed to the important catch differences of many species between 1962 and 1961.

(4) *Cod sizes and gear selectivity.* Clearly larger fish were caught in the large-mesh gill-nets than in the small-mesh otter-trawl, in 1959-62, partly because of different fishing methods, and in 1960 than in 1961-62, partly because of larger trawl meshes in 1960. Slightly larger fish were caught in the upper than in the lower trawl half in 1961-62. Two size groups, large (> 50.5 cm) and small (< 51 cm) cod, are studied in the work. The proportion of small cod was highest in late May whereas that of large cod, highest in early July, slowly decreased until October.

(5) *Cod abundance* (3 to 175 fish per one-hour tow: average: 47) was some-

times low enough in the trawl to handicap sampling. Gill-net catches were much smaller (0 to 56 fish per 10-12 hours of fishing ; average : 9). A period of decreased abundance centered on June, followed by an increase in July or August, occurred in the three years ; a further decrease took place in August 1960-61, more prominent, at night, for large than small cod. Low June catches were lowest in 1962, highest in 1960, and lower, in the day, for small than large cod.

(6) *Echograms* of 1961-62 showed, from late May to mid-July (late spring-early summer), very few cod in mid-water between 64 and 110 m. They occurred either in equal numbers in the day and night, or in greater numbers in the day. After mid-July (late summer-fall), midwater cod were more numerous, mainly at night.

(7) *Relative night catches*. Cod catches were generally smaller at night than in the day, but there was a seasonal decrease from spring to autumn of these relative night catches (night catch/total catch). The latter were very variable in *late spring-early summer* samples as a group : neither small nor large cod were significantly less abundant at night in 1960 and 1962, but in 1961 at least large cod were so ; the relative night catch did not differ significantly either between the upper and lower trawl half, or between small and large cod ; gill-nets gave no statistically reliable information. In *late summer-fall*, both size groups were significantly fewer in numbers at night than in the day, whether in the upper or lower trawl half, except for large cod in the lower half ; small cod were significantly less numerous at night as compared to large cod ; in the gill-nets and in the upper trawl half from one set of data from shallower grounds on Miscou Bank (55 m), however, small cod

were relatively more numerous at night than in the day. In late summer-fall, the relative night catch of large cod taken with 3 fishing gear in seven years was rather stable ($.356 \pm .024$) from one year to another in the area, showing that $44.7 \pm 5.8\%$ of large cod had disappeared from the bottom at night.

(8) *Two-level fishing*. Both trawl and gill-net catches of cod were generally smaller in the upper than in the lower net. Gill-nets showed a seasonal maximum of these relative upper net catches in June to mid-July, especially at night, and a significantly lower minimum in August-September, but the trawl barely showed this seasonal trend. The latter was much less obvious, especially in the trawl, than the annual difference of lower relative upper net catches in 1962 than in 1961. In *late summer-fall*, significantly more large cod were trawled and gill-netted, relatively to small cod, in the upper than in the lower net, in the day, but at night they were either as numerous (trawl) or less so (gill-nets). Gill-nets caught fewer cod of either size class at the upper level, relatively to the bottom level, than the otter-trawl, except that it took as many small cod at night. In *late spring-early summer*, there was no significant difference between the two size groups at any time of the day or in any gear, and the higher relative upper net catches of the gill-nets, as compared to the trawl, were based on too small samples for statistical significance.

(9) *The inferred local pattern of vertical migrations*. Results of the sonar data and comparative fishing experiments with a bipartitioned otter-trawl and two-level gill-nets agree in (a) demonstrating the occurrence of cod daily vertical migrations and the possibility of measuring them ; (b) revealing a seasonal change between a late spring-early sum-

mer period of arrhythmic, diurnal or nocturnal migrations, vertical or not, and a late summer-fall period of nocturnal vertical migrations ; (c) indicating that large cod are mainly responsible for the extensive late summer-fall nocturnal migrations ; (d) revealing that the population of large cod tends to split in a midwater group of nocturnal migrants and a benthic little-migrating group remaining close to the sea-bed, the two groups being separated by a "hyper-benthic gap" of some 10 metres (30 feet) ; and (e) showing a late summer difference in the daily pattern of catches between small and large cod, hence in their behavior at this season.

(10) Consideration of knowledge on the visual reactions of fish to fishing gear, and especially of the selection of more active fish by gill-nets, leads to interpret the difference of results between gill-nets and otter-trawl and between small and large cod in terms of three hypotheses : (a) The late summer behavioral difference between small and large cod consists either in greater nocturnal passivity, or more distant nocturnal vertical migrations of large cod, or both. (b) In late summer, vertical migrations of small cod are more variable, being either nocturnal and more intensive, but less extensive than those of large cod, or diurnal. (c) Both small and large cod are more active in late spring-early summer than in late summer-fall.

(11) Seasonal changes in the intensity of daily vertical migrations are measured with relative night catches on the bottom throughout the year and for the whole cod stock of the southwestern Gulf of St. Lawrence. As in other stocks, the migrations are most nocturnal in the equinox periods, when most horizontal and vertical seasonal migrations occur ; in Gulf cod maximum intensity of all three kinds of migrations occurs in the

spring equinox. It is proposed from this that photoperiodism may prime the seasonal depth change of the stock through daily vertical migrations, both having a similar vertical amplitude.

Acknowledgements

I am indebted to the administration of the Fisheries Branch, Québec Department of Industry and Commerce, for supplying facilities to pursue this research as a biologist at the Station de biologie marine, Grande-Rivière, Gaspé (Dr. Alexandre Marcotte, Director).

The author is grateful to Drs. M.J. Dunbar and D.M. Steven (Marine Sciences Centre, McGill University), G.A. Riley (Institute of Oceanography, Dalhousie University), C.J. Kerswill (then at the Arctic Biological Station, Ste-Anne-de-Bellevue, Québec), Jean-Louis Tremblay (Département de biologie, Université Laval) and Yves Jean (then at the St. Andrews Biological Station), who kindly read the manuscript in whole or in part. Dr. Dunbar also kindly provided financial help at the writing stage of the work, for which I wish to thank him.

Thanks are due Dr. F.R. Beamish, then at the St. Andrews Biological Station, and Dr. Guy Lacroix (Département de biologie, Université Laval), for unpublished information on their studies of Gulf cod vertical migrations.

Much of the labor of handling the sea operations, and many ideas on the use and experimental modifications of the fishing gear were contributed by fishermen on the staff of the Station de biologie marine : Réginald Desbois, skipper of the "Edward W" (otter-trawler of the Station), Adélarde O. Dubé, Léonard Guillot, Apollinaire Lambert and Aurèle Lebreux, all from Grande-Rivière. In the same way, my technicians Jacques Thériault and Jean-Marc Chevrier, and my summer assistants Guy Daunais (1960), Louise Archambault (1961) and Lise Bernier (1962), provided essential help in the work, both at sea and in the laboratory. To all these people I am most grateful.

References

- BAGENAL, T.B., 1958. An analysis of the variability associated with the Vigneron-Dahl modification of the otter trawl by day and by night and a discussion of its action. *J. Cons.*, 24 : 62-79.

- BAGGERMAN, B., 1960. Factors in the diadromous migrations of fish. *Symp. zool. Soc. London*, No. 1, p. 33-60.
- BARNES, H., 1952. The use of transformations in marine biological statistics. *J. Cons.*, 18 : 61-71.
- BEAMISH, F.W.H., 1966a. Vertical migration by demersal fish in the Northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23 : 109-139.
- BEAMISH, F.W.H., 1966b. Reaction of fish to otter trawls. *Fish. Canada*, 19 : 19-21. Dept. Fish. Canada, Ottawa.
- BLAXTER, J. H. S., B. B. PARRISH and W. DICKSON, 1964. The importance of vision in the reaction of fish to driftnets and trawls. *In* : Modern fishing gear of the world, vol. 2 : 529-536. Fishing News (Books), London.
- BLAXTER, J. H. S. and B. B. PARRISH, 1966. The reaction of marine fish to moving netting and other devices in tanks. *Dept. Agric. Fish. Scotland, Mar. Res.*, 1966 (1) : 1-15.
- BRAWN, V. M., 1961. Aggressive behaviour in the cod (*Gadus callarias* L.). *Behaviour*, 18 : 107-147.
- BROTSKAYA, V. A., 1933. Pitanie treski ("Report on the feeding of cod"). *In* : Zenkevitch, L. A., V. A. Brotskaya & A. Dektereva. Materialy po pitaniiu ryb Barentsova morya. II ("Fish-food in the Barents Sea. Part II."). *Dokl. Pervoï Sessii Gosudarstv. Okeanogr. Inst.* ("Rep. First Session State Oceanogr. Inst."), April 14-22, 1931, Moscow, no. 4, p. 20-35.
- BRUNEL, P., 1960. Analyse des données sur l'alimentation de la Morue de 1951 à 1954. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1959 : 57-62.
- BRUNEL, P., 1961a. Variations journalières de l'alimentation de la Morue au large de Grande-Rivière en 1960. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1960 : 86-95.
- BRUNEL, P., 1961b. Le Hareng dans l'alimentation de la Morue des parages de la baie des Chaleurs de 1951 à 1956. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1960 : 96-99.
- BRUNEL, P., 1962. Variations journalières et saisonnières de l'alimentation de la Morue au large de Grande-Rivière en 1960-61. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1961 : 85-104.
- BRUNEL, P., 1963. Variations journalières et saisonnières de l'alimentation de la Morue au large de Grande-Rivière, 1960-62. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1962 : 101-117.
- BRUNEL, P., 1964. Recherches sur l'alimentation et les migrations verticales de la Morue. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1963 : 45-50.
- BRUNEL, P., 1965a. Étude de l'alimentation et des migrations verticales de la Morue. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1964 : 59-62.
- BRUNEL, P., 1965b. Food as a factor or indicator of vertical migrations of cod in the western Gulf of St. Lawrence. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 439-448.
- BRUNEL, P., 1968. The vertical migrations of cod in the southwestern Gulf of St. Lawrence, with special reference to feeding habits and prey distribution. Ph.D. Thesis, Mar. Sci. Centre, McGill Univ., Montréal, 510 p.
- BRUNEL, P., 1970. The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence. I. Seasonal and annual trends of physical oceanographic and climatic factors from 1952 to 1962. *Naturaliste can.*, 97 : 749-781.
- BRUNEL, P., 1971. The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence. II. Weekly fluctuations of commercial trawl catches of cod with depth and temperature in 1960-62. *Naturaliste can.*, 98 : 815-835.
- BRUNEL, P., 1972a (sous presse). Les migrations horizontales des poissons, en particulier de la Morue : résumé critique de connaissances et d'opinions récentes. *Trav. Pêch. Québec*, no 33.
- BRUNEL, P., 1972b, (sous presse). Les migrations verticales de la Morue : résumé critique des connaissances et de méthodes d'études. *Trav. Pêch. Québec*, no 36.
- BULLOUGH, W. S., 1959. Vertebrate photostimulation. *In* : Withrow, R.B. (ed.). *Photoperiodism and related phenomena in plants and animals. Amer. Assoc. Adv. Sci., Publ.* no. 55, p. 641-649.
- CARRUTHERS, J. N., 1960. On determining the shape of trawls and towing cables. *Fish. News*, no. 2468, p. 6.
- CASSIE, R. M., 1962. Frequency distribution models in the ecology of plankton and other organisms. *J. anim. Ecol.*, 31 : 65-92.

- CLARK, J. R., F. D. McCracken and W. TEMPLEMAN, 1958. Summary of gear selection information for the Commission area. *Ann. Proc. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, 8 : 83-99.
- CORBEIL, H. E., 1954. Analyse du contenu stomacal de la morue (*Gadus callarias*). In : *Rapp. Stn Biol. mar.*, 1953. *Contr. Départ. Pêch. Québec*, no 50 : 48-59.
- DE BOER, P. A., 1959. Trawl gear measurements obtained by underwater instruments. In : Kristjónsson, H. (ed.). *Modern fishing gear of the world*. p. 225-233. London.
- DE LOTURE, R., 1946. Les pêches maritimes modernes. Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris, 375 p.
- ELLIS, G. H., 1956. Observations on the shoaling behaviour of cod (*Gadus callarias*) in deep water relative to daylight. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 35 : 415-417.
- FAGE, L. et M. FONTAINE, 1958. Migrations. In : Grassé, P.-P., (dir.). *Traité de Zoologie*, 13(3) : 1850-1884. Masson, Paris.
- FLEMINGER, A. and R. I. CLUTTER, 1965. Avoidance of towed nets by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 10 : 96-104.
- HARDEN JONES, F. R., 1965. Fish migration and water currents. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 257-266.
- HARDEN JONES, F. R., 1968. Fish migration. Edward Arnold, London, 325 p.
- HOAR, W. S., 1953. Control and timing of fish migration. *Biol. Rev.*, 28 : 437-452.
- ICNAF (Int. Comm. Northw. Atl. Fish.), 1963. The selectivity of fishing gear. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 5, p. 1-225.
- JEAN, Y., 1956. Pêche expérimentale. In : *Rapp. Stn Biol. mar.*, 1953. *Contr. Départ. Pêch. Québec*, no 50, p. 126-135.
- JEAN, Y., 1963 MS. Distribution of cod along the western slope of the Laurentian Channel in April 1962. *Fish. Res. Bd. Canada, Biol. Sta., St. Andrews, Ann. Rep. Investig. Summaries*, 1962-63 (C-9) : C-20-C-22.
- JEAN, Y., 1964. Seasonal distribution of cod (*Gadus morhua* L.) along the Canadian Atlantic coast in relation to water temperature. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21 : 429-460.
- KNAKE, B. O., 1956. Assembly methods for otter-trawl nets. *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Leaflet* no. 437, p. 1-29.
- KOHLER, A. C., 1961 MS. Comparative fishing — longline versus otter trawl. *Fish. Res. Bd. Canada, Biol. Sta. St. Andrews, Ann. Rep. Investig. Summaries*, 1960-61, Summary no. 35, p. 81-83.
- KONSTANTINOV, K. G., 1958. Sutotchnye vertikal'nye migratsii treski i pikshtchi ("The daily vertical migrations of cod and haddock"). *Trudy Vseso. Nauchno-issled. Inst. Morsk. Rybn. khoz. Okeanogr.* (VNIRO), 36 : 62-82 (Engl. Transl. : Québec, Minist. Industrie Commerce. Dir. Pêch., Div. Biol.).
- LACROIX, G., 1967. La distribution verticale nocturne et diurne de la Morue (*Gadus morhua* L.) à l'entrée de la baie des Chaleurs. *Naturaliste can.*, 94 : 283-296.
- LORING, D. H. and R. J. LAHEY, 1964. Sediments on the Magdalen Shallows. In : *Fish. Res. Bd. Canada, Atl. Oceanogr. Group, Ann. Rep.*, 1964. *Bedford Inst. Oceanogr., Ann. Rep.*, 1964, Spec. Suppl., p. 73, 89-92.
- McCRACKEN, F. D., 1959. Cod tagging off northern New Brunswick in 1955 and 1956. *Fish. Res. Bd. Canada, Progr. Rep. Atl. Coast Stations*, no. 72, 8-19.
- McGOWAN, J. A. and V. J. FRAUNDORF, 1966. The relationship between size of net used and estimates of zooplankton diversity. *Limnol. Oceanogr.*, 11 : 456-469.
- MARCOTTE, A., 1952. Rapport de la Station de Biologie marine. *Contr. Départ. Pêch. Québec*, no 39 : 78-94.
- MARCOTTE, A., 1959. Distribution de la Morue dans la Baie des Chaleurs en 1958. *Actualités mar.*, 3 : 3-9.
- MARCOTTE, A., 1960. Recensement des poissons de fond à l'entrée de la baie des Chaleurs en 1959. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1959 : 52-56.
- MARCOTTE, A., 1961a. Recensement des poissons démersaux à l'entrée de la baie des Chaleurs. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1960 : 100-106.
- MARCOTTE, A., 1961b. Le filet maillant, son utilisation pour la pêche des poissons de fond. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, No 12, p. 1-15.

- MARCOTTE, A., 1962. Rêts à morues. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1961 : 125-128.
- MARTIN, W. R. and Y. JEAN, 1964. Winter cod taggings off Cape Breton and on offshore Nova Scotia banks, 1959-62. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21 : 215-238.
- MOISEEV, P. A., 1960. O povedenii tikhookeanskoï treski v razlitchnykh zoogeografičeskikh raïonakh ("On the habits of the codfish *Gadus morhua macrocephalus* Tilesius in different zoogeographical regions"). *Zool. Zhurn.*, 39 : 558-562. (Engl. Transl.: Québec, Minist. Industrie Commerce, Dir. Pêch., Div. Biol.).
- MOUSSETTE, M., F. D. McCRACKEN et A. MARCOTTE, 1964. Distribution des captures commerciales de Morue dans le golfe St-Laurent, 1960-62. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, no 22, p. 1-19.
- NEDELEC, C., 1965. Essais de pêche pélagique de la Morue dans la région du Labrador. *Science et Pêche*, no 137 : 1-11. Inst. scient. tech. Pêches mar. Paris.
- PARRISH, B. B., J. H. S. BLAXTER and W. B. HALL, 1964. Diurnal variations in size and composition of trawl catches. *Rapp. Procès-verb. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 155 : 27-34.
- POWLES, P. M., 1958. Studies of reproduction and feeding of Atlantic cod (*Gadus callarias* L.) in the southwestern Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 15 : 1383-1402.
- RADAKOV, D. V. and B. S. SOLOVIEV, 1959. Pervyi opyt primeniya podvodnoi lodki dlya nabliudenii za povedeniem seldi ("A first attempt at using a submarine for observations on the behaviour of herring"). *Rybn. Khoz.*, 35 : 16-21 (Engl. transl. : Fish. Res. Bd. Canada, Transl. Ser., no. 338, 1961).
- RAE, B. B., 1967. The food of cod in the North Sea and on west of Scotland grounds. *Dept. Agric. Fish. Scotland; Mar. Res.*, 1967(1) : 1-68.
- RAE, B. B., 1968. The food of cod on Faroese grounds. *Dept. Agric. Fish. Scotland, Mar. Res.*, 1967(6) : 1-23.
- RASMUSSEN, B., 1954. On the Norwegian pelagic long-line fishery in the Holsteinborg Deep - 1953. *Ann. Proc. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, 4 : 40-45.
- RASMUSSEN, B., 1957. Norwegian research report, 1956. *Ann. Proc. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, 7 : 41-48.
- RICHARDSON, I. D., 1959. Echo-sounding experiments in the Barents Sea. I. Problems of echo-detection of cod in the Bear Island region. *Fishery Invest. (London)*, (II) 22(9) : 1-7.
- ROLLEFSEN, G., 1953. The selectivity of different fishing gear used in Lofoten. *J. Cons.*, 19 : 191-194.
- SIMPSON, G. G., A. ROE and R. C. LEWONTIN, 1960. Quantitative zoology. Harcourt, Brace and Company, New York, 440 p.
- SUND, O., 1935. Echo sounding in fishery research. *Nature*, 135 : 953.
- SWIFT, D. R., 1964. Activity cycles in the brown trout (*Salmo trutta* L.). 2. Fish artificially fed. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21 : 133-138.
- TANING, A. V., 1937. Some features in the migration of cod. *J. Cons.*, 12 : 3-35.
- TEMPLEMAN, W., 1962. Divisions of cod stocks in the northwest Atlantic. *Redbook int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, 1962 : 79-123.
- TEMPLEMAN, W. and A. M. FLEMING, 1962. Cod tagging in the Newfoundland area during 1947 and 1948. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 19 : 445-487.
- TEMPLEMAN, W. and A. W. MAY, 1965. Research vessel catches of cod in the Hamilton Inlet Bank area in relation to depth and temperature. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 149-165.
- TREMBLAY, J.-L., 1944. La pêche de la morue et la température de l'eau de mer. *Annls ACFAS*, 10 : 99.
- TRESCHEV, A. I., 1964. On fishing intensity. *Rapp. Procès-verb. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 155 : 19-20.
- TROUT, G. C., 1957. The Bear Island cod migrations and movements. *Fishery Invest. (London)*, (II) 21(6) : 1-51.
- TROUT, G. C., 1963. Facts from the fishermen - 1. *World Fishing*, 12 : 73-74, 77-78.
- WISE, J. P., 1961. Synopsis of biological data on cod, *Gadus morhua* Linnaeus 1758. *FAO Fish. Biol. Synopsis* no. 21, p. 1-46.

- WISE, J. P., 1963. Bibliography on the biology of the cod, *Gadus morhua*, and related species. *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.*, 62 : 483-538.
- WOODHEAD, P. M. J., 1964. Diurnal changes in trawl catches of fishes. *Rapp. Procès-verb. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 155 : 35-44.
- WOODHEAD, P. M. J., 1965. Effects of light upon behaviour and distribution of demersal fishes of the North Atlantic. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 267-287.
- WOODHEAD, P. M. J., 1966. The behaviour of fish in relation to light in the sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 4 : 337-403.
- WOODHEAD, A. D. and P. M. J. WOODHEAD, 1965. Seasonal changes in the physiology of the Barents Sea cod, *Gadus morhua* L., in relation to its environment. I. Endocrine changes particularly affecting migration and maturation. *Spec. Publ. int. Comm. Northw. Atl. Fish.*, no. 6 (ICNAF Environmental Symposium, Rome), p. 691-715.
- ZAITSEV, V. P., 1962. Rybokhozyaïstvennye podvodnye issledovaniya v SSSR ("Underwater fisheries research in the U.S.S.R."). *Okeanologiya*, 2 : 961-969 (Engl. transl.: U.S. Fish Wildl. Serv., Bur. Comm. Fish., Honolulu, 1963).
- ZENKEVITCH, L. A., 1963. Biology of the seas of the U.S.S.R. George Allen and Unwin, London, 427 p.

Appendix I

Explanation of symbols and quantities

Subscripts

i = any species or other prey category from a one-hour tow or per one-hour tow (shrimp nets or otter-trawl halves) or from a 10-18-hour gill-net set

A = sample from the upper net (upper shrimp net, upper trawl half, or upper gill-net)

B = sample from the lower net (lower shrimp net, lower trawl half, or lower gill-net)

D = diurnal sample

N = nocturnal sample

AN = nocturnal sample from the upper net

BN, AD, BD are analogous other possible combinations.

Shrimp net and otter-trawl samples

n = the number of valid one-hour-tow samples of the fauna in the selected group of samples. In the present work, 12 groups are used, defined by the possible combinations of year, portion of the daily light cycle, and net level, and giving the following values of n :

	Shrimp nets				Otter-trawl			
	1961		1962		1961		1962	
	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night
Upper net	25	14	12	10	22	14	13	10
Lower net	20	12	12	7	22	14	13	10
Both nets	19	11	11	7	25	16	13	10

The different values of n for shrimp nets and the otter-trawl are due to (a) defective or missing shrimp net samples, and (b) the cruise of 5-6 June 1961 (for details, see tables II-III)

$y_i = y$ = the number of individuals of any species or other prey category (i) caught per one-hour tow in one sample of the shrimp nets or of the otter-trawl.

$y'_i = y'$ = $\log_{10}(y + 1)$, the log-transformed value of y

$y_A, y_B, y_D, y_N, y_{AN}$, etc. = y_i , with the appropriate meaning of the subscript,

\bar{y}_i = the mean number of individuals of species or category i caught per one-hour tow, for any indicated statistical group of n (usually) lumped samples

$\bar{y}'_i = \bar{y}'$ = $\log_{10}(\bar{y} + 1)$, the log-transformed value of \bar{y}

\bar{y}_A = the mean number of individuals of any species or other prey category (i) caught per one-hour tow in the upper shrimp net or in the upper trawl half. This value may be computed for one cruise ($n = 5$, usually), but more commonly for a larger seasonal group of samples (cf. under n above).

\bar{y}_B = the same quantity, in the lower net

\bar{y}_D = the mean number of individuals of any species or other prey category (i) in the lumped diurnal samples. This value may be computed for the upper net of a single cruise (= \bar{y}_{AD} , $n = 3$, usually), the lower net (\bar{y}_{BD}), or more commonly for any larger seasonal group of samples (cf. under n above).

\bar{y}_N = the same quantity, in the lumped nocturnal samples

F_A = frequency (o/o occurrence) of any species or other prey category (i) in the n upper shrimp-net or otter-trawl samples

F_B = frequency (o/o occurrence) of any species or other prey category (i) in the n lower shrimp-net or otter-trawl samples

$K = \frac{y_A}{y_A + y_B}$, the relative catch of category i in the upper net, for a single pair of samples.

Both nets are used in the denominator, instead of the lower net alone, to avoid a value of K equal to infinity when the lower net catch is zero. K may vary from 0 to 1.

$K' = \log_{10}(K + 1)$, the log-transformed value of K

$\bar{K} = \frac{\sum y_A}{\sum y_A + \sum y_B}$, the mean relative catch of the upper net, weighted for the number of individuals of the species (i) involved. This value may be computed usefully for day tows (\bar{K}_D), night tows (\bar{K}_N), or all tows, of a single cruise, or of all n samples of the selected seasonal group. \bar{K} may vary from 0 to 1.

$\bar{K}' = \log_{10}(\bar{K} + 1)$, the log-transformed value of \bar{K} .

$N_r = \frac{\bar{y}_N}{\bar{y}_D + \bar{y}_N}$, the relative night catch of species or prey category i. This is in fact the ratio

of the total night catch on the total catch at all hours, weighted for the unequal number of day and night tows. N_r may be computed for a single cruise, or for all n samples of the selected seasonal group, and may vary from 0 to 1.

r = the coefficient of correlation of Pearson between the mean number of individuals caught per hour in the upper net (\bar{y}_A) and the mean number in the lower net (\bar{y}_B). r varies from - 1 to + 1 as usual. This value has not been computed yet, but has only been grossly estimated by inspection of the scatter diagrams (such as fig. 12) to be positive, negative or close to zero, for seasonal groups of diurnal, nocturnal and daily series of n samples.

$K_f = \frac{F_A}{F_A + F_B}$, the relative frequency of species or prey category i in the upper net. This quantity has been computed only for seasonal groups of n samples.

$Y_i = \frac{100\bar{y}_i}{\sum_{i=2}^p \bar{y}_i}$, the proportion of the mean number of individuals of a given category i of prey in the shrimp nets or otter-trawl, expressed as a percentage of the sum of the numbers of individuals of p categories of prey selected as representing 100%.

LISTE PRÉLIMINAIRE DES POISSONS D'EAU DOUCE DE LA RADISSONIE ORIENTALE ¹

Roger LE JEUNE ² et Jacques FAUCHER

*Direction générale du Nouveau-Québec, Ministère des richesses naturelles du Québec,
Québec*

Résumé

Un inventaire qualitatif sommaire des espèces de poissons du cours inférieur des fleuves Nottaway, Broadback, Ruper, Pontax, Eastmain, Grande-Rivière et Grande-Rivière-de-la-Baleine a été effectué en 1967. Quatorze espèces de poissons d'eau douce ont été identifiées, lesquelles correspondent à une partie des éléments de faune déjà rapportés pour les cours supérieurs de certains de ces fleuves. Ces observations font apparaître une certaine divergence écologique entre les tronçons supérieurs et inférieurs des mêmes cours d'eau et une similitude relative de la faune des estuaires, ce qui donne à penser que la baie de Rupert et la baie de James ont dû être, si elles ne le sont encore, des carrefours d'échange entre les fleuves qui s'y jettent.

Abstract

The estuaries and adjacent fresh waters of seven rivers of Radissonia (coast of James Bay) were surveyed for fish species in 1967. Altogether, fourteen species were found in the foot waters of the Nottaway, Broadback, Rupert, Pontax, Eastmain, Grande-Rivière and Grande-Rivière-de-la-Baleine rivers. By comparing our results with those obtained from the higher parts of some of these rivers, ecological differences between the head and foot water of the same river are evident. Results show little differences among estuaries, suggesting past and possibly present exchanges between watershed through Rupert's bay and James' bay.

Introduction

Les inventaires ichtyologiques effectués jusqu'ici dans les bassins de James et de Hudson concernaient surtout les poissons marins (Melvill, 1915 ; Dymond, 1933 ; Vladykov, 1933). Il s'y mêlait naturellement des observations occasionnelles sur des espèces anadromes ou strictement continentales, comme on en retrouve dans les rapports d'explorations de Bell (1879) et de Low (1897 ; 1915) et les commentaires de Halkett (1920), mais les préoccupations demeuraient orientées vers la grande exploitation industrielle de pêche à laquelle les deux immenses baies font

immanquablement (et à tort, semble-t-il) rêver.

Les fleuves qui se jettent dans ces baies, ont donc bien peu retenu l'attention, aussi longtemps que demeura aléatoire leur atteinte par le sud, ce qui ex-

¹ Radissonie : nom adopté lors du colloque "Baie James 1967" (Centre d'études nordiques, Université Laval), pour désigner les territoires attenants à la baie de James et habités par des Indiens, soit une frange continentale de 100 à 200 kilomètres de largeur, en bordure de cette baie, tant du côté de l'Ontario (Radissonie occidentale) que de celui du Québec (Radissonie orientale) (Morissette et Hamelin, 1967).

² Adresse actuelle : Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec 10e.

plique que, seules, les eaux coulant vers la baie de James aient jusqu'à maintenant fait l'objet de quelques études systématiques.

En ce qui touche le versant québécois de cette baie, appelé ici Radissonie orientale, la première fut celle de Richardson (1944) sur le lac Waconichi, aux sources du fleuve Rupert. Puis vinrent Magnin (1964) sur le lac Waswanipi dans le bassin du Nottaway et Le Jeune (1964 a et b ; 1965) pour le lac Assinica (fleuve Broadback), le lac Mistassini (fleuve Rupert) et le cours moyen et supérieur du Nottaway, à quoi s'ajoutent les contributions de Magnin et Legendre (1964), Legendre (1964), Veilleux et Seguin (1967) pour la région abitibienne, laquelle se rattache en grande partie à la Radissonie, car plusieurs des fleuves coulant vers la baie de James y prennent source. Signalons enfin Hubbs et Lagler (1964) qui n'abordent que timidement la Radissonie et McAllister (1964) qui y touche à peine, mettant plutôt l'accent sur les affluents de la baie du Nord (Hudson). Pageau (1972) mentionne quelques autres rapports d'observations occasionnelles auxquelles nous ne référons pas spécifiquement.

La plupart des travaux effectués dans cette région sont postérieurs à 1963, ce qui explique la circonspection des auteurs de listes et de clefs d'identification parues antérieurement, dans leurs descriptions des aires de répartition des espèces rencontrées dans ce secteur géographique (Wynne-Edwards, 1952 ; Hubbs et Lagler, 1964 ; Scott, 1967).

De ces sources se dégage l'existence de deux milieux caractérisés : le milieu ABITIBIEN, représenté en Radissonie orientale par les bassins du lac Abitibi et du fleuve Nottaway, et le milieu MISTASSINIEN s'étendant vers le nord, en partant du Broadback. Le premier est

marqué par la présence des laquiches (*Hiodon tergisus* et *H. alosoides*), et celle du toullibi (*Coregonus nipigon*) en Ontario et jusqu'au Nottaway (Melvill, 1915 ; Dymond et Hart, 1927 ; Legendre, 1964 ; Magnin, 1964 ; Le Jeune, 1965) et par des eaux turbides et relativement chaudes. Ces caractéristiques sont sans doute en rapport avec les dépôts argileux que lavent ces cours d'eau et avec l'orientation de leur écoulement (sud-nord), conditions qui favorisent le réchauffement précoce des eaux, en été, et créent un habitat particulier.

Le milieu dit MISTASSINIEN se distingue du précédent par une abondance relative d'ombles (*Salvelinus fontinalis* et *S. namaycush*) dans les sections hautes du Broadback et du Rupert en particulier (Richardson, 1944 ; Le Jeune, 1964 a et b) et par des eaux claires coulant d'est en ouest.

Avant notre passage, seuls les grands lacs de tête de ces fleuves avaient été inspectés et nous aurions aimé en compléter les inventaires. Cependant, compte tenu des moyens dont nous disposons, nous avons dû limiter notre examen aux sections inférieures des cours d'eau, réservant pour plus tard les tronçons intermédiaires, moins accessibles et plus accidentés.

Méthodes

C'est donc à la fois pour ajouter aux inventaires antérieurs et rechercher des éléments de comparaison que nous avons entrepris la reconnaissance du cours inférieur des principaux fleuves de la Radissonie québécoise, au cours de l'été de 1967, nous limitant aux estuaires et aux biefs d'amont attenants, et remontant aussi haut que les obstacles naturels et le temps le permettaient, sans jamais aller au-delà du troisième rapide,

dans une région où les moyens de communication et de transport sont squelettiques et asservissants. Ainsi, entre le 2 juillet et le 23 août 1967, les estuaires des fleuves Nottaway, Broadback, Rupert, Pontax, Eastmain, ainsi que ceux

de la Grande-Rivière et de la Grande-Rivière-de-la-Baleine ont été prospectés à l'aide de filets maillants, de seines et de trappes à ménés. Seuls les filets maillants ont été employés régulièrement et ont donné des résultats intéressants.

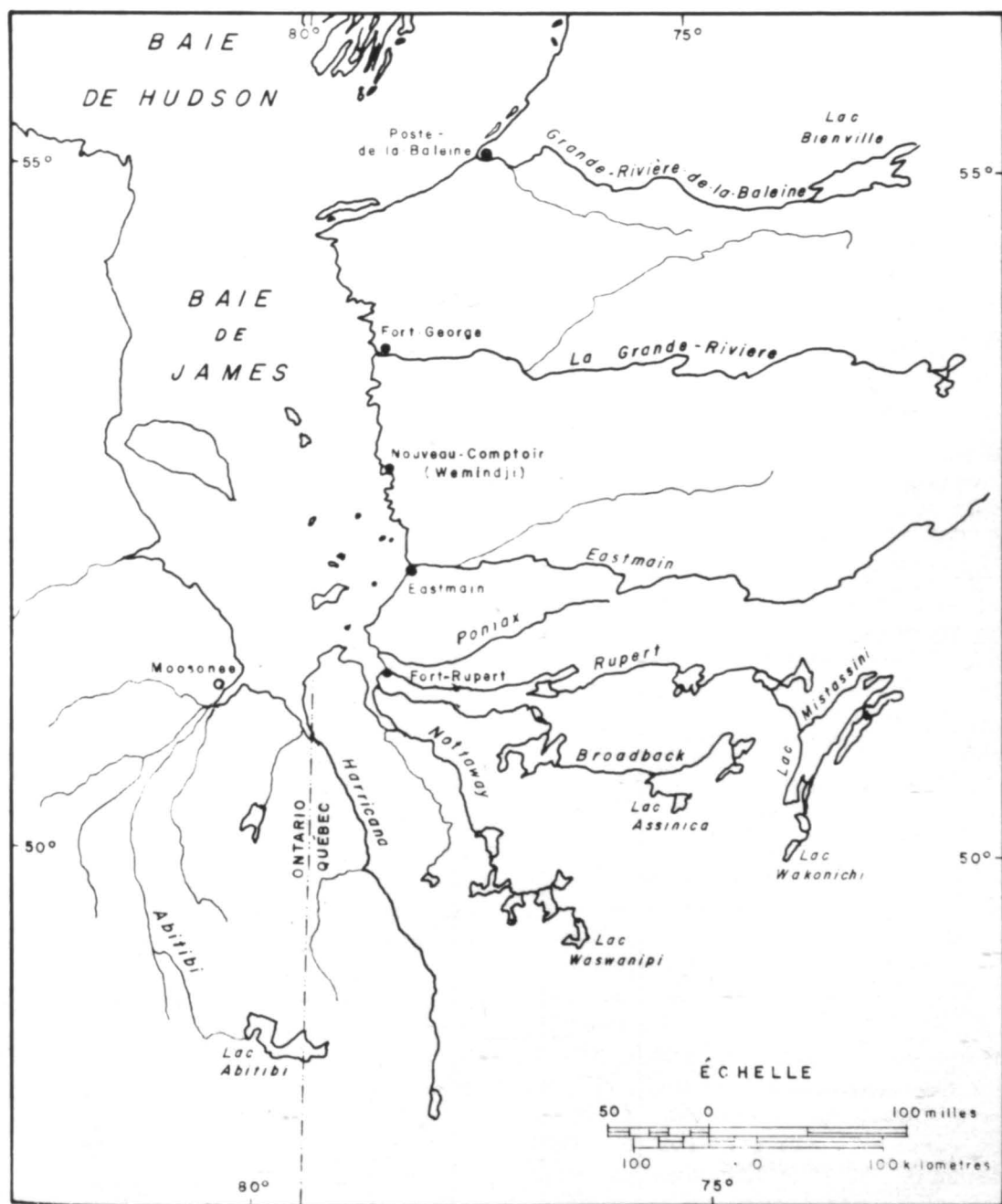


Figure 1. Grands fleuves de la Radissonie orientale.

TABLEAU I
Répartition, par cours d'eau, des espèces rencontrées dans les estuaires
des fleuves de la Radissonie orientale

Espèces	Fleuves						
	Nottaway	Broadback	Rupert	Pontax	Eastmain	Grande-Rivière	Grande-Rivière de-la-Baleine
<i>Acipenser fulvescens</i> (Esturgeon de lac)	0	0	0		x	x	
<i>Salvelinus fontinalis</i> (Omble de fontaine)		x	x	0	0		x
<i>Salvelinus salvelinus</i> ou <i>S. alpinus</i> ou <i>Salmo alpinus</i> (Omble chevalier)					0	0	0
<i>Coregonus clupeaformis</i> (Corégone)	x	x	x		x	x	0
<i>Coregonus artedii</i> (Cisco)	x	x			x	x	x
<i>Prosopium cylindraceum</i> (Ménomini)					x	x	x
<i>Esox lucius</i> (Grand brochet)	x	x	x	x	x	x	
<i>Catostomus commersoni</i> (Catostome noir commun)	x	x	x	x	x	x	
<i>Catostomus catostomus</i> (Meunier de l'Est)	x	x	x	x	x	x	x
<i>Semotilus corporalis</i> (Ouitouche)			x		x		
<i>Lota lota</i> (Lotte)			x			x	
<i>Perca flavescens</i> (Perchaude)					x		
<i>Stizostedion vitreum</i> (Doré jaune)	x	x	x	x	x	x	
<i>Stizostedion canadense</i> (Doré noir)		x					

0 indique rapports verbaux seulement.
x indique présence certifiée.

Là où elle a été utilisée, la seine n'a fait que confirmer l'efficacité relative des filets. Nos trappes à ménés, de modèle courant, mais fabriquées en matière plastique blanche semi-opaque, au lieu de treillis métallique, n'ont pas donné le rendement espéré, malgré leur nombre et la grande variété des appâts dont elles ont été truffées. Nous nous en tenons donc aux espèces capturées par nos filets, disposés en unités normalisées de 100 pieds (30 mètres) de longueur par 6 pieds (1 m 80) de hauteur, à mailles de 1, 2 ou 3 pouces (1 pouce = 25 mm).

Résultats et discussion

Le répertoire présenté ici ne recouvre très probablement pas l'éventail complet des espèces présentes : il est limité, sauf mention, aux espèces rencontrées en 1967 (tableau 1).

Notre liste accuse des absences nombreuses, par rapport à ce que nous connaissions déjà de certains fleuves. Pour le Nottaway moyen et supérieur, Le Jeune (1965), d'après les rapports de plusieurs auteurs et voyageurs, avait compilé une liste de 22 espèces dont seulement 6 ont été retrouvées dans l'estuaire entre le 11 et le 14 juillet 1967. Même constatation pour le Rupert, où la pêche en estuaire, du 3 au 7 juillet, ne livra que 8 des 20 espèces identifiées par Richardson (1944) et par Le Jeune (1964 b, p. 421), dans les lacs Waconichi et Mistassini respectivement. Chacun de ces auteurs rapporta quinze espèces, dont 10 seulement sont communes à leurs listes ; des 5 espèces exclusives à Richardson, nous n'en avons retrouvé qu'une seule, l'outouche (*Semotilus corporalis*) dans l'estuaire du Rupert.

Au Broadback, nous avons rencontré, près de l'embouchure, les 8 espèces rapportées antérieurement pour le lac As-

sinica (Le Jeune, 1964 a), auxquelles s'ajoute ici le doré noir (*Stizostedion canadense*). Pour les autres fleuves, il n'existe pas d'inventaires antérieurs pouvant servir de repères.

Des témoignages de présence de quelques espèces nous ont été fournis par certaines sources dignes de foi, surtout par nos guides indiens ; nous les avons rapprochées de nos observations directes, tout en les caractérisant (tableau 1, note).

L'examen de nos résultats, par espèces, montre que six d'entre elles se retrouvent de façon certaine dans au moins cinq des sept fleuves et qu'elles couvrent la totalité de nos prises dans le Nottaway.

L'esturgeon de lac (*Acipenser fulvescens*), normalement présent dans tout le secteur radissonien, selon les témoignages recueillis et qui corroborent les renseignements obtenus par Low (1915) et Melvill (1915) n'apparaît qu'exceptionnellement dans nos prises, soit parce qu'il ne se trouvait pas en estuaire au moment de notre passage, soit parce que nous n'étions pas dotés d'engins appropriés à sa capture, bien que nos filets maillants en aient retenu quelques-uns dans les eaux du Eastmain et de la Grande-Rivière. De même pour l'omble chevalier (*Salvelinus salvelinus*, *S. alpinus* ou *Salmo alpinus*), le touladi (*Salvelinus namaycush*), et peut-être aussi le ménomini (*Prosopium cylindraceum*), le cisco (*Coregonus artedii*) et la lotte (*Lota lota*) ; mais ces trois derniers affichent généralement un caractère lacustre marqué, d'où peut-être leur plus grande rareté dans les eaux plutôt courantes des estuaires et des biefs contigus. Melvill (1915, p. 22) note une abondance de lottes en estuaires, en hiver. D'autres espèces ont pu nous échapper ou demeurer très rares parce qu'elles ont été

confondues avec une forme très voisine (*Semotilus atromaculatus* avec *S. corporalis*) ou encore parce qu'elles touchent, dans cette région, aux confins de leur habitat naturel, telle la perchaude (*Perca flavescens*), dont nous constatons maintenant la présence au-delà du 52^e parallèle (Eastmain), après en avoir précédemment étendu l'aire de répartition jusqu'au lac Mistassini (Le Jeune, 1964 b, 1965).

Rappelons également que les exigences particulières d'une espèce, par ailleurs très répandue, peuvent la tenir à l'écart de certaines sections d'un cours d'eau, momentanément ou en permanence. Ce pourrait être le cas, par exemple, de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), rencontré antérieurement dans les ruisseaux clairs coulant vers le Nottaway (Magnin, 1964), et non pas dans les eaux jaunâtres et opaques de ce même cours d'eau (Le Jeune, 1965). Signalons enfin la capture de quelques morues, d'ombles de fontaine et de corégones dans la baie avoisinant le poste de Nouveau-Comptoir (Wemindji-Paint Hills). Ces présences ne sont pas portées au tableau I, la pêche à cet endroit ayant été effectuée en partie en eau salée ou saumâtre, mais elles confirment des observations antérieures (Low, Melvill, Halkett, *op. cit.*).

Constatons, pour l'ensemble, que si l'omble de fontaine est au rendez-vous du Broadback et du Rupert, le touladi est totalement absent de nos captures, tout comme les espèces considérées comme caractéristiques du Nottaway (laquaïches, toullibi). Le seul examen des fiches d'apparition des espèces, en estuaire (tableau 1), ne permet donc pas de soupçonner ou de confirmer une différence marquée entre le Nottaway et les eaux qualifiées précédemment de mistassiniennes.

Conclusion

Un inventaire sommaire des espèces de poissons des estuaires des fleuves de la Radissonie orientale montre, entre ces cours d'eau, des similitudes qui contrastent avec des observations se rapportant à leur cours supérieur. Se trouve ainsi estompée, au niveau de la mer, une démarcation pressentie, par ailleurs, entre des milieux écologiques géographiquement voisins. Nos résultats indiqueraient plutôt que la baie de Rupert dans laquelle se jettent le Nottaway, le Broadback, le Rupert et le Pontax est ou a été un carrefour de communication et d'échange entre les estuaires de ces fleuves, et qu'il a pu en être de même pour la baie de James, pour l'ensemble des fleuves qui s'y jettent.

Remerciements

Reconnaissance à M. Vianney Legendre, directeur du Laboratoire de biologie aquatique (Montréal) du Service de la faune du Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche du Québec pour la révision du manuscrit de ce travail et ses judicieuses observations.

Références

- BELL, R., 1879. Compte rendu d'une exploration de la côte orientale de la baie d'Hudson, en 1877. *Comm. géol. Canada*, 1879, Rapport des opérations de 1877-78 (C), p. 1-42.
- DYMOND, J. R., 1933. Biological and oceanographical conditions in Hudson Bay. 8— The coregonine fishes of Hudson and James bays. *Contr. Can. Biol. Fish.*, n.s., 8 (1-8) : 1-12.
- DYMOND, J. R. and J. L. HART, 1927. The fishes of Lake Abitibi (Ontario) and adjacent waters. *Univ. Toronto Stud. Publ.*, 28, p. 1-19.
- HALKETT, A., 1920. Identification et classement d'une collection de spécimens provenant des eaux de la baie d'Hudson, etc. Ottawa, Document parlementaire 40, Cinquante-troisième rapport annuel de la Direction des pêcheries, Ministère du Service naval (1919). Appendice 2, Rapport sur l'histoire naturelle, (58-64), p. 62-64.

- HUBBS, C. L. and K. F. LAGLER, 1964. Fishes of the Great Lakes region. University of Michigan Press, Ann Arbor, 213 p. (Éditions antérieures datées de 1947 et 1958).
- LEGENDRE, V., 1964. Les vivants au Québec : les découvertes récentes. *Rapp. Serv. Faune Québec*, n° 3, p. 170-186.
- LE JEUNE, R., 1964a. Inventaire de la faune ichtyologique du lac Assinica (1962). *Rapp. Serv. Faune Québec*, n° 3, p. 257-268.
- LE JEUNE, R., 1964b. Inventaire ichtyologique du lac Mistassini. *Rapp. Serv. Faune Québec*, n° 3, p. 348-422.
- LE JEUNE, R., 1965. Répertoire préliminaire des poissons du Nottaway. *Naturaliste can.*, 92 (2) : 69-75.
- LOW, A. P., 1897. Liste des principaux poissons comestibles de la péninsule du Labrador. *In* : Comm. géol. Canada, Rapport sur la péninsule du Labrador, p. 375 L.
- LOW, A. P., 1915. *In* : Extraits de rapports sur le district d'Ungava. Ministère de la Colonisation, des Mines et des Pêcheries, Québec, 225 p.
- McALLISTER, D. E., 1964. Fish collections from eastern Hudson bay. *Can. Fid Nat.*, 78 (3) : 167-178.
- MAGNIN, E., 1964. Premier inventaire ichtyologique du lac et de la rivière Waswanipi. *Naturaliste can.*, 91 (11) : 278-308.
- MAGNIN, E. et V. LEGENDRE, 1964. Extension d'aire de trois poissons d'eau douce du nord-ouest du Québec. *Rapp. Serv. Faune Québec*, n° 3, p. 17-19.
- MELVILL, C. D., 1915. *In* : Melvill, C. D., A. R. M. LOWER et N.-A. COMEAU, 1915. Rapports d'enquêtes sur les pêcheries des baies d'Hudson et de James et leurs tributaires (1914). Doc. parlam. 39a, Appendice au rapport annuel du Service naval, Ottawa (1-28).
- MORISSETTE, H. et L.-E. HAMELIN, 1967. Problèmes nordiques des façades de la baie de James. *Travaux divers du Centre d'études nordiques (Université Laval)*, n° 17, p. 1-179.
- PAGEAU, G., 1972. Rapport du comité de la faune aquatique sur l'influence des travaux hydroélectriques en Radissonie orientale. Service de la Faune, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, version révisée, janvier 1972, 28 pages (dactylocopie).
- RICHARDSON, L. R., 1944. Brief records of fishes from central northern Québec. *Copeia*, 1944 (4) : 205-208.
- SCOTT, W. B., 1967. Freshwater fishes of eastern Canada. University of Toronto Press, Toronto, 2nd ed., 137 p. (Édition antérieure datée de 1955).
- VEILLEUX, C. et R. SÉGUIN, 1967. Distribution géographique de l'achigan à petite bouche *Micropterus dolomieu* (Lacépède) et notes sur sa reproduction dans l'ouest du Québec. *Annls ACFAS*, 34 : 71.
- VLADYKOV, V. D., 1933. Biological and oceanographical conditions in Hudson Bay. 9—Fishes of the Hudson Bay region (except the Coregonidae). *Contr. Can. Biol. Fish.*, n. s., 8 (1-8) : 3-61.
- WYNNE-EDWARDS, V. C., 1952. Freshwater vertebrates of the arctic and subarctic. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, no. 94, p. 1-28.

**DYNAMIQUE D'UN GROUPEMENT DE PERCHAUDS,
PERCA FLAVESCENS (MITCHILL)
DANS LA GRANDE-ANSE DE L'ÎLE PERROT, AU LAC SAINT-LOUIS**

Réjean FORTIN et Étienne MAGNIN

*Département des sciences biologiques, Université de Montréal,
Montréal 101, Québec*

Résumé

Des 9,396 perchaudes marquées en 1968 et en 1969 sur les frayères, dans la Grande-Anse de l'île Perrot, 378 ont été recapturées par les pêcheurs sportifs et 63 par notre équipe. En hiver, lorsque la glace recouvre le lac, les perchaudes sont recapturées à 1.9 km du point de marquage et durant les autres saisons de l'année, à 3.9 km ; ces déplacements relativement peu importants démontrent la sédentarité de ces poissons. Le nombre d'oeufs varie de 8,000 à 29,000 chez des femelles de 190 à 300 mm. Le taux annuel de survie (s) des poissons âgés de 6 ans et plus est 54%. Le rendement de la pêche sportive est de 0.5 perchaude par pêcheur et par heure en hiver, lorsque le lac est recouvert de glace et de 4.2 perchaudes durant les autres saisons de l'année. Le taux annuel d'exploitation (u) est 3.4%. La densité de peuplement des poissons mesurant 190 mm et plus est estimée à 268,000 individus, soit une biomasse de 21.4 kg/ha pour la Grande-Anse. Le rendement pondéral pour 1,000 g de recrues de 161 mm (2 ans et 1/3) est 124 grammes.

Abstract

In 1968 and 1969, 9,396 perches were tagged on their spawning grounds in Grande-Anse of Ile Perrot. To date, 378 specimens were recaptured by anglers and 63 by biologists. Mean distances from the release point are small: 1.9 km under the ice and 3.9 km in open waters; this demonstrates the sedentary character of these fish. The number of eggs varied from 8,000 to 29,000 for females measuring 190 to 300 mm. The annual rate of survival (s) for fish of age group VI and older was 54%. The rate of catch per angler and per hour was 0.5 perch during the winter and 4.2 perches in open waters. The annual rate of exploitation (u) was 3.4%. The population density for fishes measuring 190 mm and more was estimated as being 268,000 individuals; the corresponding biomass for Grande-Anse is 21.4 kg/ha. The yield per 1,000 g of recruits measuring 161 mm (2 and 1/3 years old) was 124 g.

Introduction

Chaque année, immédiatement après le départ des glaces, on constate la présence de grandes concentrations de perchaudes *Perca flavescens* (Mitchill) dans la section nord-ouest de la Grande-Anse de l'île Perrot, endroit propice à la fraye de ce poisson. D'avril 1968 à

mai 1971, nous avons effectué des marquages et recueilli d'autres données qui nous ont permis de préciser certains aspects de la dynamique de cet ensemble ou « groupement » de poissons : les déplacements des individus, la fécondité, le taux de survie, le rendement de la pêche sportive, le taux d'exploitation, la

densité du peuplement et le rendement pondéral par recrue.

Marquages et recaptures

Durant les deux périodes de fraye de 1968 et 1969, c'est-à-dire en avril et en mai, nous avons capturé, marqué et remis à l'eau 9,396 perchaudes dont environ 8,000 à la station 1 et 1,400 à la station 2 (figure 1). Les appareils de pêche étaient de 3 types : filets mailants, seines et filets-trappes. Les marques métalliques (« strip monel ») circulaires pesaient 0.4 g et mesuraient 3 mm de largeur et 13 mm de diamètre une fois serties ; elles étaient fixées autour du préoperculaire (Bardach et Le-Cren, 1948).

Plusieurs méthodes nous ont assuré la collaboration des pêcheurs sportifs :

journaux quotidiens et hebdomadaires de la région montréalaise, contacts avec les clubs de pêche locaux par l'entremise du Club de pêche Molson, dépôt d'affiches et de fiches de capture chez le principal pourvoyeur de pêche de la Grande-Anse, soirées d'information. Les fiches de capture étaient envoyées à chaque pêcheur qui désirait nous signaler une recapture ; nous pouvions ainsi connaître le numéro de la marque, le nombre total de perchaudes capturées, la durée de la pêche, l'emplacement du lieu de pêche indiqué sur une carte du lac Saint-Louis, imprimée à l'endos de la fiche. Un total de 441 perchaudes ont été recapturées du 28 avril 1968 au 1er mai 1971 ; les pêcheurs sportifs ont recapturé 378 spécimens et nous en avons nous-mêmes recapturé 63 (tableaux I et II).

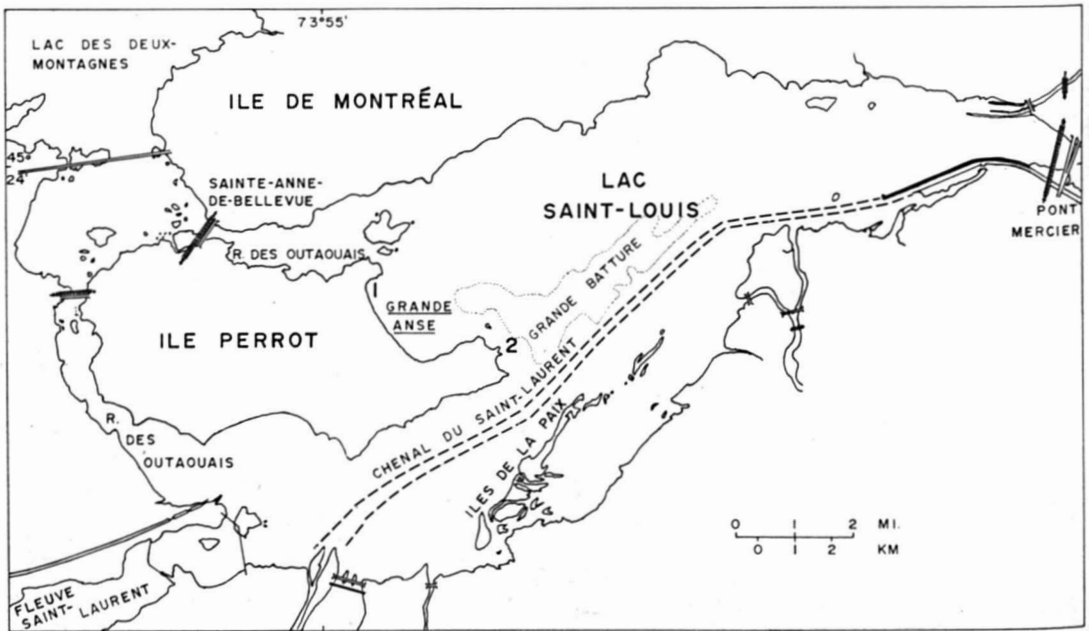


Figure 1. Le lac Saint-Louis avec l'emplacement des stations de marquage 1 et 2.

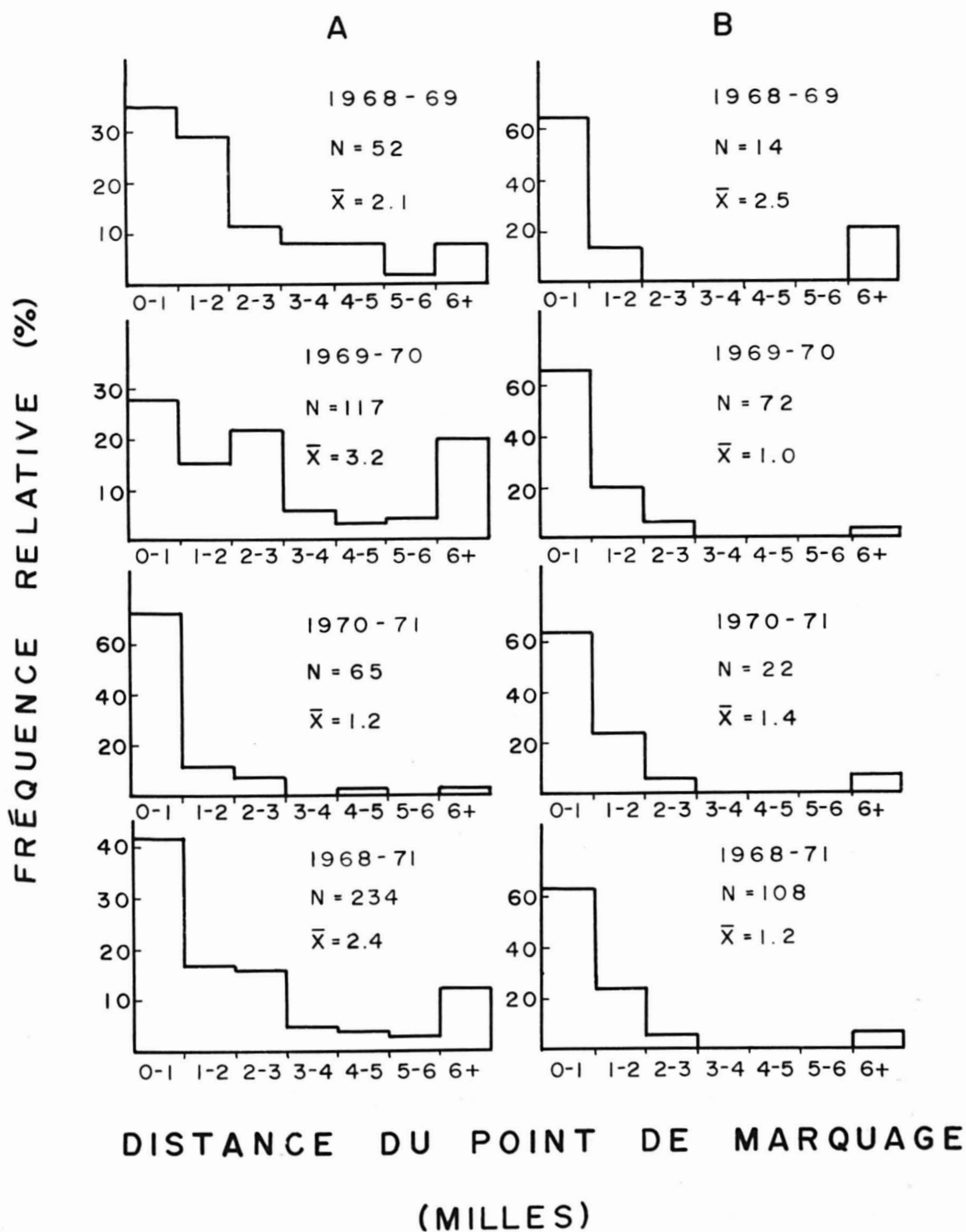


Figure 2. Distances séparant les points de marquage des points de recapture par les pêcheurs sportifs lorsque la glace ne recouvre pas le lac (A) et sous la glace, en hiver (B).

TABLEAU I

Nombre de perchaudes marquées et recapturées au cours des différentes années

Année de marquage	Nombre de poissons marqués	Recaptures par pêcheur sportif			Recaptures personnelles			Nombre de poissons recapturés
		1968-69	1969-70	1970-71	1968-69	1969-70	1970-71	
1968	3,983	71	75	22	3	24	4	199
1969	5,413	—	133	77	—	2	31	243
Total	9,396	71	208	99	3	26	35	442

Résultats

Déplacements

Sur les 378 spécimens recapturés par les pêcheurs sportifs, nous n'avons pu en utiliser que 353 pour cette partie de l'étude, les renseignements n'étant pas complets dans le cas de 25 spécimens. Les déplacements étaient mesurés direc-

tement sur les fiches de capture ; si le poisson avait contourné une pointe ou une île, on évaluait la distance en traçant des lignes droites autour de ces obstacles naturels. Comme la pêche sportive est répartie plus uniformément lorsque la glace ne recouvre pas le lac, nous avons séparé les résultats suivant ce critère.

Classes de taille (mm)	Marquage et recapture						
	Nombre de perchaudes datées						
	130/139	140/149	150/159	160/169	170/179	180/189	190/199
Marquées, 1968	—	2	—	2	2	8	98
Recaptures, pêche sportive, 1968-1971	—	—	—	—	—	1	2
Recaptures, fraye 1969	—	—	—	1	—	—	—
Marquées, 1969	5	55	118	145	204	175	248
Recaptures, pêche sportive, 1969-1971	1	—	—	1	1	3	2
Recaptures, fraye 1970	—	—	—	1	—	1	3
Capturées lors de la fraye en 1970	22	52	110	136	213	198	214
Total de perchaudes marquées	5	57	118	147	206	183	346
Total capturé par les pêcheurs sportifs	1	—	—	1	1	4	4

* 164 au lieu de 168, 208 au lieu de 210 ; en effet, les marques de 6 spécimens ont été perdus

** Seules apparaissent ici les tailles des poissons que nous avons recapturés sur les fraises de peuplement.

La distance moyenne séparant les points de marquage et de recapture, pour la pêche sous la glace, a été de 1.9 km (1.2 mille) pour les années 1968 à 1971 (figure 2). Ces résultats ne nous renseignent pas cependant sur la répartition hivernale puisque, à cette époque de l'année, l'effort de pêche est concentré en quelques endroits seulement (figure 3); il reste qu'un très fort pourcentage des recaptures hivernales est enregistré dans la Grande-Anse même.

La distance moyenne séparant les points de marquage et de recapture, lorsque la glace ne recouvre pas le lac, a été de 3.9 km (2.4 milles) pour les années 1968 à 1971 (figure 2). La plus grande distance a été estimée à 24 km : le poisson avait été recapturé en aval du pont Mercier. Cependant, très peu de spécimens marqués ont quitté le lac Saint-Louis, soit vers l'amont, soit vers

l'aval, et très peu de spécimens ont traversé le chenal du Saint-Laurent en direction des îles de la Paix, endroit de pêche qui est cependant assez fréquenté (figure 3); cette dernière observation confirme l'hypothèse de Grimaldi (MS 1967) : le chenal du Saint-Laurent servirait de barrière entre le groupement de perchautes de la Grande-Anse et celui des îles de la Paix. La très forte concentration des recaptures dans le voisinage immédiat de la Grande-Anse démontre la sédentarité de ces poissons; les individus marqués à cet endroit occupent, après la fraye, la Grande-Anse elle-même et la portion centrale du lac Saint-Louis (Pointe du Moulin, Grande Batture); au printemps, ils reviennent frayer dans la Grande-Anse; en effet, lors de la fraye en 1969 et en 1970, nous avons nous-mêmes recapturé 57 poissons exactement à l'endroit du marquage.

U II
perchautes de la Grande-Anse

Classes de taille suivantes (en mm)

/219	220/229	230/239	240/249	250/259	260/269	270/279	280/289	290/299	300/309	TOTAL
1017	909	653	399	208	89	26	6	1	2	3983
39	28	30	17	11	6	4	2	—	—	164*
6	7	6	—	1	—	—	—	—	—	22**
1194	1016	746	450	225	140	55	25	16	8	5413
41	37	42	27	11	16	4	3	—	—	208*
6	6	5	3	2	1	1	—	—	—	31**
405	369	312	234	147	76	34	18	9	1	2862
2211	1925	1399	849	433	229	81	31	17	10	9396
80	65	72	44	22	22	8	5	—	—	372*

* Courrier et ces spécimens n'ont pas pu être inclus dans ce tableau.

** Inconnus après le marquage, en 1969 et en 1970; ces échantillons ont servi à estimer la densité de

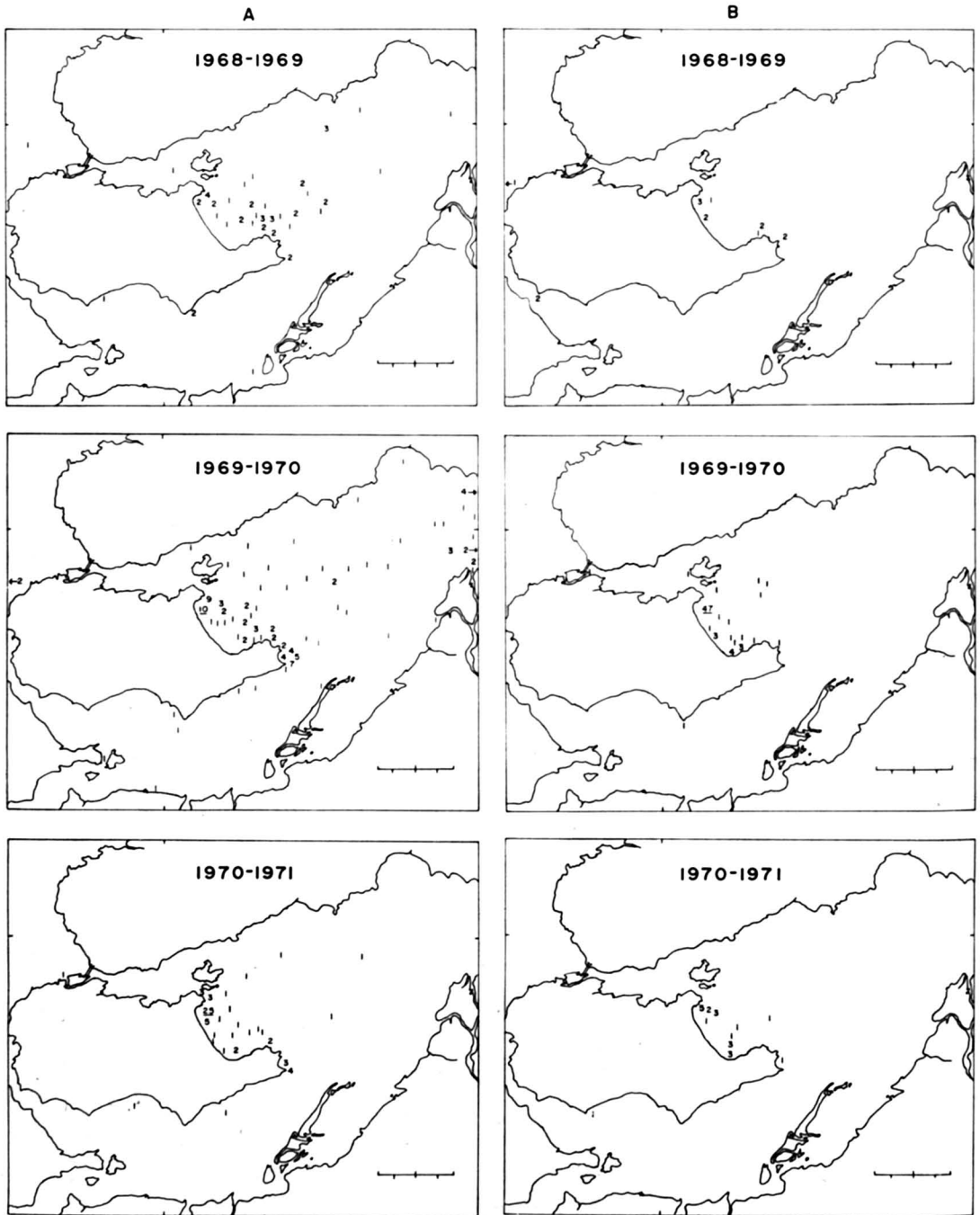


Figure 3. Emplacements des lieux de recapture par les pêcheurs sportifs lorsque la glace ne recouvre pas le lac (A) et sous la glace, en hiver (B).

Fécondité

La méthode du sous-échantillonnage par poids des oeufs séchés (Simpson, 1959, dans Bagenal et Braum, 1968) nous a permis d'estimer le nombre d'oeufs contenus dans les ovaires de 36 femelles capturées le 28 avril 1970 ; 5 échantillons de 500 oeufs ont été pesés pour chaque ovaire ; pour l'ensemble des spécimens étudiés, l'écart entre les valeurs extrêmes des 5 pesées représentait 3.9% de la valeur moyenne.

La fécondité des perchaudes étudiées variait de 8,000 à 29,000 oeufs et une perchaude de 244 mm portait 16,400 oeufs (figure 4). Les perchaudes de la Grande-Anse sont donc moins fécondes que celles de la baie de Quinte, lac Ontario, où une femelle de 244 mm porte 19,900 oeufs (Sheri et Power, 1969) et moins fécondes aussi que celles du Wisconsin où une femelle de même taille porte 23,000 oeufs (Herman *et al.*, 1964).

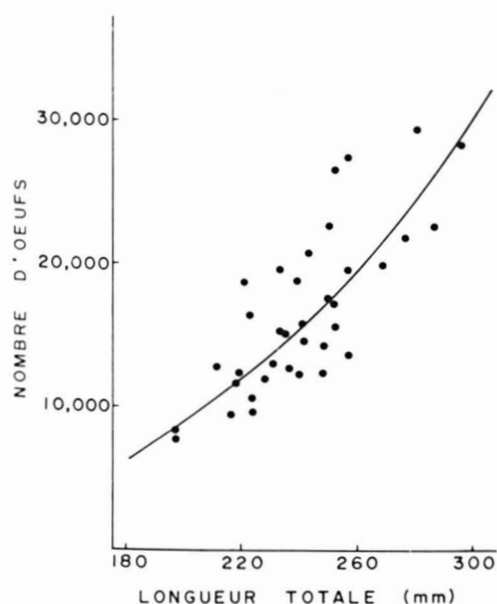


Figure 4. Fécondité des perchaudes de la Grande-Anse. La courbe est le tracé, en valeurs arithmétiques, de l'équation : $\log \text{No. d'oeufs} = -2.701 + 2.898 \log \text{longueurs}$.

Taux de survie

La figure 5A représente les polygones de fréquence des tailles des individus capturés sur les frayères. Le programme de calcul d'Allen (1968) nous a permis de transformer ces données en polygones de fréquences des âges (figure 5B) à l'aide d'un tableau âge-longueur tiré de Fortin (MS 1970). Le taux de survie (s) a été calculé par la méthode pondérée de Jackson (Ricker, 1958), pour les poissons de 6 ans et plus. Comme les résultats obtenus étaient du même ordre de grandeur pour les deux appareils de pêche et les trois années de collection, nous avons groupé toutes les données (tableau III) et calculé une seule valeur de s : 0.54. Le taux annuel de mortalité a ($a = 1 - s$) est donc 0.46 et le coefficient instantané de mortalité i ($i = -\log_e s$) est 0.62. Ces résultats coïncident pratiquement avec ceux que Herman *et al.*, (1964) mentionnent pour le lac Mendota où s est égal à 0.5.

Rendement de la pêche sportive

Les statistiques de la pêche sous la glace, fournies par M. A. Courtemanche, du Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche du Québec, donnent les chiffres suivants pour les relevés de fins de semaines de 1962 à 1971 : 41,132 pêcheur-heures, 8,843 pêcheurs, 23,142 perchaudes capturées (tableau IV-A). Depuis 1962, le succès relatif de la pêche exprimé en nombre de perchaudes par pêcheur-heure a varié de 0.1 à 1.0 ; la moyenne non pondérée est 0.5. Ce taux de captures est beaucoup plus faible que celui enregistré pour l'ensemble de la région de Montréal, soit 1.7 perchaude par pêcheur-heure. De décembre à la mi-mars, le succès relatif de la pêche sportive dans la Grande-Anse se maintient aux environs de 0.4 (figure 6A) ; il augmente à 1.2 et à 3.6 à la fin de mars et au début d'avril. Cette augmentation correspond, à notre avis, à la concentration progressive des géniteurs sur la frayère.

TABLEAU III

Fréquence absolue et fréquence relative (% du nombre total) de perchaudes de différents âges, capturées pendant la fraye de 1968 à 1970 *

Âge	Nombre	Pourcentage
II	104	1.4
III	504	6.7
IV	1007	13.4
V	1526	20.3
VI	2026	26.9
VII	1363	18.1
VIII	479	6.4
IX	203	2.7
X	163	2.2
XI	69	0.9
XII	37	0.5
XIII	20	0.3
XIV	18	0.2
XV	17	0.2

* Sur les 12,258 perchaudes qui ont été capturées pendant la fraye de 1968 à 1970 (tableau II), nous n'avons conservé pour le calcul de s que les 7,536 poissons obtenus de façon certaine par le filet maillant de deux pouces et demi et le filet-trappe ; en plusieurs occasions en effet, nous avons dû grouper toutes les captures sans tenir compte des moyens de pêche.

Le recensement des pêcheurs qui ont recapturé des perchaudes marquées (tableau IV-B) montre que le succès moyen de la pêche sportive (4.2 perchaudes par pêcheur-heure) est beaucoup plus élevé lorsque la glace ne recouvre pas le lac ; c'est au mois de septembre (figure 6A) que le nombre de perchaudes capturées par pêcheur-heure est le plus élevé.

Il est intéressant aussi de constater la répartition mensuelle des recaptures de perchaudes marquées (figure 6B) ; les meilleurs rendements sont en janvier, mai, juin et juillet. En comparant les figures 6A et 6B, il est facile de constater qu'en hiver et au printemps, l'effort de pêche déployé est beaucoup plus grand qu'en été et en automne.

Taux d'exploitation

Certaines causes d'erreur peuvent fausser l'estimation du taux d'exploitation u dans le cas de nos données. Tout

d'abord, nous avons observé qu'une fois marqués, les poissons ne grandissaient plus et que certains perdaient même du poids ; toutefois, le taux annuel de survie des poissons marqués en 1969, calculé à partir des données du tableau I, est 0.58, ce qui équivaut au taux de survie des poissons non marqués (0.54) ; nous n'avons donc pas tenu compte de ce phénomène pour le calcul de u . Une deuxième cause d'erreur est la perte de l'étiquette par les poissons : sur 53 poissons marqués et recapturés sur les frayères un an après le marquage, 3 (6%) avaient perdu leur marque et ne portaient plus qu'une cicatrice au préoperculaire ; nous avons par ailleurs estimé à 5 (9%) le nombre de spécimens qui l'auraient perdue pendant la deuxième année du marquage, en nous basant sur la nécrose du préoperculaire de ces 5 spécimens. Une troisième cause d'erreur provient de la sélection effectuée par la pêche sportive : la figure 7, adaptée à nos données d'après Ketchen (1953) montre que tou-

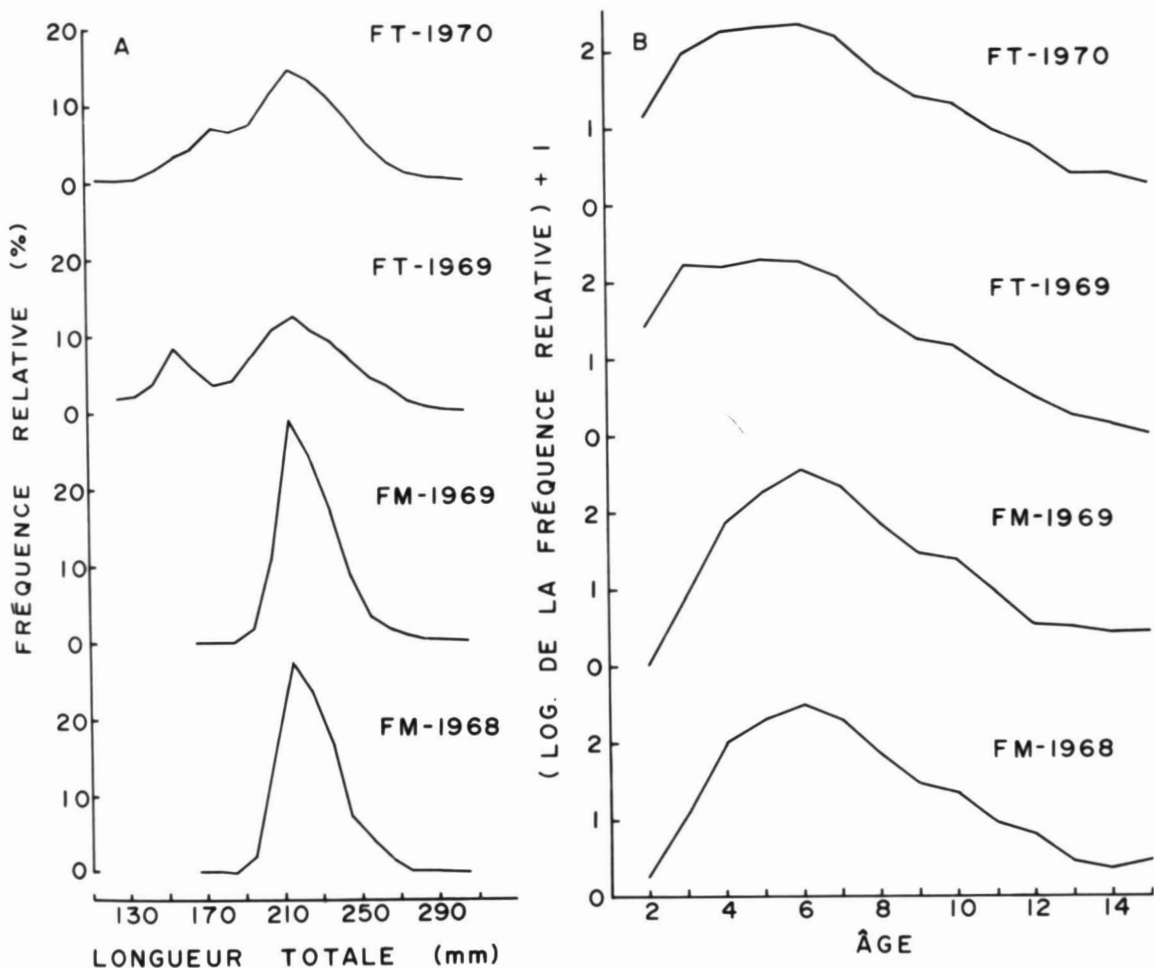


Figure 5. Fréquence relative des perchautes suivant la taille (A) et l'âge (B). FM : filet mailant de 2½ po. ; FT : filet-trappe.

tes les tailles de poissons ne sont pas également capturées par les pêcheurs ; nous avons estimé que 10% des poissons marqués (figure 7, surface hachurée) ne sont pas vulnérables aux pêcheurs sportifs. La dernière cause d'erreur vient du degré de coopération des pêcheurs : nous en avons tenu compte en excluant des calculs les 71 recaptures effectuées pendant la première année de

notre étude, 1968-69 ; ces recaptures sont nettement sous-estimées.

Dans le cas des poissons marqués en 1968, la formule 4.4 de Ricker (1958) dans laquelle nous avons introduit les facteurs de correction mentionnés plus haut donne :

$$\hat{u} = \frac{75}{3.983 \times 0.54 \times 0.94 \times 0.9 \times 0.955} = 0.043$$

et dans le cas des poissons marqués en 1969 :

$$\hat{u} = \frac{133 + 77}{(5,413 \times 0.9) [0.970 + (0.54 \times 0.94 \times 0.955)]} = 0.030$$

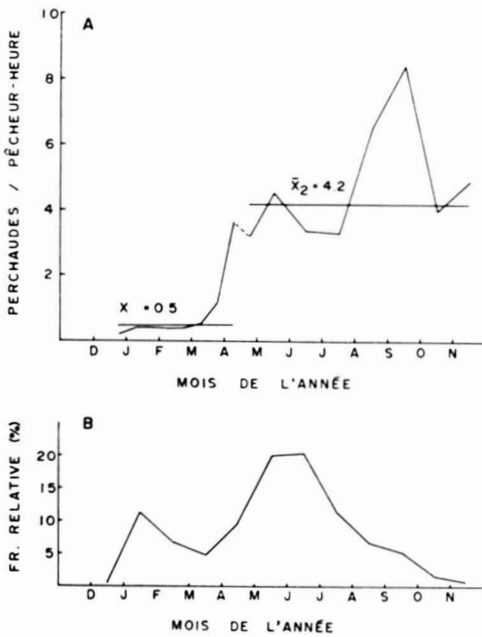


Figure 6. Pêche sportive de la perchaude dans la Grande-Anse.

A) Rendement de la pêche sportive aux différentes périodes de l'année. Première partie de la courbe : pêche sous la glace, d'après les données du Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche du Québec (1962-71). Deuxième partie de la courbe : pêche lorsque la glace ne recouvre pas le lac, nos données personnelles (1968-71).

B) Fréquence relative des recaptures mensuelles effectuées par les pêcheurs sportifs de 1968 à 1971 (en % des recaptures totales).

Dans les calculs qui suivent, nous utiliserons la moyenne pondérée 0.034 en tenant compte du fait que la deuxième valeur de \bar{u} est basée sur deux observations et la première, sur une. Connaissant s , a , i et u , il est facile de déduire plusieurs éléments des statistiques vitales des perchaudes de la Grande-Anse, en utilisant les équations données par Ricker (1958, p. 25) ; le tableau V montre que le taux annuel de mortalité naturelle est très élevé : 43% contre 5% pour la mortalité par capture.

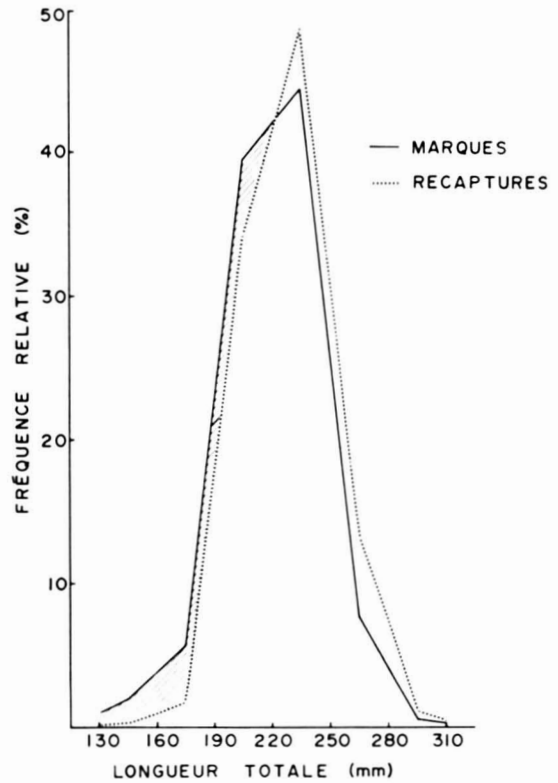


Figure 7. Polygone de fréquence des tailles des poissons marqués en 1968 et en 1969 (en % du nombre total de poissons marqués) et des poissons capturés par les pêcheurs sportifs de 1968 à 1971 ; la bande hachurée représente 10% environ (calculée au planimètre) de la surface comprise sous le polygone en traits pleins.

Densité de peuplement

Nous sommes convenus d'estimer uniquement la densité des perchaudes mesurant 190 mm et plus : en effet, 92% des poissons marqués mesuraient 190 mm et plus. En avril et mai 1968, 3,969 perchaudes de ces tailles ont été marquées (tableau II) et de ce nombre, 54% ou 2,143 (M) ont survécu jusqu'à la fraye en 1969 ; étant donné qu'un poisson de 190 mm est âgé de 4 ans et que sa taille augmente d'environ 20 mm en une année (Fortin, MS 1970), nous n'avons tenu compte, dans l'échantillonnage du printemps 1969, que des poissons de 210 mm et plus, soit 3,875 (c), de façon à éliminer le recrutement (Ricker,

TABLEAU IV

Statistiques des captures de perchaudes de la Grande-Anse de l'île Perrot : A — pêche sous la glace, de 1962 à 1971, d'après les données du Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche ; B — pêche lorsque la glace ne recouvre pas le lac, de 1968 à 1971, d'après nos propres données

	<i>Années</i>	<i>Nombre de pêcheurs</i>	<i>Pêcheur-heures</i>	<i>Nombre de perchaudes</i>	<i>Perchaudes par pêcheur-heure</i>	<i>Dates des relevés</i>
A	1962-63	683	2669	296	0.11	29 déc. — 10 mars
	1963-64	712	3584	880	0.25	11 janv. — 21 mars
	1964-65	1673	6306	6531	1.04	9 janv. — 11 avril
	1965-66	938	3740	1185	0.32	9 janv. — 26 mars
	1966-67	1423	6923	2325	0.34	7 janv. — 8 avril
	1967-68	1798	9290	6953	0.75	6 janv. — 17 mars
	1968-69	670	3692	786	0.21	21 déc. — 23 mars
	1969-70	719	3728	3586	0.96	3 janv. — 14 mars
	1970-71	227	1200	600	0.50	16 janv. — 27 févr.
	TOTAL	8843	41,132	23,142	0.50 *	
B	1968-69	97	505.5	2000	4.0	Avril — Septembre
	1969-70	185	871.25	3483	4.0	Mai — Septembre
	1970-71	91	454.0	2276	5.0	Avril — Novembre
		TOTAL	373	1830.75	7759	4.3 *

* Moyenne non pondérée

TABLEAU V

Mortalité des perchaudes de la Grande-Anse estimée à partir d'une courbe de capture et des données du marquage

	<i>Mortalité</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeur</i>
Coefficients instantanés de mortalité	Totale	i	0.620
	Par capture	p	0.046
	Naturelle	q	0.574
Taux annuels de mortalité	Totale	a	0.460
	Par capture	m	0.045
	Naturelle	n	0.437
"Probabilité annuelle" de mortalité	Totale	a	0.460
	Par capture	u	0.034
	Naturelle	v	0.426

1958) ; cependant, nous avons mentionné plus haut que la présence de la marque métallique inhibe la croissance des poissons ; il nous a donc fallu inclure dans les calculs les perchaudes recapturées mesurant 190 mm et plus soit 21 (r) ; pour la fraye de 1968, l'estimé $N = Mc/r$ est :

$$N = (2,143 \times 3,875) / 21 = 395,483$$

Les limites de l'intervalle de confiance pour un degré de probabilité de 95% calculées d'après la formule :

$$\pm 2 \times N \sqrt{\frac{(N - m)(N - c)}{mc(N - 1)}}$$

sont 566,783 et 244,183. Pour la fraye de 1969, les mêmes calculs donnent :

$$N = (4,711 \times 0,54 \times 1,605) / 29 = 140,794$$

avec un intervalle de confiance dont les limites sont 192,312 et 89,276. Sans minimiser le fait que l'estimé de 1968 est 3 fois plus élevé que celui de 1969, nous croyons qu'il faut retenir l'ordre de grandeur de ces résultats (en moyenne 268,000) puisque M, c et r sont peu élevés dans le cas des deux estimés. Cette densité de peuplement correspond à une biomasse de 21.4 kg/ha pour la Grande-Anse, compte tenu du fait qu'environ 60% des géniteurs (figure 2A) sont recapturés à cet endroit. Cette biomasse est assez élevée si l'on compare avec les données de Carlander (1955) : la moyenne pondérée des biomasses (« standing crops ») des perchaudes, pour 91 lacs et réservoirs du Canada et des États-Unis était de 21 kg/ha ; rappelons que dans notre cas, seuls les géniteurs de 190 mm et plus ont été inclus dans l'estimé.

Rendement pondéral par recrue

Le rendement pondéral par recrue a été calculé à l'aide du modèle de Ricker (1958),

$$Y_e = \frac{\sum_{T=T_r}^T p_T W_{T_0} [1 - e^{-(g_T - i_T)}]}{T - T_r}$$

dans lequel Y_e est le rendement pour un poids donné de recrues ; T représente les différents intervalles de la vie du poisson ; T_r est le premier et T_λ est le dernier intervalle considéré ; p_T , g_T et i_T sont les coefficients instantanés de mortalité par capture, de croissance et de mortalité totale pendant l'intervalle T ; W_{T_0} est le poids du stock au début du même intervalle.

Les données sur la croissance en longueur et en poids sont tirées des données de Fortin (Ms 1970) ; l'année est subdivisée en 2 périodes : de mai à août (période de croissance estivale dans la Grande-Anse) et de septembre à avril ; 58.4 et 41.6 sont les pourcentages de mortalité due à la pêche durant chacun de ces intervalles (figure 6B) ; nous supposons par contre que la mortalité naturelle est répartie uniformément sur toute l'année. T_r est égal à 2 $\frac{1}{3}$ ans, soit l'âge correspondant à 161 mm (les pêcheurs rejettent les perchaudes plus petites) ; T_λ est égal à 10 ans (le rendement des poissons plus âgés est négligeable).

Dans les conditions actuelles de croissance, de mortalité par capture ($p = 0.046$) et de mortalité naturelle ($q = 0.574$), le rendement pondéral de la pêche sportive des perchaudes de la Grande-Anse est très faible : 126 g pour 1000 g de recrues à 2 $\frac{1}{3}$ ans (tableau VI) et plus de la moitié de cette valeur correspond au rendement calculé pour les 4 premiers intervalles considérés (2 $\frac{1}{3}$ ans à 4 $\frac{1}{3}$ ans).

Conclusions

Plusieurs conclusions découlent de cette étude de la dynamique du groupement de perchaudes de la Grande-Anse de l'île Perrot :

1. Les déplacements de perchaudes sont très réduits : durant l'hiver, la dis-

TABLEAU VI

Rendement pondéral des perchaudes de la Grande-Anse calculé suivant le modèle de Ricker (1958). (Tous les symboles sont expliqués dans le texte sauf L_T et P_T , longueur totale et poids des individus, W_T , biomasse moyenne pendant un intervalle T.)

T	L_T	P_T	g_T	q_T	p_T	$(g_T - i_T)$	$e(g_T - i_T)$	W_{T_0}	\bar{W}_T	Ye_T
2.1/3	161	51.0	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	1000.0000	834.5600	15.9651
3	161	51.0	0.5097	0.1913	0.0269	0.2915	1.3384	669.1200	782.3251	21.0133
3.1/3	189	84.9	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	895.5301	747.3736	14.2973
4	189	84.9	0.3334	0.1913	0.0269	0.1152	1.1221	599.2171	635.8113	17.0779
4.1/3	211	118.5	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	672.4055	561.1628	10.7350
5	211	118.5	0.2277	0.1913	0.0269	0.0095	1.0095	449.9200	452.0661	12.1425
5.1/3	227	148.8	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	454.2122	379.0674	7.2516
6	227	148.8	0.1599	0.1913	0.0269	-0.0583	0.9433	303.9225	295.3169	7.9322
6.1/3	239	174.6	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	286.7113	239.2778	4.5774
7	239	174.6	0.1146	0.1913	0.0269	-0.1027	0.9023	191.8443	182.4814	4.9014
7.1/3	248	195.8	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	173.1184	144.4777	2.7649
8	248	195.8	0.0833	0.1913	0.0269	-0.1349	0.8738	115.8370	108.5260	2.9150
8.1/3	255	212.8	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	101.2149	84.4699	1.6159
9	255	212.8	0.0606	0.1913	0.0269	-0.1576	0.8542	67.7249	62.7885	1.6865
9.1/3	260	226.1	0.0	0.3827	0.0191	-0.4018	0.6691	57.8520	48.2810	0.9236
10	260	226.1						38.7099		

$$\sum Ye_T = 126$$

tance moyenne entre le point de marquage et les points de recapture était de 1.9 km ; au cours des autres saisons, cette distance était de 3.9 km.

2. La fécondité des perchaudes varie de 8,000 à 29,000 oeufs lorsque la taille des femelles passe de 190 à 300 mm.

3. Le taux de survie calculé pour les poissons de 6 ans et plus est égal à 0.54.

4. Le rendement de la pêche sportive est de 0.5 perchaude par pêcheur et par heure en hiver, et de 4.2 perchaudes durant les autres saisons de l'année.

5. Le taux annuel d'exploitation est égal à 0.034.

6. On a estimé à 268,000 le nombre de perchaudes de plus de 190 mm, ce qui représente une biomasse de 21.4 kg/ha.

7. Le rendement pondéral pour 1,000 g de recrues de 161 mm (2 $\frac{1}{3}$ ans) est égal à 124 g.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à une bourse post-grade du Conseil national des recherches du Canada attribuée au premier auteur. D'autre part, le matériel scientifique utilisé était subventionné par le Conseil national des recherches du Canada et par le Ministère de l'énergie, mines et ressources du Canada. Plusieurs personnes ont collaboré à notre projet de recherches et nous tenons à remercier tout particulièrement MM. R. et P.E. Aumais, pourvoyeurs de pêche dans la Grande-Anse ; R. Pelletier et G. Serve, du Club de pêche Molson ; S. Deyglun et D. Hunter, journalistes. Nous remercions aussi les étudiants gradués et assistants de recherches du laboratoire qui ont participé aux travaux sur le terrain. Nous tenons à remercier enfin M. A. Courtemanche et ses assistants, du Ministère du tourisme, de la chasse et de la pêche du Québec, qui

nous ont fourni les renseignements sur le rendement de la pêche sportive en hiver.

Références

- ALLEN, K.R., 1966. Determination of age distribution from age-length keys and length distribution, IBM 7090, 7094, Fortran IV. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 95 (2) : 230-231.
- BAGENAL, T.B. and E. BRAUM, 1968. Eggs and early life history. In : Methods of assessment of fish production in freshwaters. IBP Handbook no. 3, W.E. Ricker ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, p. 159-181.
- BARDACH, J.E. and E.D. LeCREN, 1948. A preopercular tag for perch. *Copeia*, 1948 (3) : 222-224.
- CARLANDER, K.D., 1955. The standing crop of fish in lakes. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 12 (4) : 543-570.
- FORTIN, R., MS 1970. Dynamique de la population de *Perca flavescens* (Mitchill) de la Grande Anse de l'Île Perrot, au lac Saint-Louis. Thèse de Doctorat, Université de Montréal, 172 pages.
- GRIMALDI, J., MS 1967. Comparative growth of the yellow perch *Perca flavescens* in Lakes and Rivers in Québec. Master's thesis, McGill University, 104 pages.
- HERMAN, E., W. WISBY, L. WIEGERT and M. BURDICH, 1964. The yellow perch, its life history, ecology and management. *Publs Wis. Conserv. Dep.*, No. 228, 14 pages.
- KETCHEN, K.S., 1953. The use of catch effort and tagging data in estimating a flatfish population. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 10 : 459-485.
- RICKER, W.E., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, no. 119, 300 pages.
- SHERI, A.N. and G. POWER, 1969. Fecundity of the yellow perch, *Perca flavescens* Mitchell, in the Bay of Quinte, Lake Ontario. *Can. J. Zool.*, 47 (1) : 55-58.
- SIMPSON, A.C., 1959. Method used for separating and counting the eggs in fecundity studies on the plaice (*Pleuronectes platessa*) and herring (*Clupea harengus*). *Occ. Pap. F.A.O. Indo-Pacific Fisheries Council*, no. 59/12.

ASSOCIATION PLANCTONIQUE (CLADOCÈRES ET COPÉPODES) D'UN LAC DIMICTIQUE DU PARC DES LAURENTIDES, QUÉBEC ¹

Jean-Guy BERNARD ² et Robert LAGUEUX ³

Département de biologie, Faculté des sciences, Université Laval, Québec

Résumé

Une analyse qualitative et quantitative du zooplancton (Cladocères et Copépodes) du lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, a été faite à partir d'échantillons prélevés au cours des étés 1967 et 1968. L'association des crustacés planctoniques comprend 6 espèces de Copépodes et 12 espèces de Cladocères. Les espèces importantes en zone limnétique sont les Cladocères *Holopedium gibberum*, *Daphnia catawba*, *Bosmina longirostris* et les Copépodes *Diatomus minutus* et *Cyclops scutifer*. Sur le plan vertical, *Cyclops scutifer* est isolé du reste de l'association et il est pratiquement seul à occuper les strates de 4 et 6 mètres. Les autres espèces cohabitent dans l'épilimnion et la partie supérieure du mésolimnion.

Abstract

A qualitative and quantitative analysis of the crustacean association of Lake Bédard, Forêt Montmorency, Québec, has been made from samples collected during summers of 1967 and 1968. The Crustacea found in Lake Bédard include 6 species of Copepoda and 12 species of Cladocera. The most important taxa are the Cladocera *Holopedium gibberum*, *Daphnia catawba*, *Bosmina longirostris* and the Copepoda *Diatomus minutus* and *Cyclops scutifer*. In its vertical distribution, *Cyclops scutifer* remains isolated from the rest of the association, and is located at 4 and 6 meters where it is virtually alone. The other species cohabit in the epilimnion and upper part of the mesolimnion.

Introduction

Parmi les travaux limnologiques entrepris antérieurement au Québec, très peu furent consacrés au plancton. Dans ce domaine, les résultats obtenus en Europe et aux États-Unis sont abondants, mais on peut difficilement les appliquer à nos régions, puisque souvent les conditions du milieu et même la faune sont très différentes.

Nous avons tenté, en entreprenant ce travail, de faire l'étude de la dynamique d'une partie de l'association zooplanctonique du lac Bédard, Forêt Montmo-

¹ Contribution n° 91 du Département de biologie, Université Laval, Québec.

² Adresse actuelle. Centre de recherches sur l'eau (CENTREAU), Université Laval, Québec.

³ Adresse actuelle : École des Gradués, Université Laval, Québec.

rency, Québec. Nous avons restreint nos observations au groupe des crustacés qui, pendant une bonne partie de l'année, constituent une part importante de la biomasse du zooplancton des lacs de nos régions (Lanouette, 1946; Lagueux, 1950) et nous avons cherché à voir quelle était l'action des facteurs physiques, chimiques et biologiques sur l'évolution de ce groupe au cours de la période estivale.

Une description détaillée du milieu a déjà été publiée (Bernard et Lagueux, 1970 a). Le lac Bédard est un lac à régime thermique dimictique. Sa morphométrie et la dynamique saisonnière des principaux gaz dissous nous indiquent qu'il s'agit là d'un lac où les processus d'eutrophisation sont rapides. Au cours des deux campagnes d'observations que nous avons faites, nous avons constaté que l'isothermie du printemps est très brève de sorte que le brassage qu'on attend à ce moment est bloqué et on assiste à une circulation partielle dont les conséquences sont importantes. Les conditions de vie aérobie, qui, par suite de cette circulation partielle, sont déjà mauvaises dans les couches de 8 et 9 m, se détériorent de plus en plus au fur et à mesure que la saison estivale progresse et le déficit en oxygène dissous, l'accumulation du fer et du H₂S, gagnent la strate de 6 mètres.

Méthodes

Nous avons utilisé, pour prélever nos échantillons, une pompe à plancton que nous avons antérieurement décrite en même temps que l'essentiel de nos méthodes d'échantillonnage et d'analyse (Bernard et Lagueux, 1970 b).

Nous avons prélevé deux types d'échantillons : des échantillons réguliers que nous décrivons immédiatement, et

des prélèvements qualitatifs et spéciaux dont nous reparlerons plus loin.

Nos échantillons réguliers ont été prélevés à des intervalles de 5 jours, du 26 mai au 28 octobre 1967 et de 10 jours, du 16 mai au 28 octobre 1968. Nous les avons prélevés à 0, 1, 2, 4, 6 et 8 m de profondeur à une seule station centrale (Bernard et Lagueux, 1970 a, figure 1) en 1967 et à trois stations en 1968, aux mêmes profondeurs pour ce qui est de la station centrale ; pour ce qui est des deux autres, la profondeur du lac étant trop faible, nous en avons prélevé à 0, 1, 2, 4 et 6 m seulement.

Nous avons prélevé des échantillons de 150 litres en 1967 et de 50 litres en 1968. Nous avons déjà fait la preuve (Bernard et Lagueux, 1970 b) que la différence entre ces deux volumes n'était pas significative. Ces échantillons étaient immédiatement fixés au formol 10% pour étude ultérieure en laboratoire.

L'identification des espèces de Cladocères et de Copépodes a été faite au laboratoire en suivant les clefs d'identification de Brooks (1957, 1959) et de Wilson et Yeatman (1959).

Composition de l'association

Espèces rencontrées

Au cours des deux périodes d'observation que nous avons faites au lac Bédard en 1967 et 1968, nous avons rencontré 6 espèces de Copépodes et 12 de Cladocères. Nous en présentons la liste détaillée au tableau I. Nous avons rencontré ces espèces dans les séries régulières d'échantillons quantitatifs, dans des échantillons qualitatifs prélevés de temps à autre dans la zone limnétique, ou dans les quatre séries de trois échantillons qualitatifs que nous avons prélevés près du rivage.

Faune du rivage

Nous avons effectué, en 1968, quatre séries de trois échantillons qualitatifs près du rivage. Nous avons prélevé ces échantillons en remorquant un filet standard (no 20) sur des longueurs délimitées par les stations d'arpentage I et IV, V et VIII, IX et O (Bernard et Lagueur, 1970 a, figure 1), dans une profondeur d'eau ne dépassant jamais un mètre. Nous n'avons pas tenu compte du volume de l'eau qui a pu être filtré au moyen de cette méthode. Notre but était d'inventorier qualitativement la faune du rivage et d'en rechercher les formes typiques.

Nous donnons au tableau II la liste des espèces avec l'indice d'abondance relative qui correspond aux diverses zones d'échantillonnage, à quatre moments au cours de l'été 1968. Trois espèces sont très abondantes dans la zone de rivage : *Diaptomus minutus* et *Bosmina longirostris* (surtout au printemps) et *Polyphemus pediculus* (de façon continue, juillet excepté). Au lac Bédard, seul *Polyphemus pediculus*, parmi ces trois espèces, est confiné à la zone littorale et ne se présente que très rarement en zone limnétique. Arnémo (1965) considère d'ailleurs cette espèce comme typique du rivage et signale aussi son apparition sporadique dans le plancton limnétique.

Acroperus harpae, *Ophryoxus gracillis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Eucyclops agilis* et *Cyclops scutifer* sont abondants à un moment ou l'autre de la saison. Il s'agit là d'espèces surtout caractéristiques du rivage, sauf pour *Cyclops scutifer* dont la plus grande concentration se rencontre dans la zone limnétique. Les autres espèces : *Alona guttata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ophryoxus gracilis*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia catawba*, *Holopedium gibberum*, (Cladocères), *Macrocyclus fuscus* et *Epischura lacustris* (Copépodes), sont présentes près du

rivage. À l'exception de *Daphnia catawba* et *Holopedium gibberum* qui sont abondants en zone limnétique, toutes ces espèces sont représentées par une faible quantité d'individus dans le lac Bédard.

TABLEAU I

Liste des espèces de Copépodes et de Cladocères récoltées au cours des étés 1967 et 1968.

Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec.

PHYLUM : ARTHROPODA

Classe : Crustacea

Sous-classe : Copepoda

Ordre : Calanoida

Diaptomus minutus Lilljeborg 1889.

Epischura lacustris S.A. Forbes 1882.

Ordre : Cyclopoidea

Cyclops scutifer Sars 1863.

Mesocyclops leuckarti (Claus) 1857.

Macrocyclus fuscus (Jurine) 1820.

Eucyclops agilis (Koch) 1838.

Sous-classe : Brachiopoda

Ordre : Cladocera

Diaphanosoma brachyurum (Lieven) 1848.

Holopedium gibberum Zaddach 1855.

Daphnia catawba Coker 1926.

Simocephalus vetulus Schodler 1858.

Bosmina longirostris (O. F. Müller) 1785.

Ophryoxus gracilis Sars 1861.

Chydorus sphaericus (O. F. Müller) 1785.

Alona quadrangularis (O. F. Müller) 1785.

Alona affinis (Leydig) 1860.

Alona guttata Sars 1862.

Acroperus harpae Baird 1843.

Polyphemus pediculus (Linné) 1761.

TABLEAU II

Liste des espèces de Cladocères et de Copépodes rencontrés près du rivage, dans trois zones d'échantillonnage, et indice d'abondance de ces espèces.
Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1968.

Dates	Espèces	Zone I-IV	ZONE V-VIII	ZONE IX-0
04-06-1968	<i>Diaptomus minutus</i>	+++	+++	++
	<i>Cyclops scutifer</i>			++
	<i>Macrocyclops fuscus</i>	+		+
	<i>Eucyclops agilis</i>		+	+
	<i>Holopedium gibberum</i>	+	+	+
	<i>Daphnia catawba</i>			+
	<i>Bosmina longirostris</i>			+++
	<i>Ophryoxus gracilis</i>		+	++
	<i>Alona guttata</i>			+
	<i>Acroperus harpae</i>		+	++
	<i>Polyphemus pediculus</i>	+	+++	+
19-07-1968	<i>Diaptomus minutus</i>	++	++	+
	<i>Epischura lacustris</i>			+
	<i>Cyclops scutifer</i>	+	++	
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>	++	++	++
	<i>Macrocyclops fuscus</i>	+	+	
	<i>Eucyclops agilis</i>	+	++	+
	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+		
	<i>Daphnia catawba</i>	+	+	+
	<i>Bosmina longirostris</i>	+	++	+
	<i>Ophryoxus gracilis</i>		+	+
	<i>Chydorus sphaericus</i>	+		
	<i>Polyphemus pediculus</i>	+	+	+
16-08-1968	<i>Diaptomus minutus</i>	+	+	+
	<i>Eucyclops agilis</i>	+	+	++
	<i>Cyclops scutifer</i>	+	+	++
	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+	+	+
	<i>Holopedium gibberum</i>	+	+	+
	<i>Daphnia catawba</i>	+	+	+
	<i>Bosmina longirostris</i>	+	+	+
	<i>Ophryoxus gracilis</i>		+	++
	<i>Chydorus sphaericus</i>		+	+
	<i>Acroperus harpae</i>			+
	<i>Polyphemus pediculus</i>	++	+++	+++
08-10-1968	<i>Diaptomus minutus</i>	+	++	+
	<i>Cyclops scutifer</i>	+	+	++
	<i>Holopedium gibberum</i>	+	+	+
	<i>Daphnia catawba</i>		+	
	<i>Bosmina longirostris</i>	++		
	<i>Ophryoxus gracilis</i>		+	+
	<i>Chydorus sphaericus</i>			+
	<i>Polyphemus pediculus</i>		+	+++

Indice d'abondance : + : présent ; ++ : abondant ; +++ : très abondant

Faune de la zone limnétique

Toutes les espèces que nous avons signalées dans le plancton du rivage se retrouvent à un moment ou l'autre dans nos échantillons quantitatifs de la zone limnétique. Trois autres espèces, que nous n'avons pas encore mentionnées, *Alona quadrangularis*, *Alona affinis* et *Simocephalus vetulus* apparaissent aussi à deux reprises dans cette zone, mais sont peu abondantes.

Les espèces présentes de façon régulière et qui sont abondantes dans la zone limnétique sont surtout *Diaptomus minutus*, *Cyclops scutifer*, *Daphnia catawba*, *Bosmina longirostris* et *Holopedium gibberum*. Toutes les autres espèces que nous avons mentionnées ne constituent jamais plus que 0.0 à 0.3% du nombre des crustacés planctoniques de la zone limnétique.

Évolution saisonnière de l'association Cladocères-Copépodes, 1967 et 1968

Un échantillon de zooplancton prélevé en zone limnétique présente une structure relativement simple. Pennak (1957), dans les lacs du Colorado, a constaté qu'une ou deux espèces dominent tous les Copépodes et que une à trois espèces constituent l'ensemble des Cladocères ; un nombre infime d'individus appartenant à d'autres espèces complètent l'association. Timms (1968) trouve une situation semblable en Australie où, dans des échantillons prélevés dans douze réservoirs, il rencontre des moyennes de 2.3 espèces de Copépodes et de 2.0 espèces de Cladocères. Un copépode et un Cladocère constituent à eux seuls de 78 à 80% de l'échantillon.

Nous retrouvons cette structure au lac Bédard comme nous le montrent les figures 1 et 2. Ces figures représentent trois aspects complémentaires : a) l'a-

bondance relative des Cladocères par rapport à celle des Copépodes ; b) l'abondance relative des diverses espèces de Cladocères les unes par rapport aux autres ; c) l'abondance relative des espèces de Copépodes et des larves naupliennes.

Pour construire ces figures, nous avons groupé les nauplii des genres *Cyclops* et *Diaptomus*, les copépodites et les adultes de *Diaptomus minutus*, les copépodites et les adultes de *Cyclops scutifer*.

L'association des crustacés limnétiques est constituée en presque totalité par les copépodes *Diaptomus minutus* et *Cyclops scutifer* (99.7 à 100%) et par les cladocères *Daphnia catawba*, *Bosmina longirostris* et *Holopedium gibberum* (99.8 à 100%). Les espèces marginales que nous avons signalées représentent de 0.0 à 0.2% des Cladocères et de 0.0 à 0.3% des Copépodes présents à un moment donné. Nous ne traiterons que des espèces importantes au cours de ce travail.

Abondance relative des Cladocères et des Copépodes

La première partie de la figure 1 nous donne les pourcentages des nombres respectifs des Cladocères et des Copépodes à tous les cinq jours, du 26 mai au 28 octobre 1967. L'association se compose presque exclusivement de Copépodes (97 à 99%) à partir du début de la période des observations jusqu'au 25 juin. Par la suite, les Cladocères augmentent régulièrement du 30 juin au 4 août (maximum 36%), puis diminuent à 19% le 19 août, pour atteindre un nouveau sommet (36%) le 24 du même mois. Leur proportion décroît ensuite jusqu'au 28 septembre alors qu'ils ne représentent plus que 5% des crustacés. En octobre, la situation est redevenue

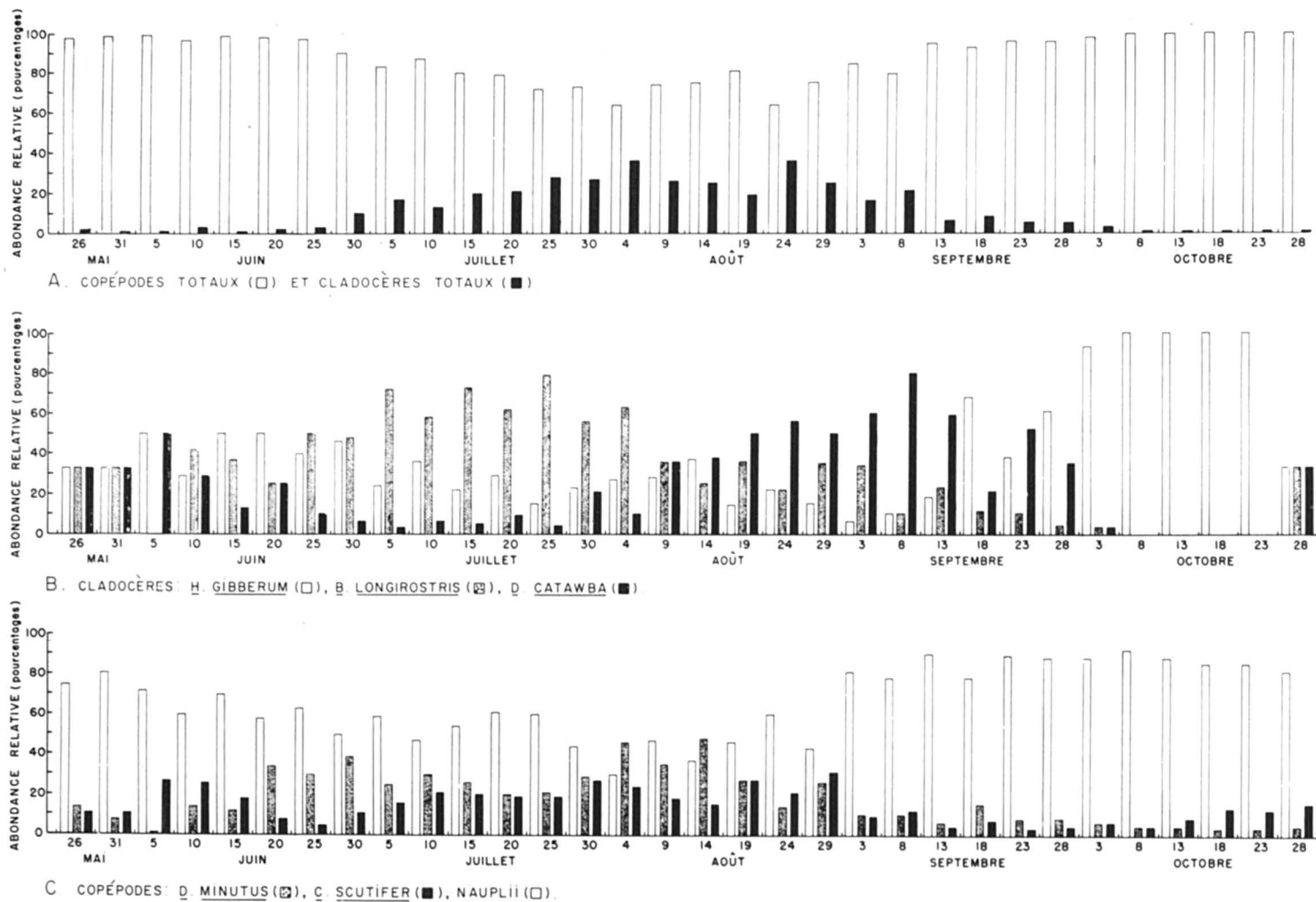
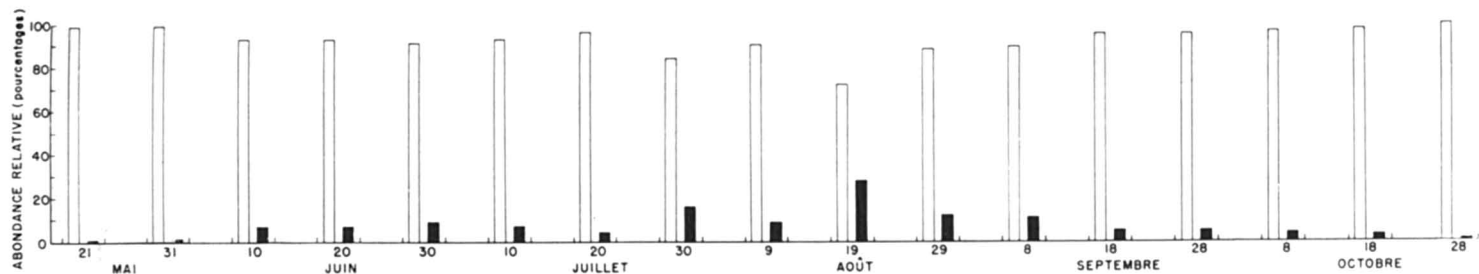


Figure 1. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967. Évolution saisonnière dans l'abondance des crustacés planctoniques.



A. COPÉPODES TOTAUX (□) ET CLADOCÈRES TOTAUX (■).

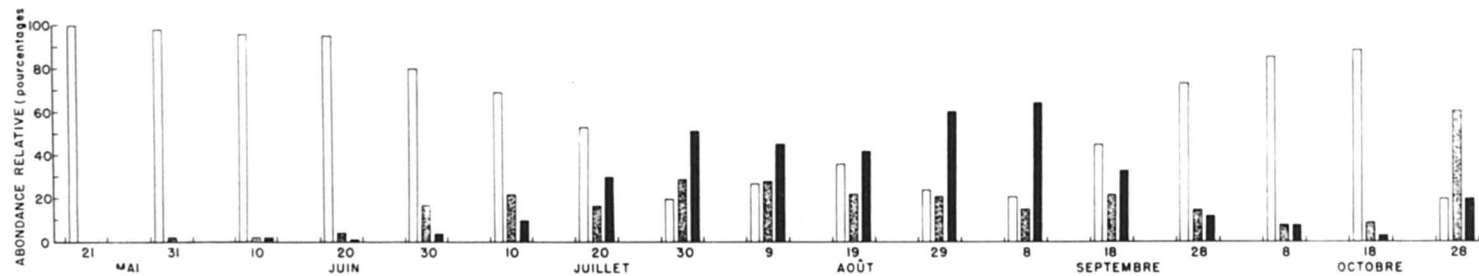
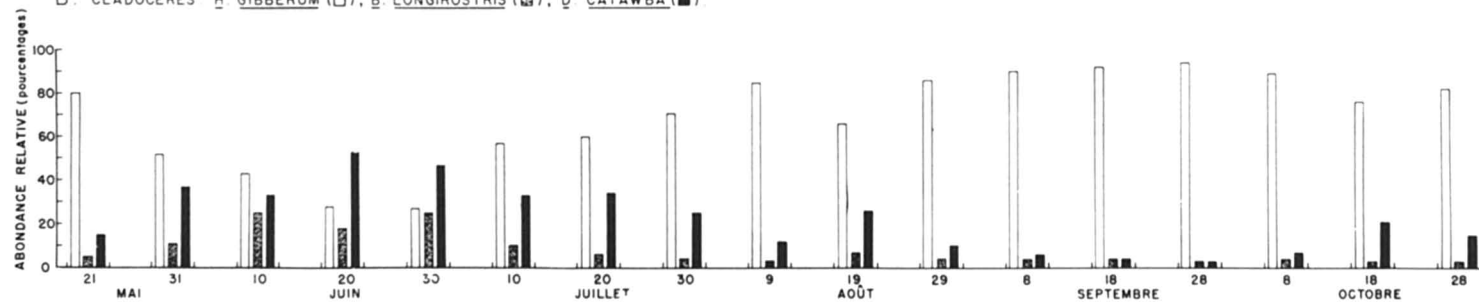
B. CLADOCÈRES: *H. GIBBERUM* (□), *B. LONGIROSTRIS* (▨), *D. CATAWBA* (■).C. COPÉPODES: *D. MINUTUS* (▨), *C. SCUTIFER* (■), NAUPLII (□).

Figure 2. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1968. Évolution saisonnière dans l'abondance des crustacés

semblable à celle qu'on avait connue au printemps.

En 1968, l'importance des Cladocères par rapport aux Copépodes se fait sentir beaucoup plus tôt (figure 2). Le 10 juin, elle constitue déjà 7% du total des crustacés. Le pourcentage des Cladocères demeure cependant inférieur à celui qu'on a rencontré en 1967. Il ne dépasse 15% qu'à deux reprises et sa valeur maximale est de 28% comparée à 36% l'année précédente.

Les Copépodes dominent donc constamment et sont toujours très abondants, alors que les Cladocères sont peu nombreux et atteignent leur maximum en juillet et août. La quantité infime de ces derniers à l'automne laisse entrevoir leur disparition totale au cours de l'hiver.

Abondance relative des espèces de Cladocères

Les nombres relatifs des trois espèces de Cladocères présentes de façon appréciable au lac Bédard varient énormément. En 1967 (figure 1), le nombre des Cladocères étant très faible jusqu'au 30 juin, il est impossible de déceler une prédominance. A partir de cette date, *Bosmina longirostris* domine jusqu'au 9 août; elle est suivie en importance par *Holopedium gibberum*. Il est assez étonnant de constater que *Daphnia catawba*, qui, jusqu'à cette date, était en troisième position, après *Holopedium gibberum*, prend de plus en plus d'importance entre le 9 et le 14 août, puis prédomine jusqu'au 8 septembre. Elle diminue ensuite graduellement et disparaît le 8 octobre.

À ce moment-là, *Bosmina longirostris* est aussi presque totalement disparue et *Holopedium gibberum* domine jusqu'au 28 octobre. Il faut dire cependant qu'entre le 13 septembre et le 28 octobre, la quantité totale de Cladocères est infime et que la disparition de ces crustacés s'amorce. La prépondérance de *Holope-*

dium gibberum est alors très peu significative.

En 1968 (figure 2), les trois mêmes espèces sont présentes mais les périodes de dominance diffèrent. Dès le début de la saison, *Holopedium gibberum* démontre une nette prépondérance qui se maintient jusqu'au 20 juillet. Par la suite et jusqu'à l'automne, l'importance de cette espèce diminue à un niveau relativement bas. Elle domine alors le groupe des Cladocères comme en 1967. *Bosmina longirostris*, qui dominait au début de l'été 1967, vient ici au second rang, pendant une courte période seulement. Elle représente ensuite environ 25% de tous les Cladocères et diminue graduellement au profit de *Holopedium gibberum*. Le cas de *Daphnia catawba* est identique pendant les deux saisons d'observation: cette espèce apparaît au printemps, prend de plus en plus d'importance et domine le groupe pendant la période du 30 juillet au 8 septembre; elle disparaît par la suite et *Holopedium gibberum* demeure à peu près le seul représentant des Cladocères.

Abondance relative des espèces de Copépodes

La figure 1 (1967) nous indique que les larves naupliennes dominent sans cesse le groupe des Copépodes. On peut soupçonner une reproduction continue au cours de l'été, soit par l'une ou l'autre des deux espèces présentes (*Diaptomus minutus* et *Cyclops scutifer*) ou par les deux en même temps. L'analyse des cycles vitaux de ces espèces nous renseignera plus à fond à ce sujet. Si on laisse de côté le groupe des larves naupliennes, *Cyclops scutifer* domine le groupe des Copépodes au début de la saison. Par la suite et jusqu'au 19 août, *Diaptomus minutus* se développe assez rapidement et prédomine — ou tout au moins égale — *Cyclops scutifer*. Les deux

espèces s'équilibrent, et en octobre, *Cyclops scutifer* prédomine à nouveau.

Comme au cours de l'année précédente, en 1968, les nauplii dominent le groupe des Copépodes, exception faite des 20 et 30 juin. *Diaptomus minutus* ne domine jamais en 1968. Après avoir atteint sa densité maximum entre les 10 et 30 juin, il se maintient par la suite à un niveau relativement bas jusqu'au 28 octobre. Quant à *Cyclops scutifer*, son importance grandit jusqu'au 20 juin ; il régresse, ensuite jusqu'au 8 octobre et par la suite amorce encore une nouvelle poussée comme l'année précédente.

Distribution des espèces

Distribution horizontale

Dès le début de notre travail au lac Bédard, nous avons établi une station d'échantillonnage unique qui nous semblait représentative de l'ensemble des conditions de la zone limnétique. D'après Rawson (1953), une seule station suffit généralement dans les lacs où les conditions sont homogènes ; si les conditions physiques et chimiques varient, il convient d'établir des stations dans les endroits qui semblent les plus typiques des conditions générales. La station unique peut être suffisante si les organismes sont distribués au hasard ou de façon régulière ; par ailleurs, nous ne pouvons pas accorder la même valeur aux résultats de la station centrale si ces organismes sont groupés. Ruttner (*vide* Hutchinson, 1967) a démontré que le plancton est distribué de façon presque uniforme sur le plan horizontal dans les lacs de faible superficie, même si des cas de groupement d'organismes peuvent se présenter. On soupçonnait depuis longtemps, et Pennak (1966) l'a démontré, que les eaux de la zone limnétique contiennent plus de Copépodes, de Cladocères et de Rotifères que la zone de végétation adjacente. Colebrook (1960) a

établi que la distribution horizontale du plancton de Windermere est déterminée par les mouvements des masses d'eau : si une seiche interne se produit sous l'influence des vents, les organismes se concentrent à l'extrémité du lac où le thermocline s'enfonce. Devant ces faits, et en constatant la variabilité des résultats que nous obtenions à la station centrale, nous nous sommes interrogés sur le mode de distribution horizontale des crustacés planctoniques présents dans notre milieu.

Distribution à 1 m de profondeur

Nous avons effectué, le 12 septembre 1967, une série de 14 échantillons de 50 litres chacun, prélevés à 1 m de profondeur, en suivant un transect est-ouest ; nous avons prélevé, le 15 août 1968, une série de 10 échantillons à la même profondeur, mais répartis sur toute l'étendue du lac. Nous voulions alors vérifier le mode de distribution des principales espèces de Cladocères et de Copépodes présentes à ces moments-là au lac Bédard. Nous avons calculé, pour chacune de ces deux séries, le coefficient de dispersion σ^2/\bar{N} (Ricker, 1937 ; Hutchinson, 1967). Ce coefficient est basé sur l'hypothèse suivante : si les organismes planctoniques sont distribués au hasard dans une même couche horizontale, la probabilité qu'un échantillon contienne 0, 1, 2, 3... organismes nous est donnée par la série de Poisson ; dans ce type de distribution, la variance (σ^2) est égale à la moyenne (\bar{N}). Le rapport σ^2/\bar{N} sera le coefficient de dispersion de la population considérée. Quand ce rapport se rapproche de l'unité, les organismes de la population sont distribués au hasard ; quand le rapport est significativement inférieur à l'unité, les individus sont distribués de façon régulière ; ils sont groupés, ou espacés de façon moins régulière qu'au hasard, si ce rapport est supérieur à l'unité. Le degré de

TABLEAU III

Coefficient de dispersion à un mètre de profondeur. Types de distributions (σ^2/\bar{N}), valeur de χ^2 , probabilité et type de distribution. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 12 septembre 1967.

	\bar{N}	σ^2	σ^2/N	χ^2	Probabilité	Type de distribution
<i>Diaptomus minutus</i>	7.55	73.44	9.72	126.45	< 0.01	Groupée
<i>Cyclops scutifer</i>	5.25	2.72	0.51	6.73	~ 0.5	Hasard
Nauplii	5.85	51.69	8.83	114.86	< 0.01	Groupée
<i>Holopedium gibberum</i>	6.72	58.20	8.66	122.58	< 0.01	Groupée
<i>Daphnia catawba</i>	19.39	76.03	3.92	50.97	< 0.01	Groupée
<i>Bosmina longirostris</i>	3.2	1.63	0.5	6.62	~ 0.5	Hasard
Plancton tamisé (m1/100 1)	4.41	9.92	2.24	29.24	< 0.01	Groupée

signification de cette déviation se calcule à partir de la valeur du χ^2 des divers échantillons.

Nous donnons au tableau III les valeurs de ce coefficient de dispersion, la valeur du χ^2 , sa probabilité, et le type de distribution trouvé pour le volume total du plancton tamisé et pour les principales espèces de crustacés présentes à 1 m de profondeur. Nous avons groupé ensemble les larves naupliennes de *Cyclops* et de *Diaptomus*. Le 12 septembre 1967, on constate que seuls *Bosmina longirostris* et *Cyclops scutifer* sont distribués au hasard ; les autres espèces : *Daphnia catawba*, *Holopedium gibberum*, *Diaptomus minutus*, les larves naupliennes et le volume total du plancton tamisé se présentent sous forme de groupes.

Ces mêmes valeurs ont été calculées pour la série des 10 échantillons prélevés le 15 août 1968, et nous présentons les résultats au tableau IV. Cette fois, le plancton tamisé total, *Cyclops scutifer* et les nauplii sont distribués au hasard ;

Diaptomus minutus a une distribution régulière ; les autres espèces : *Bosmina longirostris*, *Daphnia catawba* et *Holopedium gibberum* forment des groupes.

On constate, en comparant les tableaux III et IV, que pour les deux séries d'échantillons, *Daphnia catawba*, et *Holopedium gibberum* ont des distributions sous forme de groupes et que *Cyclops scutifer* est distribué au hasard. Les modes de distribution de *Diaptomus minutus*, de *Bosmina longirostris*, des nauplii et du plancton tamisé total varient d'une série d'échantillons à l'autre. La tendance à la formation de groupes n'est donc pas constante chez ces espèces et il n'est pas certain que, même si le type de distribution de *Daphnia catawba*, de *Holopedium gibberum* et de *Cyclops scutifer* semble constant dans nos deux séries d'échantillons, celui-ci soit invariable.

Si on considère l'ensemble des Cladocères et des Copépodes recueillis dans chacune des séries d'échantillons, et si on applique une analyse de variance en

prenant les stations d'échantillonnage et les espèces présentes comme variables non numériques indépendantes et le nombre d'individus par litre d'eau filtrée à chacune des stations pour les diverses espèces, comme variable numérique, on obtient entre les stations une valeur de "F" de 1.25 pour la série du 12 septembre 1967 (N.D.L., $K - 1 = 13$; $(K - 1)(n - 1) = 65$; "F" théorique à 95% de probabilité = 1.92) et une valeur de "F" de 0.04 pour la série du 15 août 1968 (N.D.L., $K - 1 = 9$; $(K - 1)(n - 1) = 45$; "F" théorique à 95% de probabilité 2.14). Dans les deux cas (1967 et 1968), ces valeurs de "F" indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre les stations d'échantillonnage, l'association considérée globalement serait donc distribuée au hasard, ou de façon régulière. La station unique serait donc représentative des conditions générales.

Comparaison de trois stations d'échantillonnage

Le coefficient de dispersion de Ricker nous renseigne sur le mode de distribu-

tion momentanée des organismes d'une espèce sur un même plan horizontal. Afin de voir si ces organismes tendent à se concentrer dans une partie ou l'autre du lac au cours de la saison, nous avons échantillonné trois stations (Voir Bernard et Lagueur 1970 a, fig. 1) à 0, 1, 2, 4 et 6 m de profondeur et à 15 reprises au cours de la saison 1968. Une analyse de variance appliquée aux comptages de ces échantillons donne les valeurs de "F" que nous présentons au tableau V. Sauf pour *Bosmina longirostris*, on n'observe aucune différence significative entre les trois stations. Il y aurait donc homogénéité dans la répartition horizontale des diverses espèces au cours de la saison, c'est-à-dire que les variations que l'on peut déceler entre les trois stations au moment d'un échantillonnage sont annulés par les échantillonnages suivants, les organismes étant concentrés tantôt à l'une ou à l'autre des stations de sorte qu'un échantillonnage effectué à une seule station, et sur une période de temps assez longue, est représentatif des conditions générales.

TABLEAU IV

Coefficient de dispersion à un mètre de profondeur. Types de distributions (σ^2/\bar{N}), valeur de χ^2 , probabilité et type de distribution. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 15 août 1968.

	\bar{N}	σ^2	σ^2/\bar{N}	χ^2	Probabilité	Type de distribution
<i>Diaptomus minutus</i>	5.59	1.71	0.3	2.75	~ 0.95	Régulière
<i>Cyclops scutifer</i>	6.5	7.12	1.09	9.85	~ 0.5	Hasard
Nauplii	4.19	3.45	0.82	7.41	~ 0.5	Hasard
<i>Holopedium gibberum</i>	7.08	86.05	12.18	109.70	< 0.01	Groupée
<i>Daphnia catawba</i>	14.73	76.73	5.20	46.88	< 0.01	Groupée
<i>Bosmina longirostris</i>	7.75	24.4	3.25	29.8	< 0.01	Groupée
Plancton tamisé ml/100 l)	4.42	7.12	1.61	14.49	~ 0.5	Hasard

TABLEAU V

Analyse de variance entre les stations A, B, C pour le nombre d'individus au litre des principales espèces présentes et pour le volume de plancton tamisé (ml/100 l). Valeurs de "F" calculées et théoriques pour les probabilités de 95 et 99%.
Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1968.

	N.D.L.		"F" calculé	"F" théorique	
	(K - 1)	(N - m)		95%	99%
<i>Diaptomus minutus</i>	2	210	0.11	3.04	4.71
<i>Cyclops scutifer</i>	2	210	0.08	3.04	4.71
Nauplii	2	210	0.08	3.04	4.71
<i>Holopedium gibberum</i>	2	210	2.81	3.04	4.71
<i>Daphnia catawba</i>	2	210	0.53	3.04	4.71
<i>Bosmina longistoris</i>	2	210	3.30	3.04	4.71
Crustacés totaux	2	210	0.15	3.04	4.71
Plancton tamisé (ml/100 l)	2	195	0.09	3.09	4.82

Bosmina longirostris présente cependant un cas particulier : de tous les individus capturés en 1968, 25% proviennent de la station "A", 30% de la station "B" et 45% de la station "C", ces différences sont significatives au seuil de 5%. La population de cette espèce tendrait donc à se concentrer dans une partie du lac (partie est). Dans ce cas particulier, une seule station n'est plus représentative de l'ensemble.

Nous nous croyons donc autorisés à conclure que, si des organismes comme *Daphnia catawba* et *Holopedium gibberum* sont groupés, les groupes sont distribués au hasard sur le plan horizontal. De la même façon, on peut confirmer par l'analyse de variance entre les trois stations échantillonnées en 1968, que *Cyclops scutifer* se distribue au hasard. Quant au volume du plancton tamisé, au nombre de nauplii et de *Diaptomus minutus* dont les modes de distribution varient, les différences non significatives

entre les trois stations de 1968 démontrent que les groupes sont à la dérive et distribués au hasard. Seule *Bosmina* s'écarte de ce modèle général.

Distribution verticale saisonnière, 1967 et 1968

Nous connaissons très peu de détails sur la distribution verticale des crustacés planctoniques du Québec. Le seul travail qui a abordé le problème est, à notre connaissance, celui de Phillips (1934) effectué aux lacs Brôme et Manitou. Selon cet auteur, les Cladocères sont plus nombreux dans les 10 premiers mètres ; au-dessous de cette profondeur, les espèces de toute classe sont moins nombreuses, les Cladocères sont rares et chez les Copépodes, le nombre des individus augmente.

Nous avons donc tenté de voir quelle était la variation saisonnière de la distribution verticale des cinq espèces de crustacés les plus représentatifs de la

faune planctonique du lac Bédard. Dans cette analyse, pour n'avoir pas à tenir compte des migrations journalières qui peuvent apparaître chez certaines espèces et pour en rester au niveau des variations saisonnières, tous nos échantillons verticaux ont été prélevés, toujours dans le même ordre, entre 10 et 16 heures. Les échantillons provenant d'une même profondeur ont donc tous été prélevés à la même heure tout au cours de la saison.

Pour comparer les distributions de 1967 et de 1968, nous devions aussi faire face à un autre problème, celui de la disparité des méthodes d'échantillonnage pour ces deux années. Comme nous l'avons signalé dans nos méthodes de travail, les résultats de 1967 sont basés sur une seule station centrale, alors que ceux de 1968 le sont sur la moyenne de trois stations. Nous avons accepté que les résultats de ces deux périodes d'échantillonnages pouvaient être comparables, car aucune différence significative n'a été décelée entre les trois stations échantillonnées en 1968, sauf pour *Bosmina longirostris*. Cette espèce semble se concentrer dans la partie est du lac et les trois stations (ouest, centre, est) montrent un gradient progressif. Dans ce cas, la station centrale seule correspond à la moyenne des trois stations. Il faut de plus noter que la population de *Bosmina longirostris* étant très faible en 1968, cette différence entre les trois stations, bien que statistiquement significative, n'est pas nécessairement valide. Nous nous sommes donc cru autorisés à comparer les données de 1967 et 1968, même si à première vue nos méthodes d'échantillonnages étaient quelque peu différentes.

Nous présentons aux figures 3 à 9 les pourcentages des nombres d'individus de divers groupes et de chacune des espèces rencontrées aux diverses pro-

fondeurs d'échantillonnage. Nous avons préféré travailler avec des pourcentages. Cette pondération nous permet d'éliminer l'effet des cycles vitaux sur la distribution verticale ; des chiffres absolus viendraient masquer cette distribution verticale.

Distribution verticale des crustacés totaux, 1967 et 1968

La distribution verticale des crustacés (y compris les larves naupliennes) est schématisée à la figure 3. La concentration maximum apparaît à 4 m le 26 mai 1967, mais le groupe reste assez bien représenté dans toute la colonne d'eau. Même à 8 m on retrouve encore 12% des crustacés. Par la suite, la proportion tend à augmenter dans les couches superficielles, surtout dans la strate de 1 m (31 mai au 5 juillet) ; et simultanément on assiste à la disparition graduelle des crustacés à 8 mètres. Elle est sans doute causée par l'appauvrissement graduel de cette dernière strate en oxygène dissous qui a commencé à se faire sentir vers le 10 juin pour s'accroître au cours de l'été. À partir du 25 juin, une proportion importante des crustacés se localise à 6 m et s'y maintient jusqu'au 25 juillet. Le déficit en oxygène dissous atteignant à ce moment-là la strate de 6 m, on voit diminuer la proportion des crustacés à ce niveau au profit de la strate de 4 m ; la masse des crustacés se retrouve dans cette dernière strate entre le 19 août et le 28 septembre (1967). Le brassage d'automne s'amorce alors et les différences chimiques qu'on rencontrait au cours de l'été sur le plan vertical disparaissent. Le lac est en isothermie les 23 et 28 octobre et les crustacés se répartissent alors uniformément dans toutes la colonne d'eau.

En 1968, le même schème général se dessine. Cependant le printemps ayant été beaucoup plus hâtif que l'année précédente, les crustacés sont déjà assez

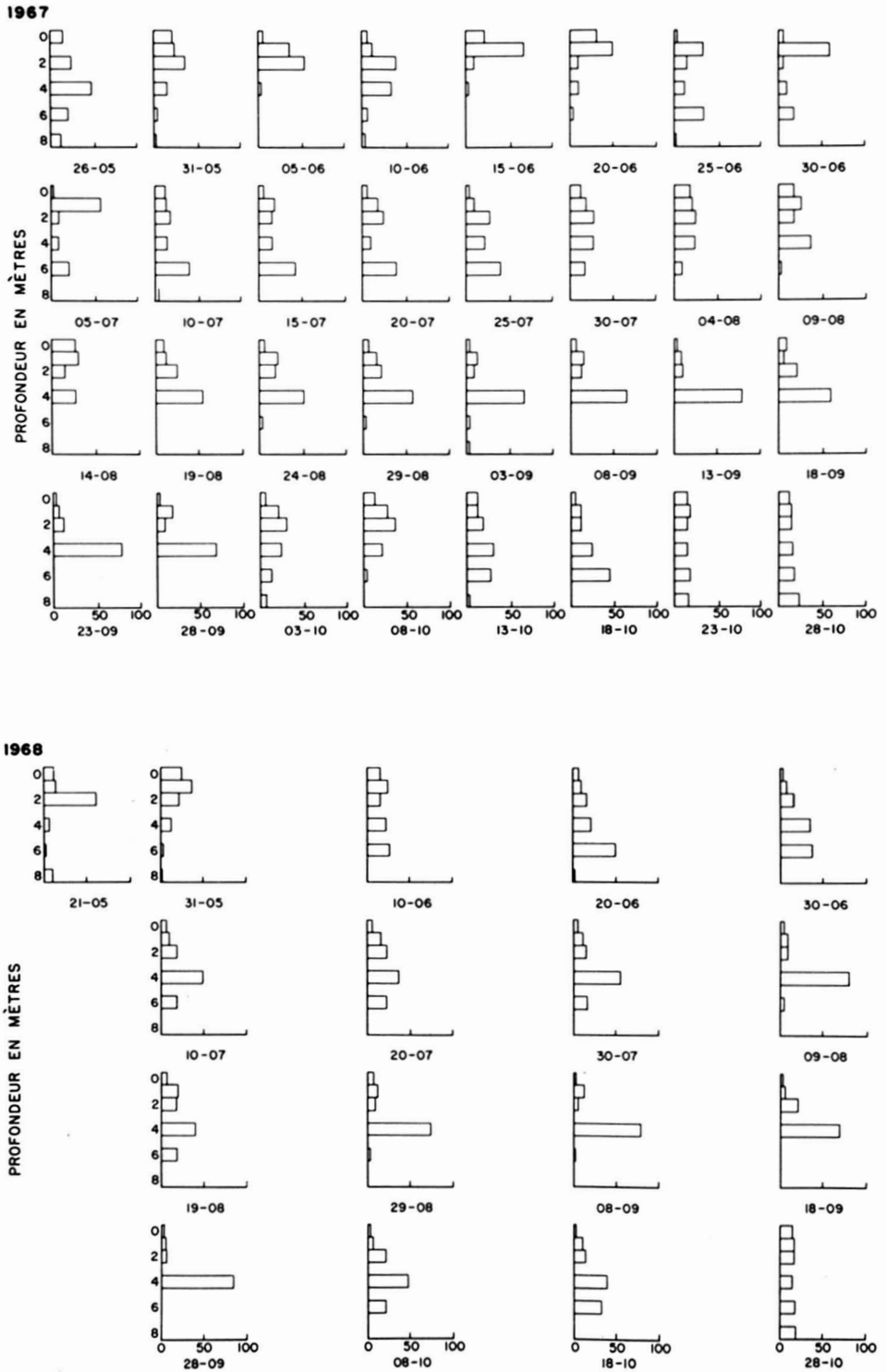


Figure 3. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967-1968. Distribution verticale des crustacés totaux (fréquence en %) au cours de la saison.

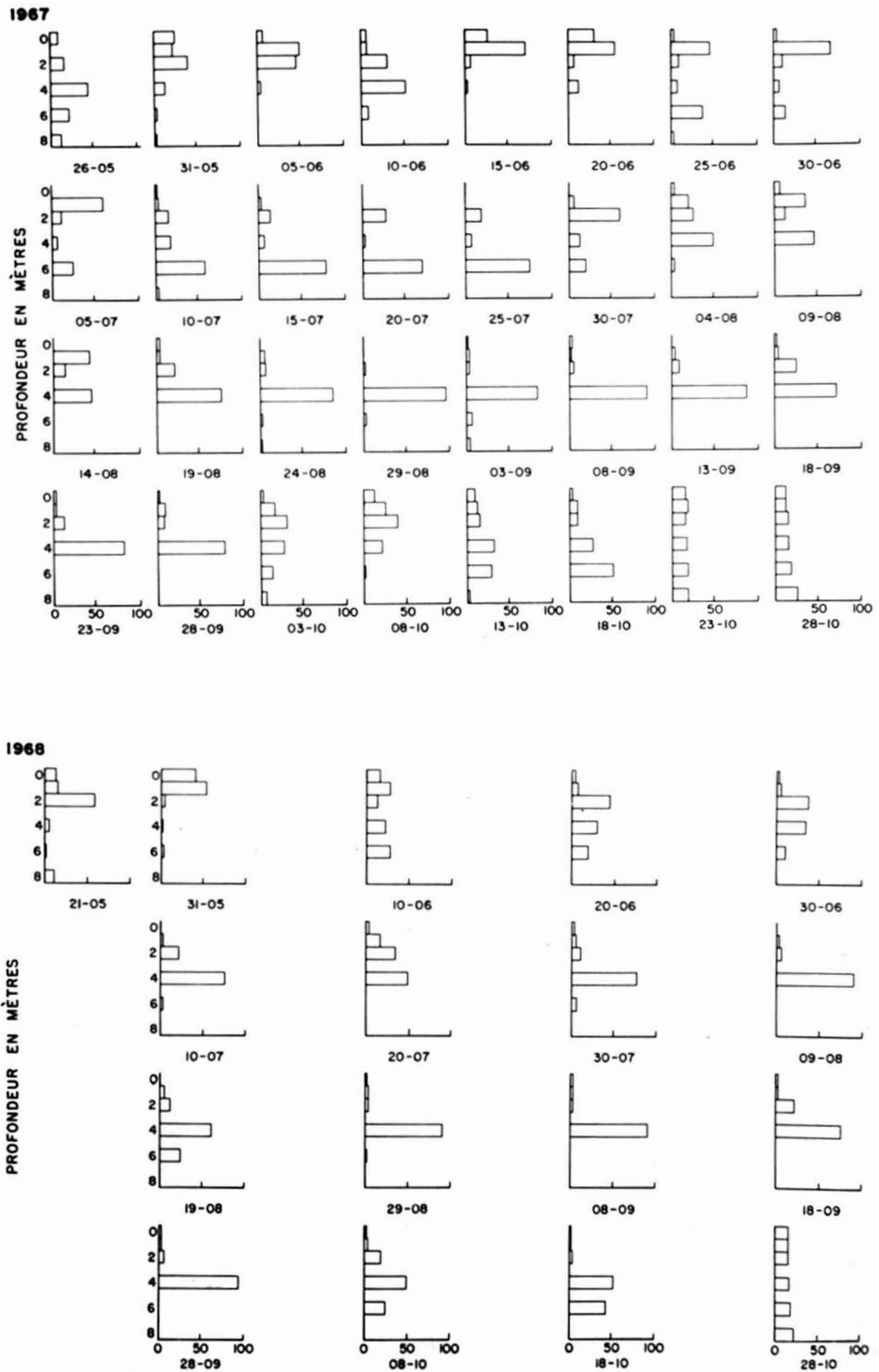


Figure 4. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967-1968. Distribution verticale des nauplii (fréquence en %) au cours de la saison.

bien concentrés en surface (2 m) dès le 31 mai. Ils disparaîtront de la strate de 8 m à mesure que l'oxygène dissous se raréfie. Une proportion importante de la communauté se rencontre à 6 m à partir du 10 juin puis diminue jusqu'au 8 septembre pour disparaître le 18. Pendant ce temps, les crustacés se concentrent graduellement à 4 m (10 juillet au 28 septembre), pour se redistribuer uniformément au moment de l'isothermie.

*Distribution verticale
des nauplii, 1967 et 1968*

L'étude de la composition de la communauté nous a démontré que celle-ci est dominée par le groupe des Copépodes. À l'intérieur de ce groupe, les larves naupliennes constituent toujours une part importante et dominant presque continuellement les Copépodes. Il n'est donc pas étonnant de constater une certaine ressemblance entre la distribution verticale des crustacés totaux et celle des nauplii.

Nous avons groupé ensemble à la figure 4 les larves naupliennes de *Diaptomus* et de *Cyclops*. Nous les séparerons les unes des autres au moment de la discussion des cycles vitaux de chacune des espèces. Le 26 mai 1967, les nauplii occupent toute la colonne d'eau et leur abondance maximum se rencontre dans la strate de 4 mètres. La concentration se déplace ensuite vers la surface. Dans la strate de 6 m, il y a augmentation graduelle à partir du 25 juin et un maximum est atteint le 25 juillet. Par la suite, toute la population se concentre graduellement à 4 m jusqu'au brassage d'automne qui ramène l'homogénéisation générale et la répartition uniforme des nauplii.

L'année suivante (1968), les larves naupliennes sont déjà concentrées en surface dès le début des observations. Par ailleurs, entre le 10 juin et le 10 juillet,

on assiste à un déplacement vers les couches plus profondes; contrairement à 1967, très peu d'individus séjournent dans la strate de 6 m; comme en 1967 enfin, la population presque entière se retrouve dans la strate de 4 m et s'y maintient jusqu'au brassage d'automne.

*Distribution verticale de
Diaptomus minutus, 1967 et 1968*

Au début de la période des observations de 1967, les adultes et les stades copépodites de *Diaptomus minutus* (groupés ensemble dans la figure 5), se rencontrent surtout près de la surface. Une partie de la population s'enfonce à mesure que la saison progresse et le 25 juin le maximum des individus est situé à 6 mètres. La plus grande concentration des individus reste cependant localisée dans les couches de surface jusqu'au 19 août. Elle passe alors à 4 m et s'y maintient jusqu'au 28 septembre où, encore ici, le brassage d'automne répartit les individus dans toute la masse d'eau.

En 1968, *Diaptomus minutus* habite surtout les couches de surface (0, 1, 2m) sauf pour la période du 20 juin au 20 juillet où la concentration est localisée à 4 mètres. Il semble donc y avoir encore ici une préférence pour les eaux superficielles.

*Distribution verticale de
Cyclops scutifer, 1967 et 1968*

La figure 6 nous donne le type de distribution verticale que nous avons rencontré en 1967 et 1968 au lac Bédard. Le 26 mai 1967, toute la colonne d'eau est occupée par *Cyclops scutifer*; à ce moment, le maximum se situe cependant à 2 mètres. Ce maximum se déplace ensuite vers les profondeurs: le 5 juillet on le retrouve à 6 m où il se maintient jusqu'au 4 août. Après cette date, la diminution de l'oxygène dissous dans cette strate ramène la population vers la cou-

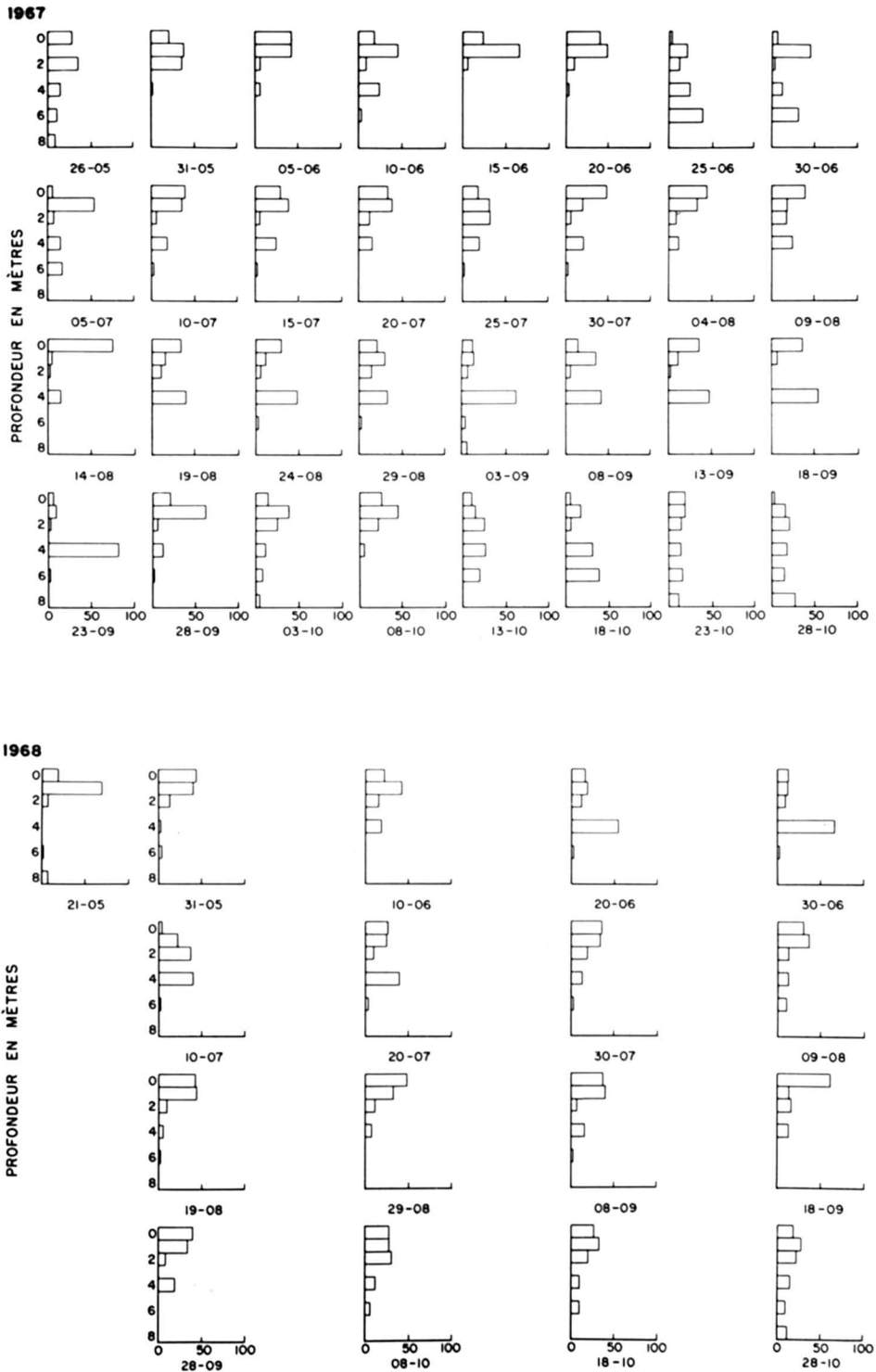


Figure 5. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967-1968. Distribution verticale de *Diaptomus minutus* (fréquence en %) au cours de la saison.

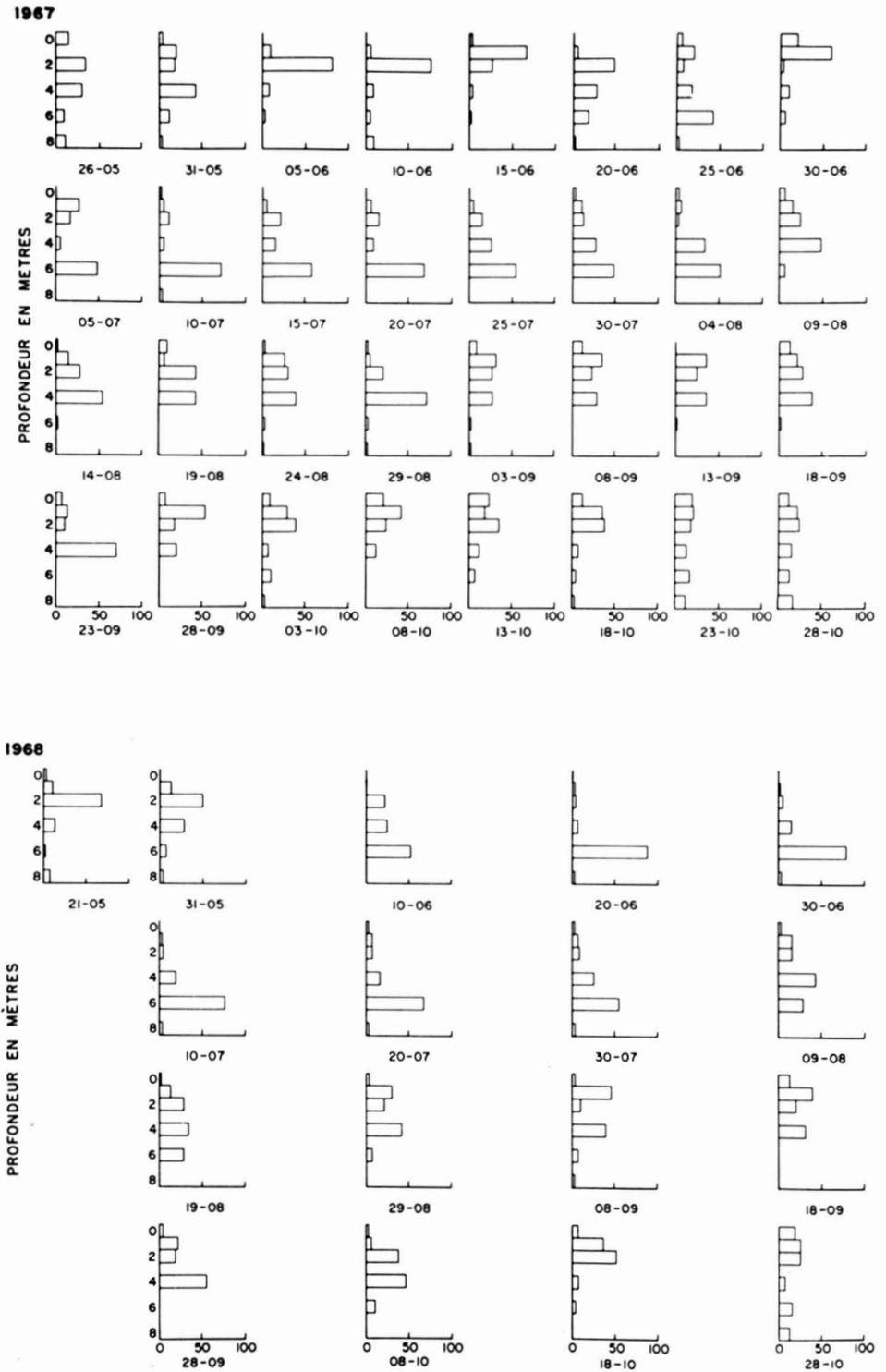
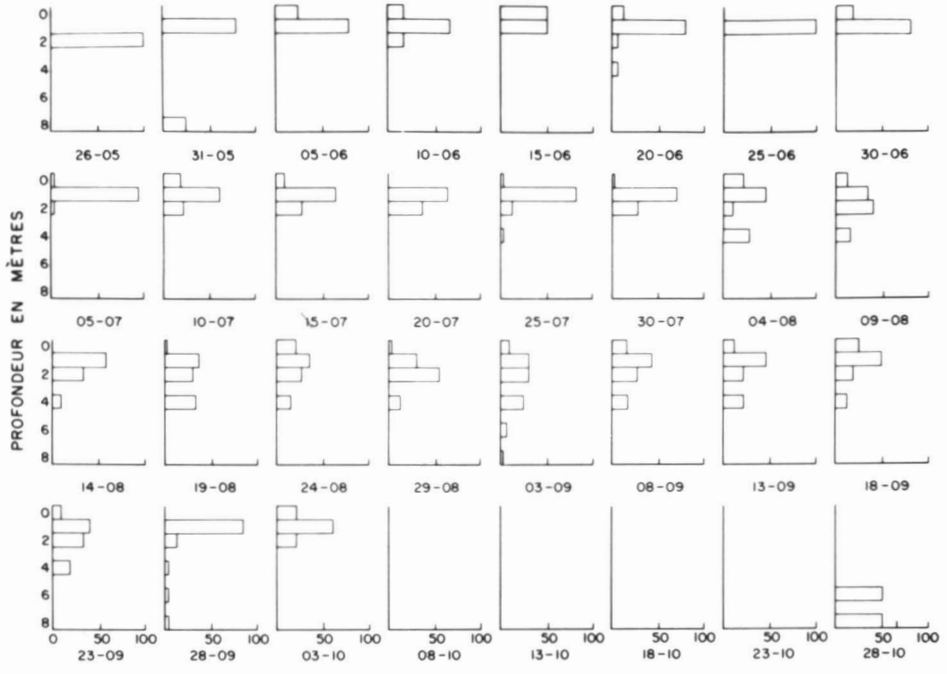


Figure 6. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967-1968. Distribution verticale de *Cyclops scutifer* (fréquence en %) au cours de la saison.

1967



1968

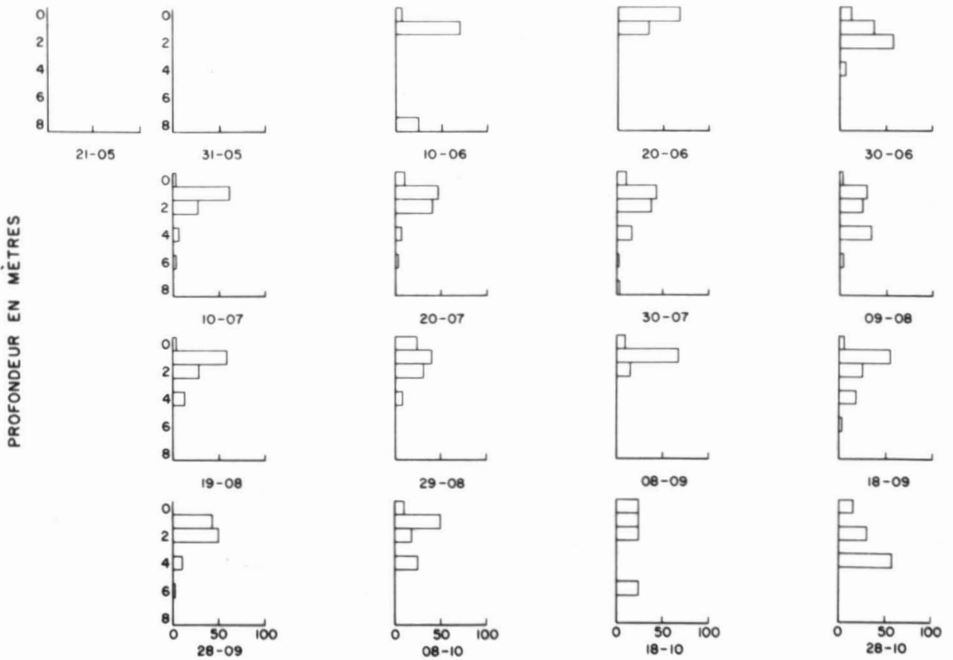


Figure 7. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967-1968. Distribution verticale de *Daphnia catawba* (fréquence en %) au cours de la saison.

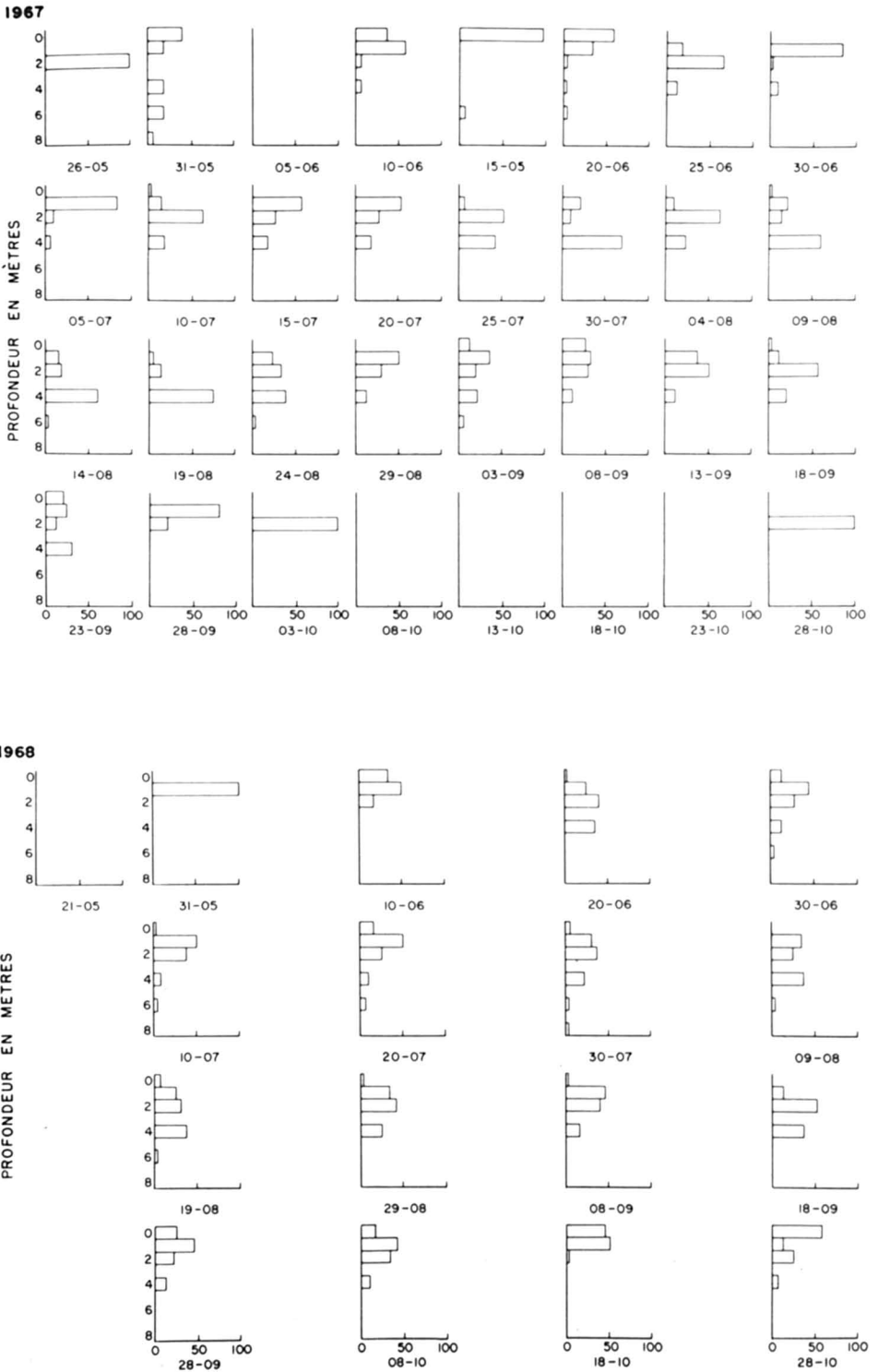


Figure 8. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967-1968. Distribution verticale de *Bosmina longirostris* (fréquence en %) au cours de la saison.

che de 4 mètres. Vers la fin de septembre, au moment où la température de surface s'abaisse, les couches superficielles se peuplent à nouveau et comme dans les cas précédents, le brassage d'automne entraîne l'homogénéité dans la distribution. En 1968, nous retrouvons le même schéma.

Contrairement à *Diatomus minutus* qui, de façon générale, était concentré surtout dans les zones de 0, 1 et 2 m, *Cyclops scutifer* est typique des couches de 4 et 6 mètres.

*Distribution verticale de
Daphnia catawba, 1967 et 1968*

Du 30 juillet au 28 septembre (1967), *Daphnia catawba* occupe une place prépondérante parmi les Cladocères. Au cours de cette période (figure 7), son maximum est situé dans les strates de 1 ou 2 mètres. Cette espèce se rencontre alors jusqu'à la strate de 4 mètres. En dehors de cette période, cette espèce alors peu abondante, se concentre en presque totalité dans les deux premiers mètres.

*Distribution verticale de
Bosmina longirostris, 1967 et 1968*

Les patrons de distribution verticale du début et de la fin de la saison étant basés sur des nombres très faibles d'individus, on ne peut s'attendre à ce qu'une constante quelconque se dessine pendant ces périodes (figure 8). On se souvient que cette espèce constitue par ailleurs une part appréciable du groupe des Cladocères en 1967, surtout durant la période du 30 juin au 28 septembre (figure 7). À partir du 30 juin, de très rares individus peuvent être signalés dans la couche de 0 à 1 mètre. Les 3 et 8 septembre, on ne retrouve qu'à peine 12 et 27% de la population à ce niveau. Durant la période d'abondance, la population se concentre entre 1 et 4 mètres.

En 1968, nos observations n'apportent pas de faits nouveaux et la situation est identique à celle de 1967.

*Distribution verticale de
Holopedium gibberum, 1967 et 1968*

Holopedium gibberum constitue toujours une part importante du total des Cladocères. La figure 9 nous démontre que, entre le 30 juin et le 28 septembre (1967), cette espèce habite surtout dans les couches de 0, 1 et 2 mètres. Du 15 juillet au 24 août, elle séjourne aussi dans la zone de 4 m, mais en faible proportion.

En 1968, on observe sensiblement la même distribution que l'année précédente.

Discussion et conclusion

Nous sommes donc en présence d'une association très simple de crustacés planctoniques. Elle est constituée de 2 Copépodes et de 3 Cladocères qui se partagent l'ensemble de la zone limnétique. Quelques espèces, faiblement représentées, y font de rares apparitions. Certaines de ces espèces (*Polyphemus pediculus*, *Acroperus harpae*, etc.) sont généralement considérées comme caractéristiques de la zone néritique. D'autres, comme *Mesocyclops leuckarti*, bien que considérées généralement comme limnétiques (Smyly, 1964), ont été trouvées au lac Bédard surtout dans la zone de rivage.

Les périodes de dominance de chacune des espèces varient et sont parfois très nettes. En 1967, cependant, les périodes d'abondance relative de *Bosmina longirostris* et de *Holopedium gibberum* coïncident, sauf à la fin de la saison où les Cladocères ne représentent plus qu'une proportion infime de l'association. L'année suivante, durant toute la saison, on observe une nette prépondérance de *Holopedium* sur *Bosmina*. L'im-

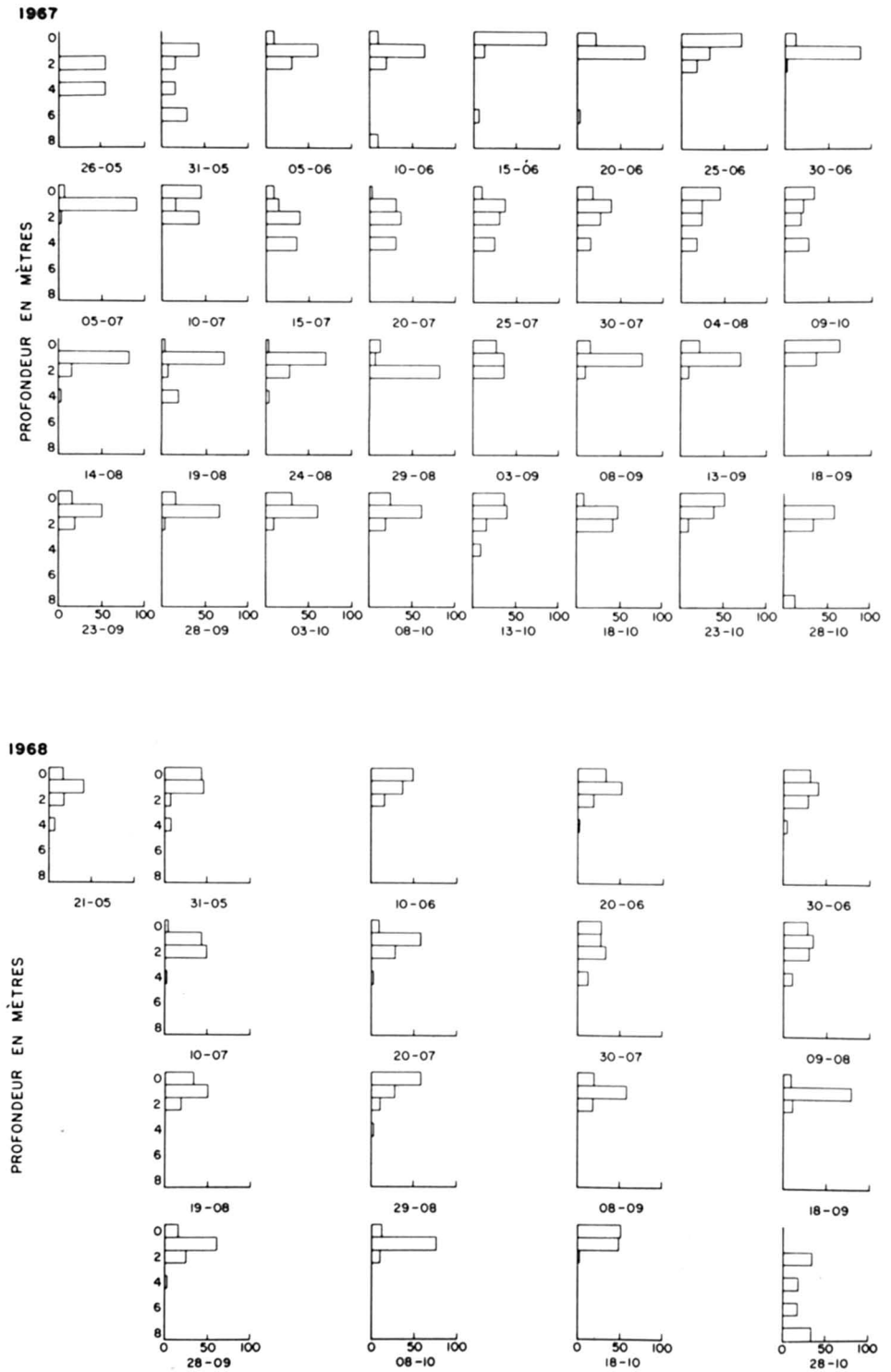


Figure 9. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967-1968. Distribution verticale de *Holopedium gibberum* (fréquence en %) au cours de la saison.

portance de *Bosmina* est toujours très faible, la prépondérance de *Holopedium* s'établissant dès le début de la saison. Si les deux espèces habitaient la même strate, il pourrait y avoir compétition.

Daphnia catawba, au cours de nos deux périodes d'observation, a des phases d'abondance relative nettement distinctes des deux espèces précédentes. Ceci permet à cette espèce d'accomplir son cycle sans compétition.

On observe des phénomènes semblables chez les Copépodes. En 1967, *Diaptomus minutus* domine son groupe pendant une partie de la période des observations seulement. En 1968, *Cyclops scutifer* est constamment l'espèce la plus importante. Cette variation dans la dominance des espèces d'une année à l'autre a d'ailleurs été observée à plusieurs reprises (Birge, 1898 ; Baldi, 1950).

L'étude de l'évolution de la structure de la communauté nous apprend donc que les Copépodes ont des périodes

d'abondance différentes de celles des Cladocères. Les deux espèces de Copépodes trouvées ne présentent pas de différences suffisantes dans le cours de l'évolution saisonnière de la composition de la communauté pour qu'on puisse expliquer leur coexistence sans compétition. Du côté des Cladocères, *Daphnia catawba* a des périodes d'abondance suffisamment distinctes de *Bosmina longirostris* et de *Holopedium gibberum* pour permettre la présence simultanée de cette espèce avec l'une des deux autres. La comparaison des types de distribution verticale des diverses espèces nous permet de voir si certaines espèces sont isolées du reste de la communauté ou si toutes cohabitent réellement dans les mêmes strates.

Nous nous sommes interrogés sur la validité des variations que nous avons constatées sur le plan vertical. Nous avons donc appliqué une analyse de variance aux pourcentages de chacun des groupes et de chacune des espèces ren-

TABLEAU VI

Analyse de variance entre les six profondeurs d'échantillonnage à la station B au cours de la saison. Valeurs de "F" calculées et valeur théorique à 99% de probabilité. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1967.

	N.D.L.		"F" calculé	"F" théorique
	(K - 1)	(N - K)		
<i>Diaptomus minutus</i>	5	180	158.1	3.11
<i>Cyclops scutifer</i>	5	180	270.9	3.11
Nauplii	5	180	260.6	3.11
<i>Holopedium gibberum</i>	5	180	134.8	3.11
<i>Daphnia catawba</i>	5	180	122.2	3.11
<i>Bosmina longirostris</i>	5	180	153.8	3.11
Crustacés totaux	5	180	172.1	3.11
Plancton tamisé (ml/100 l)	5	180	143.8	3.11

TABLEAU VII

Analyse de variance entre cinq profondeurs d'échantillonnage à trois stations au cours de la saison. Valeurs de "F" calculées (entre les profondeurs), et valeurs théoriques à 99% de probabilité. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, 1968.

	N.D.L.		"F" calculé	"F" théorique
	(N - 1)	(N - m)		
<i>Diaptomus minutus</i>	4	210	6.44	3.41
<i>Cyclops scutifer</i>	4	210	11.06	3.41
Nauplii	4	210	44.24	3.41
<i>Holopedium gibberum</i>	4	210	19.91	3.41
<i>Daphnia catawba</i>	4	210	10.53	3.41
<i>Bosmina longirostris</i>	4	210	13.15	3.41
Crustacés totaux	4	210	42.55	3.41
Plancton tamisé (ml/100 l)	4	195	5.05	3.51

TABLEAU VIII

Distribution verticale des principales espèces de crustacés en 1967 et en 1968. Pourcentages saisonniers moyens aux diverses profondeurs d'échantillonnage. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec.

1967

	Profondeur d'échantillonnage en mètres					
	0	1	2	4	6	8
<i>Diaptomus minutus</i>	25.1	29.2	12.3	24.3	6.8	2.0
<i>Cyclops scutifer</i>	7.0	33.8	26.2	25.5	17.6	2.3
<i>Holopedium gibberum</i>	21.3	47.6	30.4	7.4	1.5	0.3
<i>Daphnia catawba</i>	8.8	46.9	18.3	8.4	1.8	3.0
<i>Bosmina longirostris</i>	9.3	24.8	28.9	18.2	1.5	0.7

1968

<i>Diaptomus minutus</i>	29.3	31.8	14.6	19.6	2.9	1.1
<i>Cyclops scutifer</i>	3.5	15.5	22.7	26.1	30.4	1.7
<i>Holopedium gibberum</i>	25.6	49.9	19.9	4.6	1.8	2.0
<i>Daphnia catawba</i>	11.6	37.9	22.8	12.4	3.4	0.1
<i>Bosmina longirostris</i>	13.0	38.0	26.1	15.1	1.2	0.4

contrés aux diverses profondeurs au cours de la saison, à la station centrale en 1967, et aux trois stations, en 1968. Les valeurs de "F" calculées et théoriques à 99% de probabilité sont présentées aux tableaux VI et VII. Toutes ces valeurs de "F" nous indiquent nettement que tous les groupes d'organismes et toutes les espèces sont vraiment stratifiés. Nous avons signalé, à l'occasion, les causes de cette stratification. Les variations dans la stratification sont aussi spécifiques. La comparaison des types de distribution verticale s'impose donc.

Pour 1967 et 1968, nous donnons dans le tableau VIII les moyennes saisonnières pour les principales espèces. Ces moyennes saisonnières sont basées sur l'ensemble des pourcentages aux diverses profondeurs. Ce tableau nous donne une idée du mode de distribution verticale globale de ces espèces. Pour voir si ces distributions varient de façon significative, nous avons calculé les valeurs de "t" entre les pourcentages des espèces considérées deux à deux, et ceci dans toutes les combinaisons possibles aux diverses profondeurs d'échantillonnage. Nous présentons ces valeurs de "t" au tableau IX. Un grand nombre de ces valeurs indiquent des différences significatives aux seuils de 5 et de 1% de probabilité. Certaines de ces différences ne se répètent cependant pas nécessairement d'une année à l'autre : c'est le cas par exemple des différences qu'on constate entre *Daphnia catawba* et *Bosmina longirostris* à 1 et 4 m en 1967, où elles apparaissent significatives et en 1968 où elles ne le sont plus. D'autres différences significatives se répètent d'une année à l'autre, mais ne dénotent que peu de séparation des espèces sur le plan vertical ; en 1967, *Diaptomus minutus* a une importance plus considérable que *Bosmina longirostris* en surface ; à 1 m, les pourcentages des deux

espèces sont semblables ; à 2 m, *Bosmina longirostris* l'emporte ; et à partir de 4 m, les deux espèces se retrouvent en équilibre. En 1968, la situation est identique. Même si ces différences sont significatives au seuil de 1%, nous ne croyons pas avoir le droit d'affirmer que ces deux espèces habitent des strates différentes puisque, les densités maximum de chacune de ces espèces sont séparées d'à peine 1 mètre.

Un seul cas, *Cyclops scutifer*, se détache assez nettement de l'ensemble. En 1967, on constate, en comparant sa distribution verticale avec celle de *Daphnia catawba*, que cette dernière espèce est plus abondante dans la couche de surface ; à 1 m, cette dominance s'accroît ; à 2 m, il n'y a pas de différence significative ; et entre 4 et 6 m, *Cyclops scutifer* domine et la situation est renversée. Si on compare maintenant *Cyclops scutifer* avec *Holopedium gibberum*, on trouve une situation identique, où *Holopedium gibberum* prend la place de *Daphnia catawba*.

La relation entre *Cyclops scutifer* et *Bosmina longirostris*, un autre Cladocère, est quelque peu différente : il n'y a pas de différence significative à 0, 1, 2 et 4 m, mais *Cyclops scutifer* prédomine à 6 mètres.

Enfin, si on compare *Cyclops scutifer* à un autre Copépode, *Diaptomus minutus*, ce dernier prédomine en surface, *Cyclops scutifer* accuse une suprématie à partir de 1 m jusqu'au fond, sauf pour la strate de 4 m où on n'a pu trouver de différence significative.

En 1968, la situation est encore plus claire. La ségrégation que nous avons constatée entre *Cyclops scutifer* d'une part et *Daphnia catawba* ou *Holopedium gibberum* d'autre part, se répète de façon identique. Quant à *Bosmina longirostris*, elle est beaucoup mieux séparée

de *Cyclops scutifer* qu'elle ne l'était en 1967. Elle domine à 0 et 1 m, est en équilibre au niveau de 2 m et cède la dominance à *Cyclops scutifer* dans les zones plus profondes. Au surplus, en 1968, *Diaptomus minutus* prédomine dans les zones de 0 et 1 m, les deux populations cohabitent à 2 et 4 m, et *Cyclops scutifer* est plus important à 6 et 8 mètres.

TABLEAU IX

Distribution verticale des principales espèces de crustacés en 1967 et en 1968. Valeurs de "t" calculées entre les pourcentages des diverses espèces aux mêmes profondeurs d'échantillonnage au cours de la saison. Lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec.

1967. N.D.L. : 62 ; valeurs théoriques à 5% de probabilité : 2.0 et à 1% de probabilité : 2.6

	Profondeur d'échantillonnage					
	0	1	2	4	6	8
<i>D. catawba</i> , <i>B. longirostris</i>	0.2	4.9	1.5	2.1	1.8	0.9
<i>D. catawba</i> , <i>H. gibberum</i>	3.3	1.4	0.2	0.3	1.0	0.9
<i>D. catawba</i> , <i>D. minutus</i>	4.6	6.2	2.4	3.9	2.2	0.8
<i>D. catawba</i> , <i>C. scutifer</i>	2.0	6.6	1.2	4.6	3.9	0.1
<i>B. longirostris</i> , <i>H. gibberum</i>	2.1	3.0	1.5	3.3	0.8	0.9
<i>B. longirostris</i> , <i>D. minutus</i>	3.2	0.1	3.7	0.7	1.5	0.0
<i>B. longirostris</i> , <i>C. scutifer</i>	1.3	1.7	0.6	1.5	3.6	1.3
<i>H. gibberum</i> , <i>D. minutus</i>	1.2	3.1	2.7	3.3	1.4	0.9
<i>H. gibberum</i> , <i>C. scutifer</i>	3.8	5.3	0.8	4.1	3.6	2.7
<i>D. minutus</i> , <i>C. scutifer</i>	6.2	2.7	3.7	0.7	3.1	2.0

1968. N.D.L. : 32 ; valeurs théoriques à 5% de probabilité : 2.0 et à 1% de probabilité : 2.7

<i>D. catawba</i> , <i>B. longirostris</i>	0.2	1.2	0.7	0.6	1.0	1.5
<i>D. catawba</i> , <i>H. gibberum</i>	1.8	1.4	0.4	2.3	0.7	1.0
<i>D. catawba</i> , <i>D. minutus</i>	3.0	0.8	1.8	1.1	0.1	1.4
<i>D. catawba</i> , <i>C. scutifer</i>	2.0	3.6	2.6	4.3	3.4	2.3
<i>B. longirostris</i> , <i>H. gibberum</i>	2.1	1.1	1.6	2.7	0.5	0.8
<i>B. longirostris</i> , <i>D. minutus</i>	2.6	0.9	2.8	0.8	1.8	0.8
<i>B. longirostris</i> , <i>C. scutifer</i>	2.7	3.3	1.1	2.5	3.9	2.3
<i>H. gibberum</i> , <i>D. minutus</i>	0.7	2.5	1.6	2.9	1.8	0.6
<i>H. gibberum</i> , <i>C. scutifer</i>	4.6	5.6	0.3	5.0	3.6	2.9
<i>D. minutus</i> , <i>C. scutifer</i>	7.4	3.7	1.6	0.9	3.4	2.6

Durant le jour nos Cladocères et *Diaptomus minutus* tendent donc à occuper les premiers mètres sous la surface ; par ailleurs, *Cyclops scutifer* démontre une préférence marquée pour les zones plus profondes. *Bosmina longirostris* est peut-être, parmi les Cladocères, l'espèce qui a la distribution verticale la plus étendue ; Pennak (1944) et Wells (1960) avaient d'ailleurs remarqué que cette espèce a des migrations verticales importantes, ce qui pourrait expliquer partiellement l'étendue de la distribution que nous avons trouvée. *Holopedium gibberum* et *Daphnia catawba* ont des comportements identiques : ils dominent à 0, 1 et 2 m de profondeur, et au moment où ces espèces prennent de l'importance dans l'association, elles atteignent le niveau de 4 mètres. Il s'agit donc d'espèces caractéristiques des eaux de surface. Wells (1960) affirme d'ailleurs que *Holopedium gibberum* se rencontre exclusivement dans l'épilimnion. et Tappa (1965) nous dit la même chose de *Daphnia catawba*.

Les nauplii de copépodes se concentrent surtout aux niveaux de 4 et 6 mètres. Selon Davis (1962), ces larves préfèrent, de façon générale, les eaux relativement profondes. L'absence de migrations verticales importantes (Tash et Armitage, 1960) serait due au faible pouvoir de déplacement des larves naupliennes. *Diaptomus minutus* préfère les couches de surface. Nous confirmons ici les observations de Wells (1960), qui rencontre cette espèce dans les strates supérieures du lac Michigan ; de Rigler et Langford (1967) qui, malgré une présence générale, observent une concentration en surface ; et de Sandercock (1967) qui, dans le lac Clarke, toujours en Ontario, voit disparaître cette espèce à des profondeurs excédant 5 mètres. *Cyclops scutifer*, contrairement aux autres espèces, est typique des couches inférieures où, durant la période de strati-

fication, il se concentre. Son comportement est semblable à celui que Plew et Pennak (1949) décrivent pour *Diaptomus birgei* : il effectue une descente vers la zone profonde au printemps, et une lente remontée vers la surface à l'automne. Selon Lindström (1952) *Cyclops scutifer* n'est pas soumis à des migrations verticales importantes de sorte que sa distribution est assez stable. Pour Elgmork (1967), l'altitude et la latitude seraient des facteurs importants dans le contrôle de la distribution verticale de *Cyclops scutifer*. Il y aurait relation inverse entre l'altitude ou la latitude et la profondeur à laquelle on trouve cette espèce. Au Connecticut, limite sud de la distribution de l'espèce, Elgmork la trouve uniquement dans les lacs de plus de 14 m et dans les lacs de haute altitude. Dans le Maine, état plus au nord, il en trouve même dans les lacs ayant une profondeur de 6 m ; elle est presque toujours présente dans les lacs de plus de 16 m, et l'espèce est toujours située sous le thermocline. À l'île d'Ellesmere, dans le lac Hazen, McLaren (1964) trouve *Cyclops scutifer* dans les premiers 5 m sous la surface. Nous sommes rendus à la limite nord de la distribution. Au lac Bédard, qui occupe une position intermédiaire, l'espèce se situe sous la thermocline entre 4 et 6 mètres. La température optimale, selon Elgmork (1967) serait d'environ 10° C. La quantité d'oxygène dissous (Bicknell et Bunt, 1952) serait aussi un facteur à considérer dans le contrôle de la distribution verticale de cette espèce.

Seuls *Cyclops scutifer* est donc suffisamment isolé du reste de l'association : confiné à l'hypolimnion, il pourra accomplir son cycle indépendamment des autres espèces. Pour ce qui est de *Diaptomus minutus*, *Daphnia catawba*, *Holopedium gibberum* et *Bosmina longirostris* qui cohabitent dans l'épilimnion, nous avons constaté que les différences

dans l'abondance relative de ces espèces les unes par rapport aux autres pouvaient expliquer partiellement leur coexistence dans le même milieu, sans qu'il y ait compétition. Afin de préciser cette question, nous croyons qu'une étude de leur cycle vital s'impose pour en arriver à une conclusion valable. Le prochain article de cette série portera de fait sur ces cycles vitaux.

Remerciements

Nous désirons remercier ici le Conseil national des recherches du Canada dont les bourses et les subventions ont permis la réalisation de ce travail, et la direction de la Forêt Montmorency pour la collaboration qu'elle y a apportée. Nous remercions d'une façon toute particulière MM. G. Filteau et G. Lacroix de l'Université Laval et J. C. H. Carter de l'Université Waterloo dont les conseils et les nombreuses suggestions nous ont grandement aidés.

Références

- ARNEMO, R., 1965. Limnological studies in Hyttodammen : 3. Zooplankton. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 46 : 169-182.
- BALDI, E., 1950. Stabilité dans le temps de la biocénose zooplanctique du lac Majeur. *Verh. int. Verein. theor. angew. limnol.*, 11 : 35-40.
- BERNARD, J.G. et R. LAGUEUX, 1970 a. Lac Bédard, forêt Montmorency, Québec. I. Facteurs géomorphométriques, physiques et chimiques. *Naturaliste can.*, 97 : 181-199.
- BERNARD, J.G. et R. LAGUEUX, 1970 b. Addition d'un antiturbulent à la pompe à plancton. *Naturaliste can.*, 97 : 421-429.
- BICKNELL, A.K. and F. Bunt, 1952. The vertical distribution of certain entomostracans in Sodon Lake. *Lloydia*, 15 (1) : 56-64.
- BIRGE, E.A., 1898. Plankton studies on Lake Mendota II. Crustacea of the plankton from July 1894 to December 1896. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett.*, 11 : 274-448.
- BROOKS, J.L., 1957. The systematic of North American *Daphnia*. *Mem. Conn. Acad. Arts Sci.*, 13 : 1-180.
- BROOKS, J.L., 1959. Cladocera, *In* Ward and Whipple, *Freshwater Biology*, 2nd ed., W.T. Edmondson ed., Wiley, New York : 587-656.
- COLEBROOK, J.M., 1960. Plankton and water movements in Windermere. *J. Anim. Ecol.*, 29 : 217-240.
- DAVIS, C.C., 1962. The plankton of the Cleveland Harbor area of Lake Erie in 1956-57. *Ecol. Monogr.*, 32 : 209-247.
- ELGMORK, K., 1967. On the distribution and ecology of *Cyclops scutifer* Sars in New England (Copepoda, Crustacea). *Ecology*, 48 (6) : 967-971.
- HUTCHINSON, G.E., 1967. A treatise on limnology, vol. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. Wiley, New York, 1115 p.
- LAGUEUX, R., 1950. Étude sur les effets produits par l'introduction d'engrais dans le milieu lacustre. Thèse de maîtrise, Univ. Montréal, 100 p.
- LANOUILLE, C., 1946. Le plancton du lac Horatio-Walker, parc des Laurentides, étude quantitative et qualitative. Thèse de maîtrise, Univ. Montréal, 113 p.
- LINDSTRÖM, T., 1952. Sur l'écologie du zooplancton crustacé. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 46 : 200-275.
- McLAREN, I.A., 1964. Zooplankton of Lake Hazen, Ellesmere Island, and a nearby pond, with special reference to the copepod *Cyclops scutifer* Sars. *Can. J. Zool.*, 42 (4) : 613-629.
- PENNAK, R.W., 1944. Diurnal movements of zooplankton organisms in some Colorado mountain lakes. *Ecology*, 25 (4) : 387-403.
- PENNAK, R.W., 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 2(3) : 22-233.
- PENNAK, R.W., 1966. Structure of zooplankton populations in the littoral macrophyte zone of some Colorado lakes. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 85(3) : 329-349.
- PHILLIPS, J.T., 1934. Plankton distribution in Manitou and Brome lakes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 64 : 641-463.
- PLEW, W.F. and R.W. PENNAK, 1949. A seasonal investigation of the vertical movements of zooplankters in an Indian lake. *Ecology*, 30(1) : 93-100.

- RAWSON, D.S., 1953. The standing crop of net plankton in lakes. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 10(5) : 224-237.
- RICKER, W.E., 1937. Statistical treatment of sampling processes useful in the enumeration of plankton organisms. *Arch. Hydrobiol.*, 31 : 68-84.
- RIGLER, F.H. and R.R. LANGFORD, 1967. Congeneric occurrences of species of *Diaptomus* in Southern Ontario lakes. *Can. J. Zool.*, 45(1) : 81-90.
- SANDERCOCK, G.A., 1967. A study of selected mechanisms for the coexistence of *Diaptomus* spp. in Clarke Lake, Ontario. *Limnol. Oceanogr.*, 12(1) : 97-112.
- SMYLY, W.J.P., 1964. An investigation of some benthic entomostraca of three lakes in northern Italy. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 17 : 33-56.
- TAPPA, D.W., 1965. The dynamics of the association of six limnetic species of *Daphnia* in Aziscoos Lake, Maine. *Ecol. Monogr.*, 35(4) : 395-423.
- TASH, J.C. and K.B. ARMITAGE, 1960. A seasonal survey of the vertical movements of some zooplankters in Leaveworth County State Lake, Kansas. *Kans. Univ. Sci. Bull.*, 41 : 657-690.
- TIMMS, B.V., 1968. Comparative species composition of limnetic planktonic crustacean communities in South-East Queensland, Australia. *Hydrobiologia*, 31(3-4) : 474-481.
- WELLS, L., 1960. Seasonal abundance and vertical movements of planktonic crustacea in Lake Michigan. *Fish. Bull.*, U.S., 60(172) : 343-369.
- WILSON, M.S. and H.C. YEATMAN, 1959. Free-Living Copepoda. In Ward and Whipple, *Freshwater biology*, 2nd ed. W.T. Edmondson ed. New York, Wiley, p. 735-861.

FRONTONIA CANADENSIS SP. NOV.
(CILIE HYMÉNOSTOME PÉNICULIEN)

Madeleine ROQUE et Pierre DE PUYTORAC

Station de biologie de l'Université de Montréal à Saint-Hippolyte (Québec)
 Laboratoire de zoologie et biologie cellulaire, B.P. 45, 63-Aubière, France

Résumé

Cette nouvelle espèce est essentiellement caractérisée par sa petite taille (90-120 μ), son profil régulièrement elliptique, par la position de l'unique pore excréteur sur la marge droite du corps, au niveau de l'équateur, par le nombre (68-75) et l'agencement des cinéties somatiques, par le nombre (3) des cinéties vestibulaires, par le nombre (4) des cinéties de chacun des peniculus et la configuration de ces derniers, par le dessin de l'argyrome.

Abstract

Frontonia canadensis differs from previously known species by the following : small size (90-120 μ), regularly elliptical outline, excretory pore located on the right mid-body margin, number (68-75) and pattern of somatic kineties, number (3) of vestibular kineties. The number (4) of kineties per peniculus, penicular configuration, and argyrome pattern are also characteristic.

Description

Frontonia canadensis a été trouvée en assez grande abondance sur le territoire de la Station de biologie de Saint-Hippolyte (Université de Montréal), au lac Cromwell et au lac II, où elle se nourrit de diverses espèces de diatomées.

Ce cilié, légèrement aplati dorso-ventralement, de profil régulièrement elliptique, présente un pôle antérieur et un pôle postérieur ayant une égale courbure. Les côtés sont peu convexes, presque rectilignes. La longueur mesure 90-120 μ ; la largeur est d'environ la moitié de la longueur (figures 1 et 2).

La bouche occupe tout le deuxième tiers antérieur du corps ; elle est effilée en avant. Vue de profil, elle paraît comme une cuillère dont le bord postérieur est recouvert par une lèvre qui cache les extrémités des peniculus (figures 1 et 3).

L'unique vacuole pulsatile, recevant de longs canaux rayonnants (du type

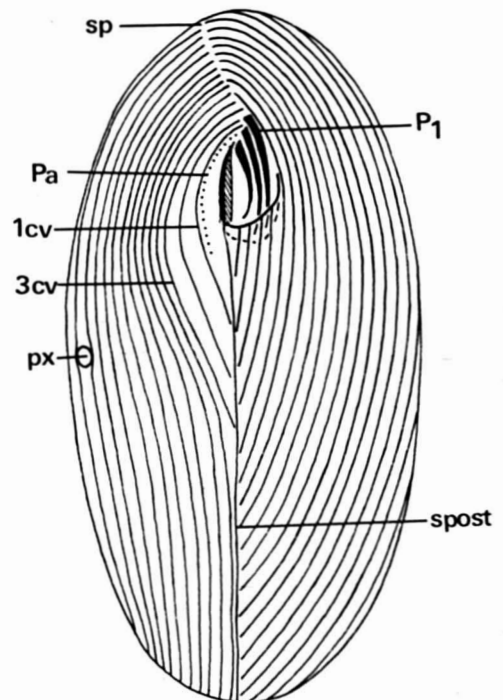


Figure 1. Figure schématique de la face ventrale. sp : suture préorale ; 1 cv : première cinétie vestibulaire ; 3 cv : troisième cinétie vestibulaire ; px : pore excréteur ; s post. : suture postorale ; Pa : parorale ; P1 : peniculus P1.

Frontonia leucas), débouche à l'extérieur par un seul pore excréteur, situé au niveau de l'équateur, sur la marge droite du cilié, généralement au voisinage des 17ième et 18ième cinéties (figure 1).

Le macronucleus est ovoïde, au centre de l'Infusoire (figure 2).

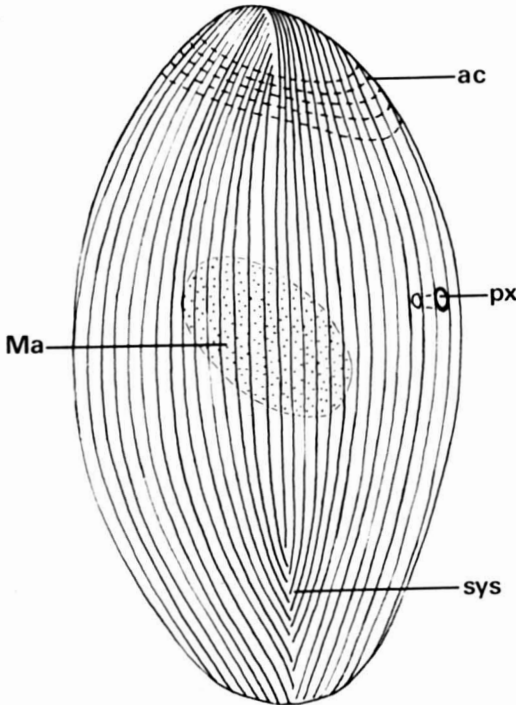


Figure 2. Figure schématique de la face dorsale. ac: alignements transversaux cinétosomiens; px: pore excréteur; sys: système sécant postérieur.

L'infra-ciliature somatique, régulière, est également serrée sur la face dorsale et sur la face ventrale. Elle comporte 68 à 75 cinéties. Les cinétosomes sont jumelés par deux et chaque groupe est associé à un sac parasomal. Les trichocystes sont équidistants et ils alternent avec les paires cinétosomiennes. Ces dernières sont circonscrites par l'argyrome qui dessine des mailles carrées (figure 3).

Sur la face ventrale, la suture préorale est très peu marquée. Les cinéties droites sont bipolaires, parallèles à la suture

postorale, soulignée par une ligne argyrophile presque rectiligne qui chemine jusqu'au pôle postérieur. Trois cinéties vestibulaires viennent buter sur cette suture ainsi que toutes les cinéties ventrales gauches, y compris les trois ou quatre cinéties postorales (figures 1 et 3).

Sur la face dorsale, les cinéties sont méridiennes; cependant, près du pôle postérieur, quatre ou cinq cinéties adjacentes à l'axe longitudinal, affrontent leur symétrique. L'ensemble forme un système sécant (figure 2).

Dans la région antérieure, surtout sur la face dorsale, la disposition des groupes cinétosomiens donne l'illusion de cinéties annulaires autour du pôle (figure 2). Ces alignements transversaux, déjà amorcés sur la face ventrale, au nombre de 12 à 13, s'étagent jusqu'au milieu de la bouche. Ils rappellent ceux de *Disematostoma* (Frontoniidés) (Roque, 1961a). Étant donné l'uniformité de courbure des pôles antérieur et postérieur, ils permettent de distinguer ces derniers lorsque la bouche n'est pas visible.

Comme chez la plupart des Frontoniidés, les trois cinéties vestibulaires se différencient des cinéties somatiques communes par leur aspect en chevrons (figure 3). La première cinétie vestibulaire présente, en plus, un agencement particulier; elle atteint la suture postorale au-dessus de la ligne équatoriale (figure 1). La deuxième cinétie vestibulaire et la troisième cinétie vestibulaire qui, ici, contourne le peniculus P1, s'allongent toutes deux au-delà de l'équateur (figures 1 et 3).

Frontonia canadensis offre une image singulièrement fine, régulière et ordonnée de l'infra-ciliature buccale des Frontoniidés, représentée par trois peniculus, à gauche, et une parorale, à droite (figures 1, 3).

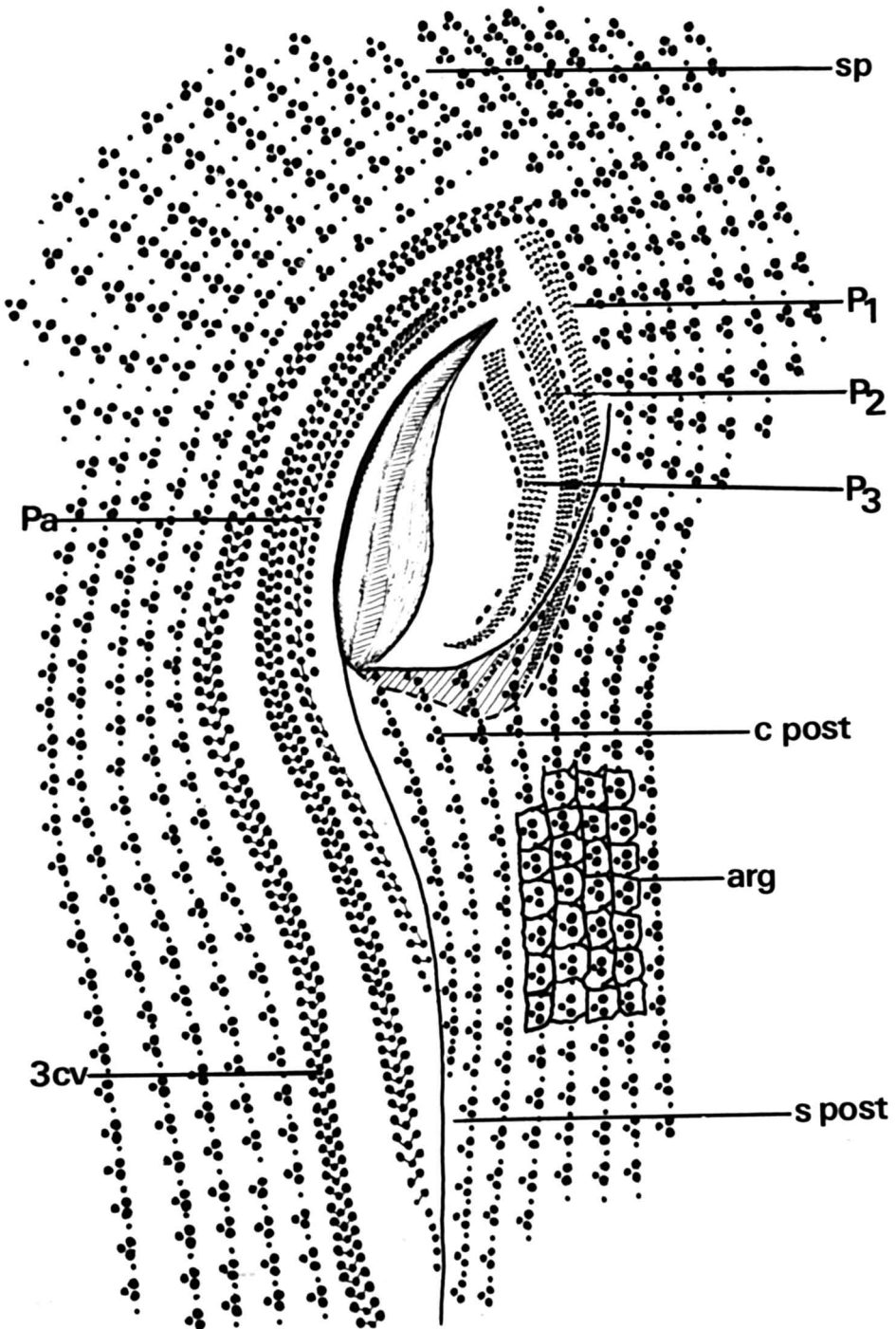


Figure 3. Infraciliature de la région buccale. sp : suture préorale ; spst : suture postorale ; 3cv : troisième cinétie vestibulaire ; c post. : cinétie postorale ; Pa : parorale ; P1, P2, P3 : peniculus ; arg : argyrome.

CARACTÉRISTIQUES DES ESPÈCES DE

ESPECES (imprégnation argentique)	Longueur	Forme	Pores excréteurs		Cinéties somatiques	
			nombre	position	nombre	agencement
<i>Frontonia canadensis</i> (eau douce) sp. nov.	90-120 μ	régulièrement elliptique	1	marginal à droite équatorial	68-75	syst. sécant post. dorsal
<i>Frontonia leucas</i> Ehrb., 1838 (eau douce)	120-500 μ	lancéolée	1	dorsal médian équatorial	110-120	affrontement post. dorsal
<i>Frontonia marina</i> Fabre- Dom., 1891 (mer)	150-600 μ	lancéolée	1-2	dorsal médian subéquatorial	110-120	syst. sécant médio-dorsal médio-ventral
<i>Frontonia atra</i> Ehrb., 1858 (eau douce)	100-120 μ	lancéolée pointe post. très effilée	4-6	dorsaux médians subéquatoriaux	90	syst. sécant ventral
<i>Frontonia acuminata</i> Ehrb., 1833 (eau douce)	65-90- 120 μ	en écusson	1-2	dorsal subéquatorial	60	syst. sécant ventral
<i>Frontonia depressa</i> Stokes, 1886 (mousses)	60-75 μ	ovale effilé en arrière	1	dorsal médian équatorial	40	cinéties toutes bipolaires
<i>Frontonia elliptica</i> Beardsley, 1902 (eau douce ou peu saumâtre)	150-200 μ	elliptique déformée	2	dorsaux antérieur et postérieur	95	syst. sécant post. dorsal
<i>Frontonia microstoma</i> Kahl, 1932 (eau saumâtre)	200-300 μ	en massue	2-4	dorsaux antérieur et postérieur	110-120	syst. sécant ventral
<i>Frontonia vesiculosa</i> da Cunha, 1914 (eau katarobe)	300-900- 1200 μ	lancéolée	5-10	dorsaux à droi- te en aligne- ment méridien	240-260	cinéties toutes bipolaires
<i>Frontonia branchiostoma</i> Codreanu, 1928 (commensalisme avec l'amphioxus)	75-100 μ	ovale effilé en arrière	1	dorsal subéquatorial	70-80	syst. sécant ventral
<i>Frontonia roquei</i> Dragesco, 1970 (eau douce)	110-140 μ	elliptique	2-3	dorsaux à droi- te subéquato- riaux	58-62	syst. sécant ventral
<i>Frontonia minuta</i> Dragesco, 1970 (eau douce saprobe)	70 μ	ovale déformé	2	dorsaux troisiè- me quart	46-54	syst. sécant

Les cinéties vestibulaires garnissent un territoire déprimé, s'inclinant légèrement vers la gauche, vers la fosse buccale longitudinale, étroite, aux parois asymétriques, au fond plat. La région médiane du plancher buccal qui est sa partie la plus profonde, car celui-là se creuse progressivement depuis ses extrémités vers son milieu, comporte un îlot de phagoplasme constituant un

cytopharynx « primitif ». La paroi gauche, oblique, porte les trois peniculus : P1, P2, P3, le peniculus P1 effleurant la surface du Cilié. Chaque peniculus, bordé par des sacs parasomaux, est formé par quatre cinéties qui ne présentent aucune discontinuité. P1 et P2 sont juxtaposés ; P3 plus court que les deux autres, est remarquable par son dessin. L'extrémité postérieure des peni-

FRONTONIA LES MIEUX ÉTUDIÉES

Cinéties vestibulaires	Cinéties postorales	Peniculus : nombre de cinéties			Suture préorale	Argyrome	Autres particularités
		P1	P2	P3			
3	3-4	4	4	4	peu marquée	mailles carrées	Illusion de cinéties annulaires (12-13) au pôle antérieur, face dorsale
3	8	6	5	4-5 discontinues	marquée	mailles rectangulaires	Présence de zoochlorelles sur certains individus
6	7	6	5	4-5	peu marquée	mailles carrées	Ciliature vestibulaire très dense
4	7	6	6	6	très marquée	mailles rectangulaires	De couleur noire violacée (pigment)
4 2ième et 3ième anastomosées	5-6	6	6	4	peu marquée	mailles rectangulaires	De couleur grise
3	3	4	5	3	très marquée	mailles carrées	Claire, transparente
5	4	6	6	5	pas marquée	mailles rectangulaires	Micronucleus volumineux
3	4	4-5	4-5	3-4	pas face dorsale où elle est très marquée	mailles carrées	Incolore ou de couleur bleu-vert sombre (pigment ectoplasmique)
3	9	4-6	4-6	4-6	marquée	mailles rectangulaires	Cinq à dix vacuoles pulsatiles méridiennes à longs canaux collecteurs
3					marquée		Vit dans l'atrium de l'Amphioxus
4	4	4-5	4-5	4-5	marquée		Courbure du P3 très prononcée
3	4-5	5-6	5-6	2	marquée	mailles rectangulaires	Présence de zoochlorelles P3 court et fin

culus P1 et P2 s'enfoncent dans une cavité en cuillère surmontée par une lèvre, tapissée superficiellement par les postorales (figure 3). La paroi droite de la fosse orale est abrupte, fortement argyrophile, formant un bourrelet entre la cavité buccale et le territoire des cinéties vestibulaires. La parorale (figure 3) est logée dans une rainure située tout au long de la bouche, entre la première ci-

nétié vestibulaire la plus profonde et la base du bourrelet, à sa droite.

L'ensemble des particularités de *Frontonia canadensis* ne se retrouve dans aucune espèce de *Frontonia* déjà décrite, comme le montre le tableau annexe où sont uniquement réunies les diagnoses des espèces étudiées précédemment selon la technique de l'imprégnation argen-

tique, par Dragesco (1960-1967), Gil et Perez-Silva (1964-1966) et Roque (1961).

Diagnose

Frontonia canadensis n. sp.: petite taille : 90-120 μ de long, 45-60 μ de large ; régulièrement elliptique ; 1 pore excréteur marginal à droite, équatorial, au voisinage de la 17ième et 18ième cinétie ; 68-75 cinéties somatiques figurant un système sécant postérieur dorsal ; 3 cinéties vestibulaires ; 3-4 cinéties post-orales ; peniculus P1, P2, P3 comportant chacun 4 cinéties ; suture préorale peu marquée ; argyrome à mailles carrées. Illusion de cinéties annulaires (12-13) au pôle antérieur, face dorsale.

Références

- DIDIER, P., 1970. Contribution à l'ultrastructure des Hyménostomes Péniculiens. *Annls Stn biol. Besse-en-Chandesse*, 5 : 1-277.
- DRAGESCO, J., 1960. Les Ciliés mésopsammiques littoraux : systématique, morphologie, écologie. *Trav. Stn biol. Roscoff*, 12 : 1-356.
- DRAGESCO, J., 1970. Ciliées libres du Cameroun. *Annls Fac. Sci. Cameroun Yaoundé*, Suppl., p. 1-140.
- GIL, R. et J. PEREZ-SILVA, 1964a. La infraciliación de *Frontonia acuminata* Ehr. *Microbiol. Espana*, 17 : 69-77.
- GIL, R. et J. PEREZ-SILVA, 1964b. La infraciliación de *Frontonia leucas* Ehr. *Microbiol. Espana*, 17 : 239-254.
- GIL, R. and J. PEREZ-SILVA, 1964c. The infraciliature of *Frontonia depressa* Stokes. *Arch. Protistenk.*, 107 : 363-372.
- GIL, R. and J. PEREZ-SILVA, 1966. Ciliacon on *Frontonia* (Giliados, Holotricos). *Boln R. Soc. esp. Hist. nat. (Biol.)*, 64 : 315-320.
- KAHL, A., 1935. *Utiere oder Protozoa*. G. Fischer, Jena.
- ROQUE, M., 1961a. Recherches sur les Infusoires ciliés : les Hyménostomes Péniculiens. *Bull. biol. France Belgique*, 95 : 431-510.
- ROQUE, M., 1961b. *Frontonia microstoma* Kahl. *J. Protozool.*, 8 : 334-341.

PREMIER RELEVÉ DE CERTAINS GROUPES DE PROTOZOAIRES LIBRES SUR LE TERRITOIRE DE LA STATION DE BIOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL (SAINT-HIPPOLYTE, COMTÉ DE TERREBONNE, QUÉBEC) ¹

P. de PUYTORAC, J. P. MIGNOT, J. GRAIN, C. A. GROLIÈRE
Laboratoire de zoologie, Université de Clermont-Ferrand, France

L. BONNET
Laboratoire de zoologie, Université Paul Sabatier, Toulouse, France

P. COUILLARD
Département des sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal, Québec

Résumé

Trois cent vingt-cinq espèces de flagellés, thécamoebiens et ciliés ont été inventoriées dans le territoire de la Station de biologie de l'Université de Montréal à Saint-Hippolyte, comté de Terrebonne (Qué.). Deux espèces de thécamoebiens appartiennent à des genres nouveaux : une espèce d'*Anisonema* et des espèces de *Frontonia*, *Spirostomum*, *Blepharisma*, *Strobilidium*, *Pithothorax* sont vraisemblablement nouvelles.

Dans l'ensemble, le peuplement protistologique correspond à ce qui est connu en Europe pour des sites équivalents.

Abstract

A total of 325 species of flagellates, thecamoebae and ciliates have been identified at the "Station de Biologie de l'Université de Montréal" Saint-Hippolyte (Terrebonne, Qué.). Among them were two new genera of thecamoebae, a new species of *Anisonema* and probably new species of *Frontonia*, *Spirostomum*, *Blepharisma*, *Strobilidium* and *Pithothorax*.

As a whole, the protozoan populations in Saint-Hippolyte are comparable to those found in Europe, in similar locations.

Introduction

La présente note est un inventaire des espèces de protistes (flagellés, thécamoebiens, ciliés) trouvées par les auteurs au cours d'un séjour de six semaines sur le territoire de la Station de biologie de l'Université de Montréal à Saint-Hippolyte (comté de Terrebonne) en juillet et août 1970. Des travaux préliminaires d'inventaire avaient été réalisés durant les étés 1967, 1968 et 1969 par des stagiaires sous la direction de l'un de nous (P. Couillard).

La station occupe une superficie de 2500 acres au centre d'un territoire boisé, à 80 km au nord de Montréal, soit une trentaine de kilomètres à l'intérieur du bouclier canadien. Le socle précambrien (anorthosite plus ou moins gabbroï-

¹ Ce travail a été rendu possible grâce à l'octroi de subventions du Conseil des arts du Canada à deux de nous (P. de P. et J. P. M.). Le séjour de Monsieur Grain s'est effectué dans le cadre des ententes France-Québec. Les frais de voyage de MM. Bonnet et Grolière ont été assumés par le Ministère des affaires étrangères (Paris).

que) y est partiellement recouvert de dépôts morainiques contenant, par endroits, de gros blocs de même composition.

La forêt y est jeune, en grande partie décidue (*Acer rubrum*, *Populus tremuloides*, *Populus grandidentata*, *Betula papyrifera*) avec des îlots de pin blanc et d'épicéa dans les régions sèches, de thuya et de sapin dans les régions basses. Les traces d'un incendie de forêt survenu il y a 40 ans, sont encore visibles. Le climax pour la région est l'association Érable à sucre – Bouleau jaune – Pruche.

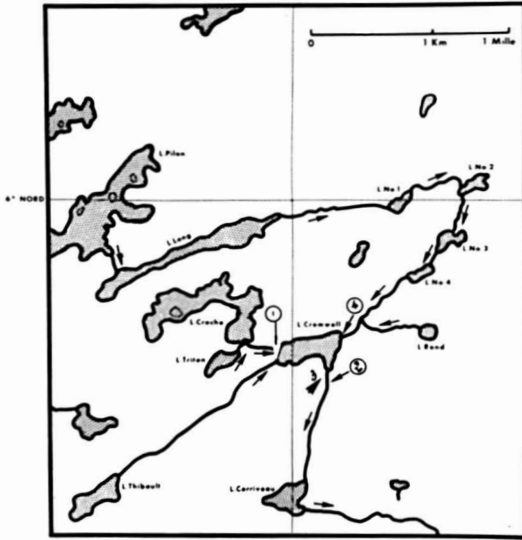


Figure 1. Schéma topographique du territoire prospecté.

Le territoire de la station contient 11 lacs ou étangs permanents de superficie fort variable (figure 1). Tous, sauf peut-être le plus grand (lac Croche), sont en voie d'eutrophisation. Un des plus petits (lac Geai) est déjà partiellement recouvert d'un tapis de végétation à sphagnes.

Matériel et méthodes

Flagellés et ciliés

Pour les protistes aquatiques, les prélèvements ont été faits avec des filets

à plancton, à mailles très fines (n° 20 de Tripette et Renaud), par des prises du fond, par des expressions de plantes aquatiques, par des piégeages puis par des décantations.

Les spécimens, examinés sur le vivant et photographiés, ont été montés, après fixations et colorations diverses (Lugol, acide osmique, Bouin; nigrosine, imprégnations selon Chatton et Lwoff ou selon Bodian, Feulgen). Pour la plupart des chrysophycées, des préparations d'écaillés ou d'épines, après fixation au formol à 5%, ont été examinées en microscopie électronique, soit au Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal, soit au laboratoire de zoologie de Clermont-Ferrand.

Les lieux de récolte les plus fréquents ont été au lac Cromwell, principalement aux points 1, 2 et 4 (figure 1) qui nous ont paru les plus riches quantitativement et qualitativement. Des prises ont été effectuées aussi aux lacs II, III, I, Rond, Geai, Triton et Croche. Les abréviations utilisées dans la liste des espèces et désignant les lieux de récolte sont les suivants:

LI	: lac I
LII	: lac II
LIII	: lac III
LC	: lac Croche
LCW	: lac Cromwell
LCW P1, P2, P3, P4	: points 1, 2, 3, 4
LR	: lac Rond
LT	: lac Triton
<i>Abondance</i>	: TR : très rare ; R : rare ; AC : assez commun ; C : commun ; TC : très commun.

Thécamoebiens

Les thécamoebiens du sol ont été extraits par flottation, après déshydratation de l'échantillon de sol, puis montés au baume.

Il ne nous est pas possible de faire figurer ici la liste détaillée (description des biotopes et fréquence des individus de chaque espèce dans chacun des relevés) des 85 prélèvements étudiés. On pourra toutefois la consulter *in extenso* soit au Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal (P. Couillard); soit au Laboratoire de zoologie de l'Université P. Sabatier à Toulouse, France (L. Bonnet).

Nous avons, pour simplifier, regroupé les biotopes en 6 catégories:

A) Sphagnum en prairie élastique, sur le rivage du lac Geai et du lac Thibault.

B) Sphagnum sur le sol de la forêt en bordure du lac Geai, du lac Triton et entre les lacs Cromwell et Rond.

C) Muscinées et lichens sur le sol et sur des troncs d'arbres à faible distance du sol.

D) Sol forestier de type mor sous résineux (horizon A₁).

E) *id* sous-feuillus (horizon A₁).

F) Sol acide sous muscinées, lichens et fougères saxicoles (rochers granitiques) en sous-bois.

Nous fournissons, à titre de références, la liste des ouvrages et articles qui ont servi à l'identification des divers groupes de protozoaires. Nous avons limité les illustrations aux espèces les plus remarquables.

La famille nouvelle de thécamoebiens (*Distomatopyxidae*) et une espèce nouvelle de ciliés (*Frontonia canadensis*) ont fait l'objet de publications séparées (Bonnet (1970); Roque et de Puytorac (1972).)

Liste des espèces

Lieux de
récolte

Abon-
dance

Classe des PHYTOMASTIGOPHOREA

Ordre des CHRYSOMONADIDA

Sous-ordre des EUCHRYSOMONADINA

Stipitochrysis monorhiza Korschikov

LT

C

Uroglena volvox Ehrbg.

LC, LIII, LII,
LI

AC

Uroglena americana Calk.

plancton
LC, LII

C

famille des *Ochromonadidae*

Eusphaerella turfosa Skuja

plancton LII

AC

Syncrypta dubia Bourrelly

plancton LII

AC

Antophysa vegetans O. F. M.

LCW P2

C

famille des *Dinobriidae*

Dinobryon sertularia Ehrbg.

LC (plancton),
LII

TC

Dinobryon sertularia var. *protuberans* (Lemm.) Krieger

LC (plancton),
LII

C

Dinobryon bavaricum Imhof

LC

C

Dinobryon bavaricum var. *vanhöffenii* (Bachm.) Krieger

LC (plancton)

TC

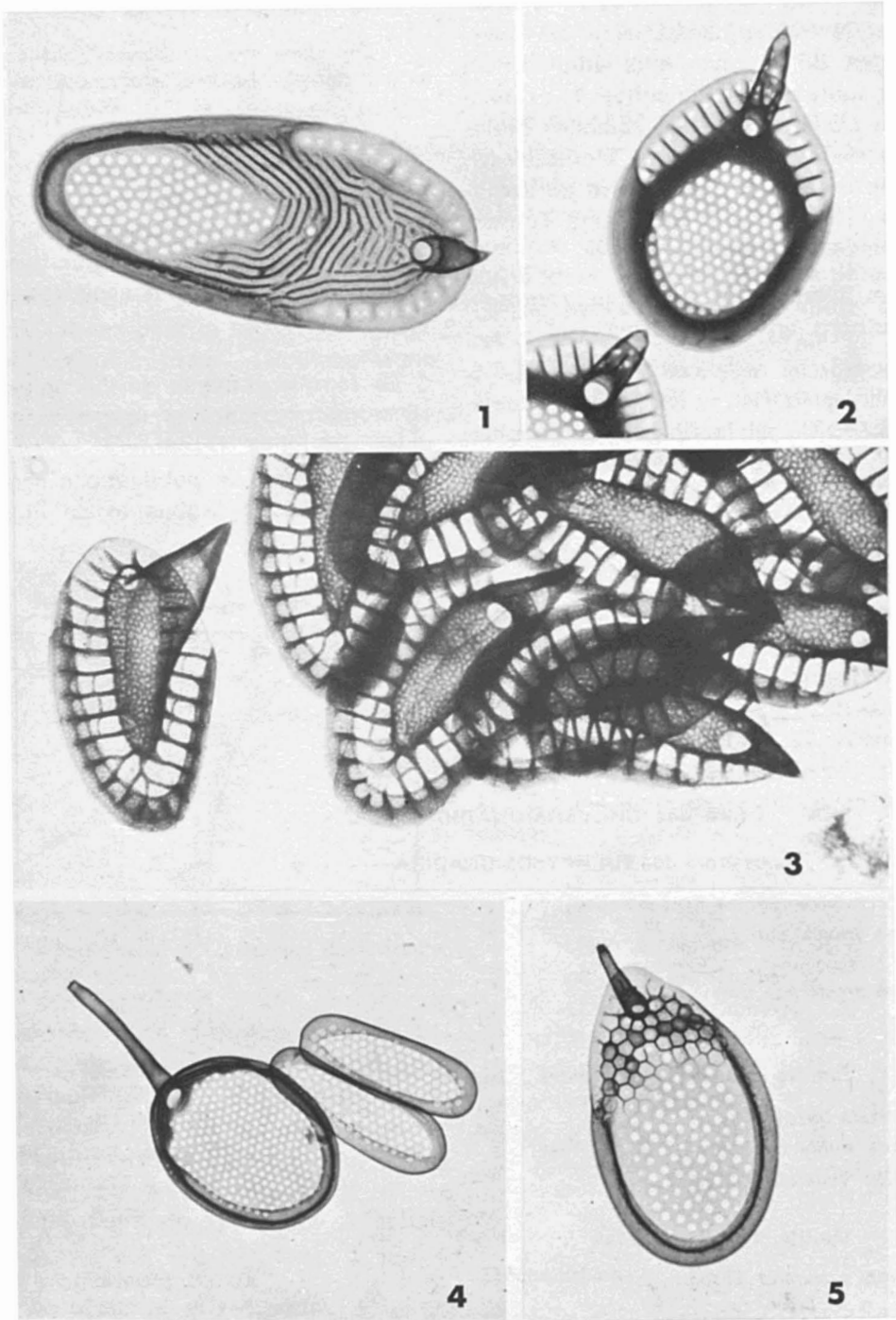


PLANCHE I: Figure 1. *Synura echinulata* Korsch, (écaille basale, $\times 11\ 000$). Figure 2. *Synura echinulata* Korsch, (écaille apicale, $\times 11\ 000$). Figure 3. *Synura petersenii* Korsch, ($\times 9\ 000$). Figure 4. *Synura sphagnicola* Korsch, (2 types d'écailles, $\times 7\ 200$). Figure 5. *Synura spinosa* Korsch, ($\times 6\ 600$).

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abondance
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i> (Brumth.) Bachm.	LCW	C
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	LC (plancton) LT (plancton)	TC C
<i>Epipyxis ramosa</i> (Laut.) Hilliard et Asmund	LT	AC
famille des <i>Synuridae</i>		
<i>Mallomonopsis elliptica</i> Matvienko	LII	C
<i>Mallomonas fastigata</i> Zach. var. <i>Kriegeri</i> , Bourrelly	plancton L. G.	C
<i>Mallomonas hamata</i> Asmund	LCW	R
<i>Mallomonas papillosa</i> Harris et Bradley	LCW	AC
<i>Mallomonas reginae</i> Teiling	plancton L.C.	C
<i>Mallomonas striata</i> Asmund	LII	R
<i>Mallomonas insignis</i> Penard	LCW, LII, LI	AC
<i>Mallomonas calceolus</i> Bradley	LII	R
<i>Mallomonas acaroides</i> Perty	LC, LCW, LII	R
<i>Synura uvella</i> Korsch.	LCW, LII, LI	AC
<i>Synura sphagnicola</i> Korsch.	LCW	C
<i>Synura spinosa</i> Korsch.	LCW	C
<i>Synura peterseni</i> Korsch.	LC, LCW, LII, LI	TC
<i>Synura echinulata</i> Korsch., fa. <i>echinulata</i> Asmund	LC, LCW, LII, LI	TC
<i>Catenochrysis hispida</i> (Phill.) Perman	LCW	R
<i>Chrysodidymus synuroideus</i> Prowse	LCW	AC
<i>Chrysosphaerella conradi</i> Bourrelly	LII	AC
<i>Chrysosphaerella multispina</i> Bradley	LII	TC
famille des <i>Dérépyxididae</i>		
<i>Rhipidodendron huxleyi</i> Kent	LCW, LIII, LII	AC
<i>Spongomonas uvella</i> Stein	LII	AC
Ordre des DINOFLAGELLIDA		
Sous-ordre des DINIFERINA		
famille des <i>Gymnodiniidae</i>		
<i>Gymnodinium fuscum</i> Stein	LI LIII LCW P4	AC R TC
<i>Gymnodinium aeruginosum</i> Stein	LCW P4	R
<i>Gymnodinium neglectum</i> (Schilling) Lindem.	LCW	AC
famille des <i>Peridiniidae</i>		
<i>Cleistoperidinium</i> groupe <i>willei</i> :		
<i>P. willei</i> fa. <i>sphaericum</i> Lindem.	LCW P4	AC

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abondance
<i>Cleistoperidinium</i> groupe <i>cinctum</i> :		
<i>P. cinctum</i> fa. <i>tuberosum</i> (Meunier) Lindem.	LII, LIII	TC
<i>P. cinctum</i> fa. <i>angulatum</i> , Lindem.	LII	C
<i>P. cinctum</i> fa. <i>irregulatum</i> , Lindem.	LT	C
<i>P. cinctum</i> fa. 2-3' <i>complexum</i> Lefèvre	LT	AC
<i>P. gatunense</i> Nygaard		
<i>Properidinium</i> groupe <i>Umbonatum</i> :		
<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemm.	LCW P4	C
<i>P. africanum</i> Lemm.	LCW P4	AC
<i>P. umbonatum</i> tab. <i>contactum</i> (var. <i>inequale</i> (Lemm.) Lefèvre	LCW P4	C
<i>Properidinium</i> groupe <i>Allorgei</i> :		
<i>Peridinium wisconsinense</i> Eddy	LCW	TC
famille des Hemidiniidae		
<i>Hemidinium nasutum</i> Stein	LII	C
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Schrank.	LC (plancton)	TC
<i>Ceratium carolinianum</i> (Bailey) Jorgens	LT (plancton)	C
Ordre des CRYPTOMONADIDA		
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	plancton LCW	C
<i>Chilomonas paramecium</i> Bütschli	LCW P2	TC
Ordre des CHLOROMONADIDA		
<i>Gonyostomum semen</i> Diesing	LI, LII, LCW P4, P1	C TC
<i>Vacuolaria virescens</i> Cienkowski	LCW P4, LII	AC
Ordre des EUGLENIDA		
Sous-ordre des EUGLENINA		
famille des Eutreptiidae		
<i>Distigma proteus</i> Ehrbg.	LII, LCW	R
<i>Distigma sennii</i> Pringsheim	LII	R
famille des Euglenidae		
* Genre <i>Euglena</i> sous-genre <i>Rigidae</i> :		
<i>E. acus</i> Ehrbg.	LCW	C
<i>E. acus longissima</i> Deflandre	LCW P4	AC
<i>E. acus hyalina</i> Klebs	LII	R
<i>E. spirogyra</i> Ehrbg.	LII, LCW P4	C
<i>E. fusca</i> (Klebs) Lemm.	LII	C

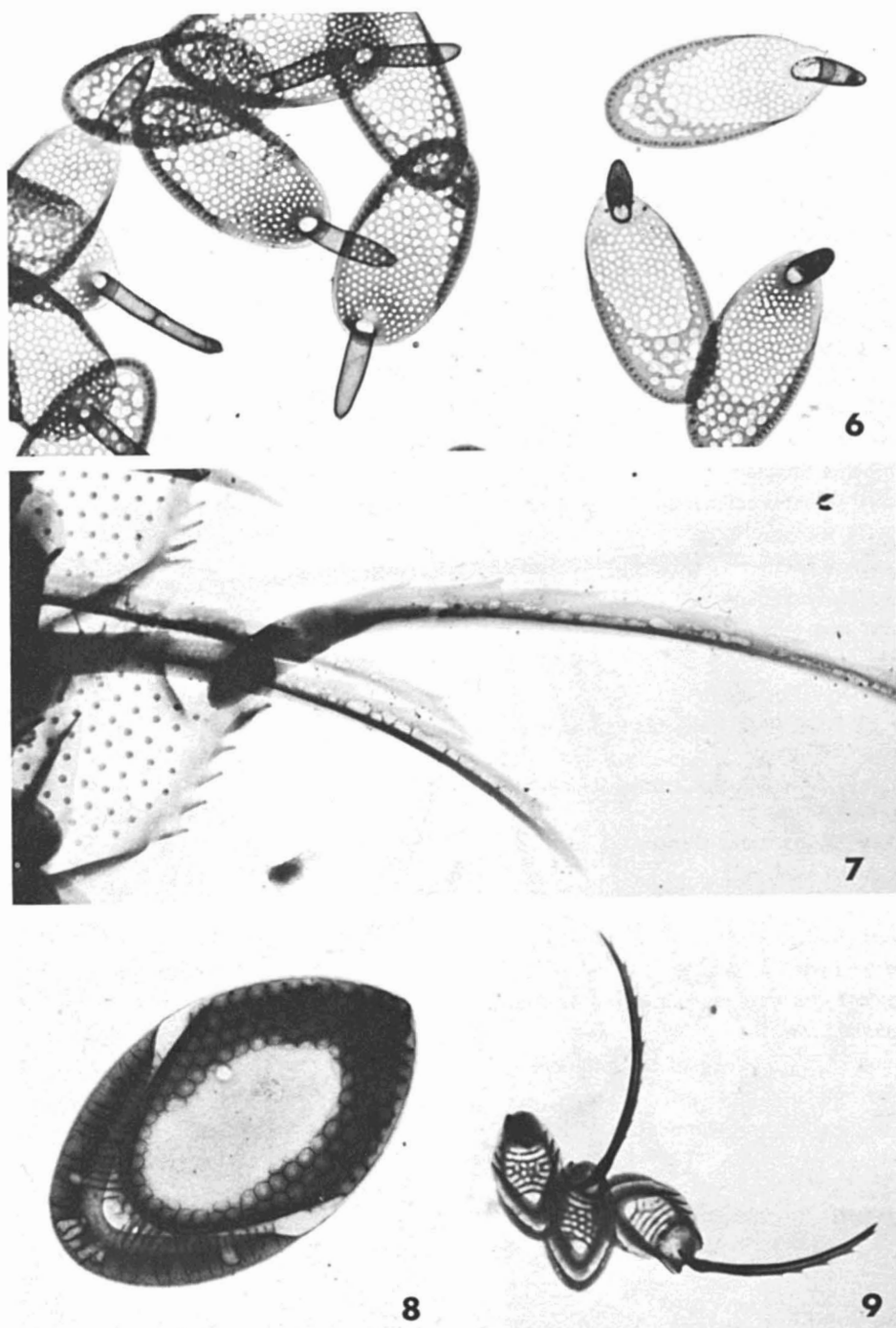


PLANCHE II : Figure 6. *Chrysodidymus synuroideus* Prowse, ($\times 9\ 000$). Figure 7. *Mallomonas papillosa*, Harris et Bradley, ($\times 9\ 000$). Figure 8. *Mallomonas insignis* Penard, ($\times 6\ 000$). Figure 9. *Mallomonas striata* Asmund, ($\times 3\ 000$).

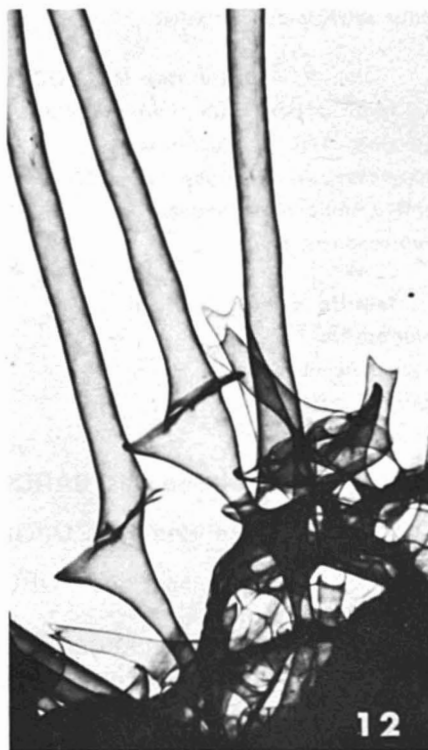
Liste des espèces	Lieux de récolte	Abon- dance
* Genre <i>Euglena</i> sous-genre <i>Catilliferae</i> : <i>E. pisciformis</i> Kleber	LCW	AC
* Genre <i>Euglena</i> sous-genre <i>Stelliferae</i> : <i>E. sanguinea</i> Ehrbg.	LII, LCW P4	C
<i>E. splendens</i> Dang.	LII	AC
* Genre <i>Euglena</i> sous-genre <i>Euglena</i> : <i>E. chadefaudii</i> Bourrelly	LCW P4	C
* Genre <i>Euglena</i> sous-genre <i>Serpentes</i> : <i>E. tatica</i> Skuja	LII, LCW P4	AC
<i>E. adhaerens</i> Maty	LCW P4	AC
* Genre <i>Lepocinclis</i> <i>L. ovum</i> (Ehrbg. Lemm.)	LCW P4, LII	AC
* Genre <i>Phacus</i> section <i>Phacus</i> : <i>Phacus longicauda</i> (Ehrbg.) Duj.	LII, LCW	C
<i>P. tortus</i> (Lemm.) Sku.	LCW P4	C
<i>P. acuminatus</i> Stokes	LCW P4	C
<i>P. inflexus</i> (Kiss) Pochmann	LCW P4	R
<i>P. gigas</i> Da Cunha	LCW P4	C
<i>P. pleuronectes</i> (O.F.M.) Dujardin	LII	R
<i>P. helicoïdes</i> Pochmann	LCW P4	TR
<i>P. lefevrei</i> Bourrelly	LCW P4	AC
<i>P. spiralis</i> Hall et Jahn	LII	R
<i>P. tropidonotus</i> Pochmann	LII	R
* Genre <i>Phacus</i> section <i>Akanthopeltis</i> : <i>P. suecicus</i> Lemm.	LII	AC
* Genre <i>Trachelomonas</i> section <i>Trachelomonas</i> : <i>Tr. volvocina</i> Ehrbg.	LCW P4, LII	C
<i>Tr. hispida</i> fa. <i>punctata</i> Deflandre	LCW P4	AC
<i>Tr. raciborskii</i> Wol.	LCW P4	R
<i>Tr. kellogii</i> Sku	LCW P4	AC
<i>Tr. zingeri</i> , Roll.	LCW P4	R
<i>Tr. superba</i> Swir.	LCW P4, LII	AC
<i>Tr. megalacantha</i> var. <i>crenulaticollis</i> Bourrelly	LCW P4	AC
<i>Tr. mirabilis</i> Swir.	LII	R
<i>Tr. armata</i> fa. <i>pseudolongispina</i> Deflandre	LCW P4, LII	C
<i>Tr. lemmermannii</i> Wolz	LII	R
<i>Tr. lemmermannii</i> var. <i>acuminata</i> Deflandre	LII	R
* Genre <i>Astasia</i> : <i>Astasia comma</i> Pringsheim	LII	AC
<i>Astasia harrisii</i> Pringsheim	LG	AC
Sous-genre <i>Cyclidiopsis</i> : <i>Cyclidiopsis acus</i> Korsch.	LCW P2	C
* Genre <i>Menoïdium</i> : <i>Menoïdium falcatum</i> Zach.	LCW P1 et 4, LII	AC
<i>Menoïdium pellucidum</i> Perty	LCW P1 et 4, LII	AC



10



11



12

PLANCHE III : Figure 10. *Mallomonas elliptica*. Matvienko, ($\times 6\ 000$). Figure 11. *Mallomonas reginae* Teiling, ($\times 8\ 000$). Figure 12. *Chrysosphaerella multispina* Bradley, ($\times 4\ 500$).

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abon- dance
* Genre <i>Rhabdomonas</i> :		
<i>Rhabdomonas costata</i> (Korsch.) Pringsheim	LIII, LCW	R
* Genre <i>Gyropaigue</i> :		
<i>Gyropaigue kosmos</i> Skuja	LII	R
Sous-ordre des PERANEMINA		
famille des <i>Peranemidae</i>		
<i>Peranema trichophorum</i> (Ehrbg.) Stein	LII, LCW P1, 2 et 4, LIII	C
<i>Peranema cuneatum</i> Playfair	LCW	
<i>Heteronema acus</i> (Ehrbg.) Stein	LII	AC
<i>Heteronema klebsii</i> Senn.	LCW	R
<i>Heteronema nebulosum</i> (Duj.) Klebs	LCW	AC
<i>Anisonema dimorphum</i> Skuja	LCW P1 et 4, LII	AC
<i>Anisonema acinus</i> Dujardin	LII	AC
<i>Anisonema</i> sp. (espèce nouvelle ?)	LCW P4	AC
<i>Entosiphon sulcatum</i> (Duj.) Stein	LII, LCW P1	AC
famille des <i>Petalomonadidae</i>		
<i>Petalomonas steinii</i> Klebs	LCW	AC
<i>Petalomonas sphagnophila</i> Christen	LG	AC
<i>Calycimonas physaloïdes</i> Christen	LCW P4	AC
Ordre des VOLVOCIDA		
famille des <i>Chlamydomonadidae</i>		
<i>Chlamydomonas</i> s/g. <i>Amphichloris</i>	LCW P4	C
<i>Chlamydomonas pseudopertusa</i> Ett.	LCW P4	C
<i>Chlorogonium elongatum</i> Dangeard	LII	R
<i>Carteria abiscoensis</i> Skuja	LCW P4	TC
famille des <i>Volvocidae</i>		
<i>Gonium formosum</i> Pascher	LCW P4, LII	TC
<i>Eudorina elegans</i> Ehrbg	LCW P4, LII	TC
<i>Pandorina morum</i> (Müller) Borg.	LCW P4, LII	TC
Super classe des SARCODINA		
Classe des RHIZOPODEA		
Sous-classe des LOBOSIA		
Ordre des ARCELLINIDA		
Super famille des <i>Arcellacea</i>		
famille des <i>Microcoryciidae</i>		
<i>Diplochlamys fragilis</i> Penard	C, E, F	AC
<i>Diplochlamys timida</i> Penard	A, B, C, D, E, F.	TC

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abondance
famille des <i>Arcellidae</i>		
<i>Arcella arenaria</i> Greeff	A	R
<i>Arcella catinus</i> Penard	A, B.	AC
<i>Arcella gibbosa</i> Penard	A	TR
famille des <i>Centropxyidae</i>		
<i>Bullinularia indica</i> Penard	C, D, E, F	C
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehr.) Stein	A, B.	AC
<i>Centropyxis aculeata</i> var. <i>oblonga</i> Deflandre	A	TR
<i>Centropyxis aerophila</i> Deflandre	B, C, E, F	AC
<i>Centropyxis aculeata</i> var. <i>sphagnicola</i> Deflandre	A, B, D, E, F	R
<i>Centropyxis cassis</i> (Wallich) Deflandre	A, B, C, F	AC
<i>Centropyxis constricta</i> (Ehr.) Penard	A, D, E, F	R
<i>Centropyxis constricta</i> var. <i>minima</i> Decloître	A, C, F	C
<i>Centropyxis deflandriana</i> Bonnet	F	TR
<i>Centropyxis ecornis</i> (Ehr.) Leidy	A, B	AC
<i>Centropyxis elongata</i> Thomas	B, C, E, F	R
<i>Centropyxis globulosa</i> (Bonnet et Thomas) Bonnet et Thomas	E, F	AC
<i>Centropyxis orbicularis</i> Deflandre	B, E, F	C
<i>Centropyxis platystoma</i> (Penard) Deflandre	A	TR
<i>Centropyxis platystoma</i> var. <i>armata</i> Deflandre	A	TR
<i>Centropyxis sylvatica</i> (Deflandre) Thomas	C, E, F	C
<i>Centropyxis sylvatica</i> var. <i>minor</i> Bonnet et Thomas	A, B, C, D, E, F	C
<i>Centropyxis vandeli</i> Bonnet	F	R
<i>Cyclopyxis ambigua</i> Bonnet et Thomas	D, E, F	C
<i>Cyclopyxis eurystoma</i> Deflandre	F	R
<i>Cyclopyxis eurystoma</i> var. <i>parvula</i> Bonnet et Thomas	B, C, D, E, F	C
<i>Cyclopyxis gigantea</i> Bartos	E, F	TR
<i>Cyclopyxis kahli</i> Deflandre	A, D, E, F	C
<i>Cyclopyxis puteus</i> Thomas	E, F	AC
<i>Trigonopyxis arcuata</i> (Leidy) Penard	A, B, C, D, E, F	TC
famille des <i>Distomatopyxidae</i>		
<i>Distomatopyxis couillardi</i> Bonnet	E, F	AC
famille des <i>Plagiopyxidae</i>		
<i>Plagiopyxis callida</i> Penard	E, F	R
<i>Plagiopyxis callida</i> var. <i>pusilla</i> Bonnet	F	TR
<i>Plagiopyxis declivis</i> Thomas	B, C, D, E, F	TC
<i>Plagiopyxis intermedia</i> Bonnet	F	TR
<i>Plagiopyxis labiata</i> Penard	F	AC
<i>Plagiopyxis minuta</i> Bonnet	C, E, F	AC



13



14



15

PLANCHE IV : Figure 13. *Distomatopyxis couillardii* Bonnet. Vue face orale; sole ventrale et diaphragme. Figure 14. Coupe optique de *Distomatopyxis* montrant l'invagination du vestibule buccal. Des brides relient ce dernier à la paroi dorsale de la thèque. Figure 15. *Puytoracia bergeri* Bonnet. Face orale, mise au point sur le revêtement.

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abon- dance
famille des <i>Hyalospheniidae</i>		
<i>Heleopera penardi</i> Bonnet et Thomas	B	TR
<i>Heleopera petricola</i> Leidy	A, B	TR
<i>Heleopera petricola</i> var. <i>major</i> Cash	A, B	TR
<i>Heleopera picta</i> Leidy	A, B	AC
<i>Heleopera rosea</i> Penard	A, B, E, F	AC
<i>Heleopera sylvatica</i> Penard	A, C, E, F	AC
<i>Hyalosphenia elegans</i> Leidy	A, B, D	AC
<i>Hyalosphenia papilio</i> Leidy	A, B	AC
<i>Hyalosphenia subflava</i> Cash	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Lesquereusia epistomium</i> Penard	LCW	AC
<i>Lesquereusia spiralis</i> (Ehr.) Butschli	LCW	AC
<i>Nebela bigibbosa</i> Penard	A	TR
<i>Nebela bohémica</i> Taranek	A, E, F	AC
<i>Nebela carinata</i> (Archer) Leidy	A	TR
<i>Nebela caudata</i> Leidy	A	TR
<i>Nebela dentistoma</i> Penard	A, B, C, E	AC
<i>Nebela griseola</i> Penard	A, E	AC
<i>Nebela lageniformis</i> Penard	A, B, C, E, F	AC
<i>Nebela marginata</i> Penard	A	TR
<i>Nebela militaris</i> Penard	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Nebela parvula</i> Cash	B, C, D, E, F	TC
<i>Nebela penardiana</i> Deflandre	A, B	R
<i>Nebela retorta</i> (Leidy) Stepanek	B, F	R
<i>Nebela tenella</i> Penard	A, F	R
<i>Nebela tincta</i> (Leidy) Awerinzew	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Nebela tincta</i> var. <i>major</i> Deflandre	F	TR
<i>Nebela tubulata</i> Brown	A, E, F	AC
<i>Nebela tubulata</i> var. <i>spatha</i> Thomas	C, E	TR
<i>Nebela tubulosa</i> Penard	B, E	TR
<i>Quadrulella quadrigera</i> (Wailles) Deflandre	A	TR
<i>Quadrulella symmetrica</i> (Wallich) Schulze	A, B, E	R
<i>Quadrulella symmetrica</i> var. <i>longicollis</i> Taranek	A	TR
famille des <i>Diffugiidae</i>		
<i>Diffugia bacilliarum</i> Perty	LCW	AC
<i>Diffugia bacillifera</i> Penard	LCW	AC
<i>Diffugia oblonga</i> Ehrenberg	A	TR
<i>Pontigulasia bryophila</i> Penard	E	TR
Super famille des <i>Cryptodiffugiacea</i>		
famille des <i>Cryptodiffugiidae</i>		
<i>Diffugiella oviformis</i> var. <i>fusca</i> Bonnet et Thomas	A, B, D, F	C

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abon- dance
famille des <i>Phryganellidae</i>		
<i>Phryganella acropodia</i> (H. et L.) Hopkinson	A, B, C, D E, F	C
<i>Phryganella nidulus</i> Penard	A, B.	TR
Sous-classe des FILOSIA		
Ordre des GROMIIDA		
Super famille des <i>Gromiaceae</i>		
famille des <i>Gromiidae</i>		
<i>Pseudodifflugia gracilis</i> var. <i>terricola</i> Bonnet et Thomas	D, E, F	C
famille des <i>Amphitremidae</i>		
<i>Amphitrema stenostoma</i> Nusslin	A	TR
<i>Amphitrema whrightianum</i> Archer	A	TR
<i>Ditrema flavum</i> (Archer) Penard	A, B, D	AC
Super famille des <i>Euglyphaceae</i>		
famille des <i>Euglyphidae</i>		
<i>Assulina muscorum</i> Greeff	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Assulina seminulum</i> (Ehr.) Leidy	A, E, F	AC
<i>Corythion delamarei</i> Bonnet et Thomas	A, E, F	AC
<i>Corythion dubium</i> Taranek	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Corythion dubium</i> var. <i>aerophila</i> Decloître	A, F	AC
<i>Corythion dubium</i> var. <i>orbicularis</i> Penard	F	TR
<i>Corythion pulchellum</i> Penard	E, F	R
<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehr.) Perty	A	TR
<i>Euglypha ciliata</i> (Ehr.) Leidy	A, B, E, F	C
<i>Euglypha ciliata</i> f. <i>glabra</i> Wailes	E, F	R
<i>Euglypha compressa</i> Carter	A, C, D, E, F	TC
<i>Euglypha compressa</i> f. <i>glabra</i> Wailes	A, D, E, F	AC
<i>Euglypha compressa</i> Carter	A	TR
<i>Euglypha cristata</i> Leidy	A, C, E	AC
<i>Euglypha cristata</i> f. <i>decora</i> Jung	E	TR
<i>Euglypha cuspidata</i> Bonnet	A, B, C, D E, F	TC
<i>Euglypha cuspidata</i> Bonnet, (petite forme)	D	TR
<i>Euglypha denticulata</i> Brown	A, B, D, F	C
<i>Euglypha dolioliformis</i> Bonnet	C, F	R
<i>Euglypha filifera</i> Penard	A, C	TR
<i>Euglypha laevis</i> Perty	E, F	TR

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abon- dance
<i>Euglypha rotunda</i> Wailes	A, B, C, E, F	C
<i>Euglypha strigosa</i> (Ehr.) Leidy	A, B, C, E, F	C
<i>Euglypha strigosa</i> f. <i>glabra</i> Wailes	F	TR
<i>Euglypha tuberculata</i> Dujardin	A, B, C, E	AC
<i>Euglyphidion enigmaticum</i> Bonnet	C, D, E, F	C
<i>Placocysta glabra</i> Penard	A, B	AC
<i>Placocysta glabra</i> var. <i>minima</i> Decloître	A	TR
<i>Placocysta lapponum</i> Penard	B	TR
<i>Placocysta spinosa</i> (Carter) Leidy	A	R
<i>Placocysta spinosa</i> var. <i>setigera</i> Wailes	A	TR
<i>Puytoracia bergeri</i> , Bonnet	E	TR
<i>Sphenoderia fissirostris</i> Penard	A	TR
<i>Tracheleuglypha acolla</i> Bonnet et Thomas	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Trinema complanatum</i> Penard	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Trinema enchelys</i> (Ehr.) Leidy	A, B, C, D, E, F	TC
<i>Trinema enchelys</i> (Ehr.) Leidy (forme étroite)	C, F	R
<i>Trinema galeata</i> (Penard) Jung	A, B, E, F	AC
<i>Trinema grande</i> Golemansky	A, E, F	AC
<i>Trinema lineare</i> Penard	A, B, D, E, F	C
famille des <i>Cyphoderiidae</i>		
<i>Cyphoderia ampulla</i> (Ehr.) Leidy	A	TR

Sous-embanchement des CILIOPHORA

Classe des CILIATEA

Sous-classe des HOLOTRICHIA

Ordre des GYMNOSTOMATIDA

Sous-ordre des RHABDOPHORINA

famille des *Holophryidae*

<i>Prorodon taeniatus</i> Blochmann	LIII, LCW P1, P2, LII	R C, R, C
<i>Prorodon teres</i> Ehrbg.	LCW P1, LIII, LIV	AC, R R
<i>Prorodon ovum</i> Ehrbg.-Kahl.	LCW P1	C
<i>Pithothorax</i> sp. nov.	L IV	C
<i>Enchelyodon fusidens</i> Kahl.	LCW, P1, P2, LII	C, C,
<i>Lagynophrya simplex</i> Kahl.	LCW P1	R
<i>Lacrymaria olor</i> O.F. Müller	LCW P1	R
<i>Lacrymaria pupula</i> O.F. Müller	LCW P2, LII	C, R

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abon- dance
famille des <i>Didiniidae</i>		
<i>Didinium nasutum</i> O.F. Müller	LCW P1	R
<i>Didinium balbiani</i> Fabre-Dom.	LCW P1	C
famille des <i>Spathidiidae</i>		
<i>Spathidium amporiforme</i> Greef	LIV	R
famille des <i>Colepidae</i>		
<i>Coleps elongatus</i> Ehrbg.	LCW P1	R
<i>Coleps hirtus</i> var. <i>minor</i> Kahl	LCW P1	C
<i>Coleps incurvus</i> Ehrbg.	LII	R
<i>Coleps octospinus</i> Noland	LCW P1, P2 LII, LIII, LIV	TC, R TC, R, R
famille des <i>Amphileptidae</i>		
<i>Hemiophrys procera</i> Penard	LCW P1	R
<i>Lionotus fasciola</i> Ehrb. Wrzeseniowski	LCW P2	C
<i>Loxophyllum niemeccense</i> (Stein)	LCW P2	R
<i>Loxophyllum uninucleatum</i> Kahl	LCW P2	R
<i>Loxophyllum multinucleatum</i> Kahl	LCW P2	R
famille des <i>Tracheiidae</i>		
<i>Dileptus anser</i> (O.F. Müller)	LCW P1, P3 LCW P2, LII, LIV	TC, R C, C, R
<i>Dileptus monilatus</i> (Stokes)	LCW P2	R
<i>Dileptus cygnus</i> (Clap. et Lachm.)	LCW P1	AC
<i>Trachelius ovum</i> Ehrenberg	LCW P1	C
<i>Trachelius trachelioides</i> (Maskell)	LCW P2	R
<i>Paradileptus flagellatus</i> (Rousselet)	LCW P1	C
famille des <i>Loxodidae</i>		
<i>Loxodes rostrum</i> (O.F. Müller)	LCW P1, P2, L. III	R, R, R
<i>Loxodes vorax</i> Stokes (?)	LCW P1, P2	R, C
<i>Loxodes striatus</i> (Engelmann)	LCW P1, P2, L. II	R, TC, R
<i>Loxodes magnus</i> Stokes	LCW P2	R
Sous-ordre des CYRTOPHORINA		
famille des <i>Nassulidae</i>		
<i>Nassula ornata</i> Ehrbg.	L. II	R
famille des <i>Microthoracidae</i>		
<i>Drepanomonas dentata</i> Fresenius	LCW 1, L. II	C, TC
<i>Microthorax costatus</i> Kahl	L. II	C
<i>Microthorax pusillus</i> Engelmann	L. IV	R
Ordre des TRICHOSTOMATIDA		
famille des <i>Plagiopylidae</i>		
<i>Plagiopyla nasuta</i> Stein	LCW 1	R

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abon- dance
Ordre des HYMENOSTOMATIDA		
Sous-ordre des TETRAHYMENINA		
famille des <i>Tetrahymenidae</i>		
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrbg.	LCW P1	C
<i>Loxocephalus luridus</i> Smith	L. IV	C
Sous-ordre des PENICULINA		
famille des <i>Frontonidae</i>		
<i>Frontonia atra</i> Ehrbg.	L. III LCW P1, L. II	TC C, C.
<i>Frontonia depressa</i> (Stokes)	L. IV	R
<i>Frontonia leucas</i> Ehrbg.	LCW P1 et P2	C, TC
<i>Frontonia canadensis</i> (Roque et de Puytorac)	LCW P2, L. II	C, C.
<i>Lembadion lucens</i> (Maskell)	LCW P1, et P3, L. II, L. III	C, (R), C, R
<i>Lembadion magnum</i> (Stokes)	LCW P1, P2, L. II	AC, R, R
<i>Disematostoma tetraedrica</i> (Fauré-Frémiet)	LCW P2	R
famille des <i>Parameciidae</i>		
<i>Paramecium caudatum</i> Ehrbg.	LCW P1, P2	C, C
<i>Paramecium bursaria</i> (Ehrbg.) Focke	LCW P1 L. II P2, P3	TC R R
famille des <i>Urocentridae</i>		
<i>Urocentrum turbo</i> (O.F. Müller)	LCW P1 LCW P2 L. II	C TC C
Sous-ordre des OPHRYOGLENINA		
<i>Ophryoglena atra</i> Liebk	LCW P1	AC
Sous-ordre des PLEURONEMATINA		
famille des <i>Pleuronematidae</i>		
<i>Cyclidium citrullus</i> Cohn	LCW P2	C
Sous-classe des PERITRICHIA		
Ordre des PERITRICHIDA		
Sous-ordre des SESSILINA		
famille des <i>Ophryodiidae</i>		
<i>Ophryidium versatile</i> Müller	L. III	R
<i>Ophryidium boreale</i> Penard	LCW P3	R
famille des <i>Vorticellidae</i>		
<i>Vorticella campanula</i> Ehrbg.	LCW P2, P3	TC
<i>Zoothamnium varians</i> Stiller	L. III	R

Liste des espèces	Lieux de récolte	Abondance
Sous-classe des SPIROTRICHIA		
Ordre des HETEROTRICHIDA		
famille des METOPIDAE		
<i>Metopus spiralis</i> Smith	LCW P1, P2, L. II	R, R, R
<i>Metopus bacillatus</i> Levander	LCW P2	R
<i>Caenomorpha capucina</i> Kahl	LCW P1	R
<i>Bryometopus sphagni</i> (Penard)	L. IV	R
<i>Bryometopus pseudochilodon</i> Kahl	L. IV	R
famille des SPIROSTOMIDAE		
<i>Spirostomum ambiguum</i> Müller-Ehrbg	LCW P2, L. II	C, C
<i>Spirostomum filum</i> (Ehrbg.) Penard	LCW P1, LII	C, AC
<i>Spirostomum minus</i> Roux	LCW P1, P2	C, C
<i>Spirostomum teres</i> Clap. et Lachm.	LCW P1, P2 L. II	C, C, C
<i>Spirostomum</i> sp. nov.	LCW P1, P2	C, C
<i>Spirostomum intermedium</i> Kahl	LCW P1, P2	C, C
<i>Blepharisma elongatum</i> Stokes	LCW P1	C
<i>Blepharisma musculus</i> Penard	LCW P1	R
<i>Blepharisma persicinum</i> Perty	LCW P1	C
<i>Blepharisma</i> sp. nov.	LCW P2	R
famille des Stentoridae		
<i>Climacostomum virens</i> (Ehrbg.)	LCWP1	C, C
<i>Stentor coeruleus</i> Ehrbg.	L. II, L. III, L. IV	C, TC, TC
<i>Stentor polymorphus</i> (Müller) Ehrbg-Stein	LCW P2	R
<i>Stentor amethystinus</i> Leidy	L. I, L. II, L. III	C, C, C
<i>Stentor igneus</i> Ehrbg.	LCW P1	R
<i>Stentor roeseli</i> Ehrbg.	L. III	C
<i>Stentor multififormis</i> (O.F. Müller)	LCW P1	R
	LCW P1, L. II L. III	C, R, TC
famille des Bursariidae		
<i>Bursaridium pseudobursaria</i> Fauré-Fr.	LCW P1	R
Ordre des OLIGOTRICHIDA		
famille des Halteriidae		
<i>Meseres stentor</i> Schuv.	LCW P1, L. IV	AC, R
<i>Halteria grandinella</i> (O.F. Müller)	LCW P1, P2 L. II	AC, R R
<i>Strombidium armatum</i> Bürger	L. III	C
famille des Strobilidiidae		
<i>Strobilidium</i> sp. nov.	L. III	C

Liste des espèces

Lieux de
récolte

Abon-
dance

Ordre des ODONTOSTOMATIDA

famille des *Epalcidae*

Epalxis elliptica LCW P2 R

Ordre des HYPOTRICHIDA

famille des *Oxytrichidae*

Urostyla grandis Ehrbg. LCW P2, P3 R, R
Paruroleptus caudatus Stokes LCW P1, P2 R, R
Keronopsis muscorum Kahl LCW P2, P3 R, R
Keronopsis monilata (Kahl) L. IV R
Histiculus sphagni Stokes L. IV R
Steinia platystoma Ehrbg.-Stein L. IV R
Stylonychia mytilus Ehrbg. LCW P3, P2 R, R

famille des *Euplotidae*

Euplotes patella (Müller) LCW P2, P3 R

Discussion

Les prélèvements ont été trop localisés dans le temps pour que des conclusions puissent être développées et le présent inventaire ne peut être qu'une introduction à des recherches protistologiques dans le nord de Montréal.

Néanmoins, 115 espèces de flagellés, 121 espèces de thécamoebiens et 89 espèces de ciliés ont été répertoriées. Parmi ces 325 espèces, 2 appartiennent à

des genres nouveaux de thécamoebiens : le genre *Puytoracia* Bonnet qu'il est possible de rapprocher des genres *Corythion* et *Trinema*, et le genre *Distomatopyxis* Bonnet qui représente le type d'une famille nouvelle, car l'architecture de la thèque ne peut être rapprochée d'aucun type connu. (figure 2). Bien que la forme extérieure soit sensiblement celle d'une *Cyclopyxis*, la présence d'un squelette buccal complexe confère à la thèque une symétrie bilatérale. De plus, la thèque est divisée en 2 parties : la panse et le vestibule, l'ouverture externe de celui-ci étant obturée en partie par un diaphragme soutenu par le squelette buccal. Ce type de construction dont le résultat, tout comme dans le cas de la cryptostomie, est la dissimulation du pseudostome, est à rapprocher des structures xéromorphes que l'un de nous (Bonnet 1964) a décrites chez les thécamoebiens des sols et des milieux à fortes variations hydriques. (figure 2 et Pl. II).

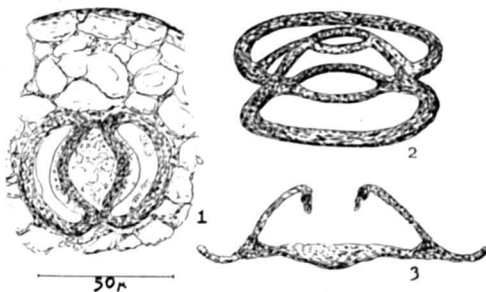


Figure 2. *Distomatopyxis couillardi* Bonnet. 1: face orale montrant le diaphragme soutenu par le squelette buccal ; 2 : schéma du squelette buccal ; 3 : coupe dans le plan de symétrie de la thèque, passant par le diaphragme et le pseudostome.

À part une espèce d'*Anisonema* qui n'a pu être identifiée à aucune autre connue, les espèces de flagellés trouvées sont

pour la plupart banales. Les *Ceratium hirundinella* ont une morphologie non conforme au type. Peut-être s'agit-il d'une variation locale ? En ce qui concerne les ciliés, on retiendra l'abondance d'une *Frontonia* dont la structure buccale et la position du pore excréteur ne correspondent à aucune espèce actuellement décrite du genre, l'existence d'un *Spirostomum*, d'un *Blepharisma*, d'un *Strobilidium*, d'un *Pithothorax* dont les caractéristiques nucléaires interdisent l'identification à des formes connues.

Dans l'ensemble, le peuplement protistologique de la région correspond à ce qui est connu en Europe. Pour les thécamoebiens, ce peuplement est à rapprocher de ce qui est décrit dans les sols forestiers à mor sur roches acides. Cependant, la proportion des espèces du genre *Plagiopyxis*, remarquablement élevée dans ce même faciès, est ici notablement plus réduite. On retrouve les mêmes associations d'espèces qu'en Europe : le faciès « muscinées à teneur en eau variable sur rochers acides » héberge, avec constance l'association à *Bullinularia indica*, *Centropyxis globulosa*. *C. vandeli*, *Diplochlamys timida*, caractéristique en Europe de ce type de biotope.

Quelques espèces de flagellés sont classiques pour l'Amérique du Nord : *Uroglena americana*, *Peridinium wisconsinense*, *Ceratium carolinianum*. Il faut remarquer cependant la présence dans le plancton du lac II de colonies d'*Eusphaerella turfosa*, *chrysophycée* qui n'est connue qu'en Suède, et qui a été récoltée régulièrement à proximité des rochers situés près du débouché du sentier d'accès au lac, mêlée à des colonies de *Synura petersenii*, *Mallomonas insignis*, *Chryso-spherella multispina*.

Comme observations moins générales, on doit retenir que toutes les pièces d'eau prospectées sont acides et beaucoup des espèces récoltées sont caractéristiques de pH peu élevé :

Gonyostomum semen, *Vacuolaria virescens*, *Petalomonas sphagnophila*, *Calycimonas physaloïdes*, *Gyropaigne kosmos*, *Carteria abiscoensis*, *Microthorax pusillus*, *Bryometopus sphagni*, *Climacostomum virescens*, *Histiculus sphagni*, *Steinia platystoma*.

Certaines espèces de flagellés sembleraient plus caractéristiques d'un lac : ainsi, *Ceratium carolinianum* est commun dans le lac Triton, alors que c'est *Ceratium hirundinella* qui abonde au même moment dans le lac Croche, bien que ces deux lacs, situés à quelques dizaines de mètres l'un de l'autre, communiquent entre eux.

Des analogies de conditions écologiques entre le lac II et la station 2 du Cromwell, ressortent de l'examen des listes d'espèces. La station 2 est à une cinquantaine de mètres de l'origine de l'émissaire du lac. La rivière coule à travers un entassement de blocs glaciaires et c'est dans les produits de décomposition des *Sparganium americanum*, le long des rives, que les ciliés sont les plus abondants, de même que dans les infusions des plantes du lac II. Le pH est voisin de 6, avec une teneur en coliformes par 100 ml de 2800. C'est le point d'abondance des *Frontonia*, *Urocentrum*, *Lembadion*, *Loxodes*, *Spirostomum*.

La station 1 du Cromwell est à l'entrée de l'émissaire du lac Thibault. Il faut y distinguer le fond riche en feuilles en voie de décomposition, avec *Coleps octospinus*, *Dileptus anser* et la pleine eau avec les *Utricularia purpurea*, *Nymphaea odonata*, *Nuphar variegatum* où sont *Meseres stentor*, *Frontonia atra*, *Ophryoglena atra*.

Le pH est voisin de 5.5 et la teneur en bactéries environ moitié moindre qu'à la station 2. Le lac II est particulièrement riche en espèces de stentor et le lac IV est très acide et pauvre en ciliés (*Bryo-*

metopus sphagni, *Histiculus sphagni*, *Pythothorax sp.* sont les formes dominantes).

En résumé, de cette première approche de la faune protistologique du comté de Terrebonne, il ressort qu'une étude suivie de l'évolution des espèces dans le temps et en fonction des conditions de milieu qu'il faudrait alors nettement préciser, aurait un intérêt systématique, phylétique, biocénotique et écologique certain.

Références

- ASMUND, B., 1955. Electron microscope observations on *Mallomonas caudata* and some remarks on its occurrence in four Danish ponds. *Bot. Tidsskr.*, 52 : 163-168.
- ASMUND, B., 1956. Electron microscope observations on *Mallomonas* species and remarks on their occurrence in some Danish ponds II. *Bot. Tidsskr.*, 53 : 75-85.
- ASMUND, B., 1959. Electron microscope observations on *Mallomonas* species and remarks on their occurrence in some Danish ponds and lakes III. *Dansk. bot. Ark.*, 18 : 7-50.
- ASMUND, B. and D. K. HILLIARD, 1961. Studies on *Chrysophyceae* from ponds and lakes in Alaska. I. *Mallomonas* species examined with the electron microscope. *Hydrobiologia*, 17 : 237-258.
- ASMUND, B. and D. K. HILLIARD, 1963. Studies on CHRYSOPHYCEAE from ponds and lakes in Alaska. II. Notes on the Genera *Dinobryon*, *Hyalobryon* and *Epipyxis* with descriptions of new species. *Hydrobiol. Hydrograph. Protistol.*, 22 (3-4) : 331-397.
- ASMUND, B. and D. K. HILLIARD, 1965. Studies on *Chrysophyceae* from some ponds and lakes in Alaska. IV. Occurrence of a *Mallomonopsis* species on brackish water. *Hydrobiologia*, 26 : 521-526.
- ASMUND, B. and E. TAKAHASHI, 1969. Studies on *Chrysophyceae* from some ponds and lakes in Alaska. VIII. *Mallomonas* species examined with the electron microscope II. *Hydrobiologia*, 34 : 305-321.
- BARY, B. M., 1950. Four new species of fresh water ciliates from New Zealand. *Zool. Publ. Victoria Univ.*, Coll. 2 : 1-19.
- BHANDARY, A. V., 1962. Taxonomy of genus *Blepharisma*, with special reference to *Blepharisma undulans*. *J. Protozool.*, 9 : 435-442.
- BONNET, L., 1964. Le peuplement thécamoebien des sols. *Revue Ecol. Biol. Sol*, 2 (2) : 123-408.
- BONNET, L., 1965. Le peuplement thécamoebien de la région d'Orodon (Hautes-Pyrénées). I. Quelques aspects de la faune des tourbières. *Annls Limnol.*, 1 (2) : 113-143.
- BONNET, L., 1965. Nouveaux thécamoebiens du sol (V). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 100 (3-4) : 330-332.
- BONNET, L., 1966. Le peuplement thécamoebien de quelques sols du Chili (1). *Protistologica*, 2 (2) : 113-140.
- BONNET, L., 1966. Le peuplement thécamoebien des sols du Gabon (I). *Biol. Gabonica*, 2 (3) : 183-214.
- BONNET, L., 1967. Le peuplement thécamoebien de quelques sols de la République du Congo-Brazzaville. *Cah. ORSTOM sér. Biol.*, 3 : 43-53.
- BONNET, L., 1967. Le peuplement thécamoebien des sols de Grèce. *Biol. Gallo-Hellen*, 1 : 7-26.
- BONNET, L., 1967. Aspects généraux du peuplement thécamoebien édaphique de l'Afrique intertropicale. *Das Publ. Culturels de Campanhia de Diam. de Angola*, 137-176.
- BONNET, L. et R. THOMAS, 1955. Faune terrestre et d'eau douce des Pyrénées-Orientales, f. 5, Thécamoebiens du sol. *Suppl. Vie Milieu*, 103 p.
- BOURRELLY, P., 1957. Recherches sur les chrysophycées. Morphologie, phylogénie, systématique. *Revue algol. Paris*, hors sér. n° 1 : 1-409.
- BOURRELLY, P., 1966. Quelques algues d'eau douce du Canada. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 51 (1) : 56.
- BOURRELLY P., 1966. Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes Boubée et Cie Ed. Paris, 1-511.
- BOURRELLY, P., 1968. Les algues d'eau douce. II. Algues jaunes et brunes. Boubée et Cie Ed. Paris, 1 : 438.
- BOYE PETERSEN, J. and J. B. Hansen, 1956. On the scales of some *Synura* species. *Biol. Med. Dan. Vid. Selsk.*, 23 : 1-27.

- BRADLEY, D. E., 1964. A study of the *Mallomonas*, *Synura* and *Chrysosphaerella* of Northern Iceland. *J. gen. Microbiol.*, G. B., 37 : 321-333.
- BRADLEY, D. E., 1966. Observations on some Crysomonades from Scotland. *J. Protozool.*, 13 : 143-155.
- CHRISTEN, H. R., 1959. New colorless *Eugleninae*. *J. Protozool.*, 6 : 292-303.
- CHRISTEN, H. R., 1962. Neue und wenig bekannte Eugleninen und Volvocalen. *Revue algol.*, 6 : 162-202
- CHRISTEN, H. R., 1963. Zur Taxonomie der farblosen Eugleninen. *Nova Hedwigia*, 4 : 437-464.
- CZAPIK, A., 1968. La famille *Tetrahymanidae* et son importance dans la systématique et l'évolution des Ciliés. *Acta Protozool.*, 5 : 315-357.
- DECLOITRE, L., 1953. Recherches sur les Rhizopodes thécamoebiens d'A. O. F. Thèse Fac. Sc. Marseille, Cowesland id. Cahors, 251 p.
- DECLOITRE, L., 1957. Matériaux pour une faune rhizopodique d'A. O. F. (4e note). *Bull. I.F.A.N.*, 18 A (2) : 377-390.
- DECLOITRE, L., 1959. Thécamoebiens de Madagascar. *Mém. Inst. scient. Madagascar A*, 13 : 1-7.
- DECLOITRE, L., 1961. Matériaux pour une faune thécamoebienne du Maroc. Deuxième note. Thécamoebiens des sols aériens des palmiers de Marrakech. *Bull. Soc. Sci. nat. et phys. Maroc*, 41 (2-3) : 121-136.
- DEFLANDRE, G., 1936. Étude monographique sur le genre *Nebela* Leidy. *Annls Protist.*, 5 : 201-286.
- DINGFELDER, J. H., 1962. Die Ciliaten vorübergehende Gewässer. *Arch. Protistenk.*, 105 : 509-658.
- DRAGESCO, J., 1963. Révision du genre *Dileptus* Dujardin, 1841 (Elliata, Holotr cha) (Systématique, cytologie, biologie). *Bull. biol. Fr. Belg.*, 97 : 103-145.
- DRAGESCO, J., 1965. Ciliés mésopsammiques d'Afrique Noire. *Cah. Biol. mar.*, 6 : 357-399.
- DRAGESCO, J., 1966. Ciliés libres de Thonon et ses environs. *Protistologica*, 2 : 59-95.
- DRAGESCO, J., 1966. Quelques Ciliés libres du Gabon. *Biol. Gabonica*, 1 : 91-117.
- DRAGESCO, J., 1970. Ciliés libres du Cameroun. *Annls Fac. Sci. Yaoundé, Suppl.*, 143 p.
- ETTL VON, H., 1965. Beitrag zur Kenntnis den Morphologie der Gattung *Chlamydomonas* Ehrenberg. *Arch. Protistenk.*, 108 : 271-430.
- FAURE-FREMIET, E., 1924. Contribution à la connaissance des infusoires planctoniques. *Bull. biol. Fr. Belg. Suppl.* 6 : 1-171.
- FOTT, B., 1959. Algenkunde. G. Fischer Iéna, 1-482.
- FOTT, B., 1962. Taxonomy of *Mallomonas* based on electron micrographs of scales. *Presha*, 34 : 69-84.
- FOTT, B., 1966. Elektronenmikroskopischer Nachweis von *Mallomonas* Schappen in Seeablagerungen. *Inst. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 51 : 787-790.
- FOTT, B. and J. LUDVIG, 1957. Die Submikroskopische Struktur der Kieselschuppen bei *Synura* und ihre Bedeutung für die Taxonomie der Gattung. *Preslia*, 29 : 5-16.
- GAUTHIER-LIEVRE, L., 1953. Les genres *Nebela*, *Paraquadrula* et *Pseudonebela* (Rhizopodes testacés) en Afrique. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, 44 : 324-346.
- GAUTHIER-LIÈVRE, L. et R. THOMAS, 1958. Les genres *Diffflugia*, *Pentogoma*, *Maghr bia* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes testacés) en Afrique. *Arch. Protistenk.*, 103 (1-2) : 241-370.
- GAUTHIER-LIÈVRE, L. et R. THOMAS, 1960. Le genre *Cucurbitella* Penard. *Arch. Protistenk.*, 104 (4) : 569-602.
- GIL, R. et J. PEREZ-SILVA, 1964. La infracilliation de *Frontonia acuminata* Ehrenberg. *Microbiologia esp.*, 17 : 69-77.
- GIL, R. et J. PEREZ-SILVA, 1964. La infracilliation de *Frontonia leucas*. *Microbiologia esp.*, 17 : 239-254.
- GIL, R. and J. PEREZ-SILVA, 1964. The infraciliature of *Frontonia depressa* Stokes. *Arch. Protistenk.*, 107 : 363-372.
- GOLEMANSKY, V., 1962. Études sur la faune des Rhizopodes de Guinée forestière. *Rech. Afr.*, 3 : 3-24.
- GOLEMANSKY, V., 1964. Thécamoebiens nouveaux et peu connus. *Acta Protozool.*, 2 (19) : 197-199.

- HARNISCH, O., 1951. Bemerkungen zu meiner Bearbeitung der testaceen Rhizopoden der deutschen limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. Hydrobiol.*, 19 : 627-629.
- HARRIS, K., 1966. The genus *Mallomonopsis*. *J. gen. Microbiol.*, G. B., 42 : 175-
- HARRIS, K. and D. E. BRADLEY, 1956. Electron microscopy of *Synura* scales. *Discovery*, 329-332.
- HARRIS, K. and D. E. BRADLEY, 1957. An examination of the scales and bristles of *Mallomonas* in the electron microscope using carbon replicas. *J. R. microsc. Soc.*, 76 : 37-46.
- HARRIS, K. and D. E. BRADLEY, 1958. Some unusual *Chrysophyceae* studied in the electron microscope. *J. gen. microbiol.*, 18 : 71-83.
- HARRIS, K. and D. E. BRADLEY, 1960. A taxonomic study of *Mallomonas*. *J. gen. Microbiol.*, 22 : 750-777.
- HIRSCHFIELD, H., I. R. ISQUITH and A. VASANTHI BHANDARY, 1965. A proposed organisation of the genus *Blepharisma* Perty and description of four new species. *J. Protozool.*, 12 : 126-146.
- HODGENRAAD, H. R. and A. A. DE GROOT, 1948. Thekamabans mosrhizopods from New-Zealand. *Hydrobiologia*, 1 (1) : 28-44.
- HOOGENRAAD, H. R. and A. A. DE GROOT, 1951. Thekamoebe Mosrhizopoden aus Sudamerika. *Arch. Hydrobiol.*, 45 : 346-366.
- HUBER-PESTALOZZI, G., 1941. Das Phytoplankton des Süßwassers. 2 Teil. Chrysophyceen. Farblose Flagellaten heterokonten, p. 1-365. In *Die Binnengewässer*, A. Thienemann Edit. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G., 1950. Das Phytoplankton des Süßwassers. 3 Teil. Cryptophyceen, Chloromonadinen, Peridineen, p. 1-310. In *Die Binnengewässer*, A. Thienemann Edit. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G., 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers. 4 Teil. Euglenophyceen, p. 1-606. In *Die Binnengewässer*, A. Thienemann Edit. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HUBER-PESTALOZZI, G., 1960. Das Phytoplankton des Süßwassers. 5 Teil. Chlorophyceae, p. 1-744. In *Die Binnengewässer*, A. Thienemann Edit. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- JANKOWSKI, A. W., 1964. Morphology and evolution of *Ciliophora*. III. Diagnosis and phylogenesis of 53 Sapropelebionte, mainly of the order *Heterotrichida*. *Arch. Protistenk.*, 107 : 185-294.
- JANKOWSKI, A. W., 1964. Morphology and evolution of *Ciliophora*. IV. Sapropelebiontes of the family *Loxocephalidae* fam. nov. their taxonomy and evolutionary history. *Acta Protozool.*, 2 : 33-58.
- JUNG, B. W., 1942. Südehilenische Thekamoben. *Arch. Protistenk.* 95 : 253-356.
- KAHL, A., 1930-1935. Urtiere der Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In Dahl F., *Die Tierwelt Deutschlands*, 18 Teil. G. Fisher, Jena.
- KALINA, T., 1969. Submicroscopic structure of Silica scales in some *Mallomonas* and *Mallomonopsis* species. *Preslia*, 41 : 227-228.
- KUFFERATH, H., 1932. Rhizopodes du Congo Belge. *Revue Zool. Bot. afr.*, 23 : 53-60.
- KUFFERATH, H., 1948. Potamoplankton du fleuve Congo, prélevé près de la Nouvelle-Anvers. *Bull. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, 24 (23) : 18 p.
- LEFEVRE, M., 1932. Monographie des espèces d'eau douce du genre *Peridinium*. *Archs Bot. Caen*, 1-210.
- LOPEZ-UCHOTERENA, O., 1966. Ciliados mesosaprobios de Chapultepec. *Rev. Soc. Micr. Hist. nat.*, 26 : 115-247.
- MALDAGUE, M. E., 1958. Relation entre microfaune et microfaune du sol dans la région de Yangambi (Congo Belge). *Agriculture*, 6 (2) : 339-351.
- MASKWELL, W. M., 1887. On the freshwater Infusoria of the Wellington District. *Trav. Proc. N. Z. Inst.*, 19 et 20 : 41-61 et 3-19. (19 : 41-61 et 20 : 3-19).
- NILSSON, J., 1967. On african strain of *Blepharisma japonicum* Suzuki. *C. R. Trav. Lab. Carlsberg*, 36 : 1-24.
- OYE, P. VAN, 1956. La distribution géographique des rhizopodes : nouvelles conceptions de la biogéographie. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.*, 9 (2) : 53-62.

- ROQUE, M., 1961. Recherches sur les infusoires ciliés : les hyménostomes péniciliens. *Bull. biol. Fr. Belg.*, 95 : 431-519.
- STEPANCK, M., 1963. Die Rhizopoden aus Katanga. *Annls Mus. r. Afr. cent.*, sér. Sci. Zool., 117 : 91 p.
- SUZUKI, S., 1954. Taxonomic studies on *Blepharisma undulans* with special reference to the macronuclear variations. *J. Sci. Hiroshima Univ.*, 1 : 205-220.
- SZABO, M., 1934. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Halteria* (Protozoa, Ciliata). *Arb. Ab. Ung. Biol. Forsch. Inst.*, 7 : 95-101.
- SZABO, M., 1935. Neue Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Halteria* (Protozoa, Ciliata). *Arch. Protistenk.*, 86 : 307-317.
- TARTAR, V., 1961. The biology of Stentor. *Pergamon Press*, London, 413 p.
- THOMAS, R. et GAUTHIER-LIEVRE, 1959. Note sur quelques *Euglenidae* d'Afrique. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, 50 : 204-221.
- VILLENEUVE-BRACHON, S., 1940. Recherches sur les ciliés hétérotriches. *Archs Zool. exp.*, 82 : 1-180.
- WAILES, G. H., 1913. Freshwater Rhizopods from North and South America. *J. Linn. Soc.*, 32 : 201-218.
- WANG, D. and NIK, 1935. Report on the rare and new species of freshwater Infusoria (part. II). *Sinensia*, 6 : 399-524.

COMMUNICATION BRÈVE

NOUVELLE CAPTURE DU LAIMARGUE, *SOMNIOSUS MICROCEPHALUS*
(BLOCH ET SCHNEIDER), DANS LE FJORD DU SAGUENAY

Léo BRASSARD

St-Fulgence, Chicoutimi, Québec

et

Don E. McALLISTER

Musée national des sciences naturelles, Ottawa, Ontario

À la fin de mars 1970, M. Raymond-Marie Tremblay du village de St-Fulgence, lors d'une excursion à quelques kilomètres en aval, trouvait un requin échoué sur une rive du Saguenay, emprisonné dans les glaces. Le squalo mesurait environ 3 mètres de longueur (9½ pieds), et il portait une blessure sur le ventre, une entaille d'environ un mètre de long. D'après la position du cadavre sur le haut du rivage, le témoin suppose qu'il s'était échoué à l'automne 1969. Il prélevait les deux mâchoires du requin en espérant « qu'elles seraient un jour utiles à quelqu'un ».

C'est sur la rive nord du Saguenay, dans la baie des Îles, à environ 1 km en aval de l'embouchure de la rivière Pelletier, que M. Tremblay fit cette observation (Position approximative : 48° 25' Lat. Nord, 70° 44' Long. Ouest).

L'examen des deux mâchoires (figure 1) apportait la confirmation de l'identification préliminaire : il s'agissait du laimargue, *Somniosus microcephalus* (Bloch et Schneider, 1801), ou du « Greenland shark ». La formule dentaire est $\overline{34} +$, et la longueur de la mâchoire

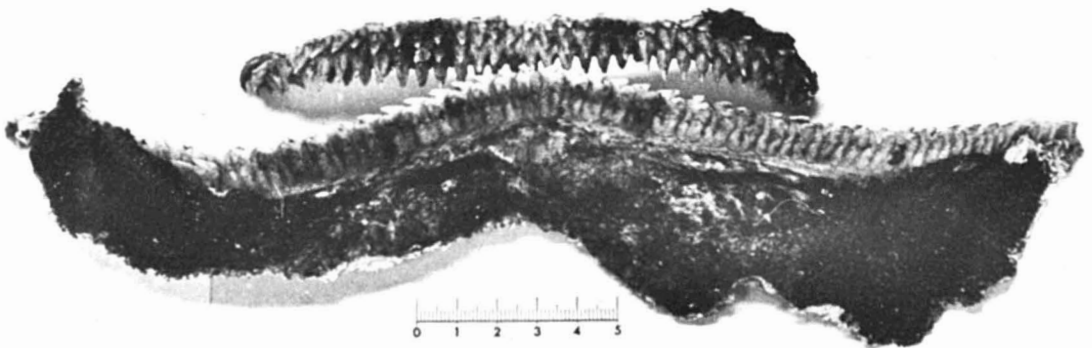
MUSEUM OF NATURAL SCIENCES
OTTAWA, CANADA

Figure 1. Les deux mâchoires du *Somniosus microcephalus* échoué sur un rivage du Saguenay en automne 1969.

inférieure de 27.9 cm (11 pouces). Les dents ventrales sont presque rectangulaires, deux fois plus hautes que larges, unicuspidées, les marges lisses, leurs pointes inclinées vers les coins de la bouche et presque horizontales. Les dents dorsales sont triangulaires, symétriques, avec une crête sur la face externe. Les denticules sur la lèvre inférieure sont pointues, avec une base de forme irrégulière. La mâchoire supérieure est incomplète et le nombre total des dents n'est pas déterminable.

La forme et la dimension des dents, la longueur des mâchoires et la forme des denticules concordent avec la description de Bigelow et Schroeder (1948), ainsi que celle de Templeman (1963). Ces mâchoires sont conservées au Musée national des sciences naturelles, à Ottawa, sous le numéro NMC71-770.

Le laimargue (*Somniosus microcephalus*) avait déjà été trouvé dans les eaux du Saguenay : deux individus s'étaient échoués sur les rivages, l'un à la baie des Îles, le 18 juin 1944, l'autre à St-Fulgence, le 19 septembre 1955 (Drainville et Brassard, 1960). En plus de ces deux observations pour le Saguenay, Templeman (1963) mentionne sept autres captures dans les eaux du Québec, tandis que Bergeron et Legendre

(1970) mentionnent deux autres captures : l'une aux Escoumins en 1936 et l'autre à Godbout en 1943. Si l'on ajoute la présente communication, on obtient un total de douze captures dans nos eaux, dont trois dans le Saguenay.

Nous disons notre reconnaissance à ces personnes du village de St-Fulgence : à Mlle Angèle Tremblay qui nous a mentionné cette observation, à M. Raymond-Marie Tremblay qui nous a fourni la description de même que les mâchoires du requin.

Références

- BERGERON, J. et V. LEGENDRE, 1970. Catalogue des espèces de poissons déposés au Musée de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière (Gaspé-sud) 1932-1969. *Cah. Inf. Serv. Biol. Min. Ind. Comm. Québec*, no 51, p. 27.
- BIGELOW, H. B. and W. C. SCHROEDER, 1948. Sharks. pp. 59-576. In : *Fishes of the Western North Atlantic. Part 1. Mem. Sears Fdn. mar. Res.*, No. 1.
- DRAINVILLE, G. et L. BRASSARD, 1960. Le requin *Somniosus microcephalus* dans la rivière Saguenay. *Naturaliste can.*, 87 : 269-277.
- TEMPLEMAN, W., 1963. Distribution of Sharks in the Canadian Atlantic Waters. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, No. 140, p. 1-77.

REVUE DES LIVRES

CHON-TÔN-PHAN, 1971. *L'éthylène, métabolisme et activité métabolique*. Masson, Paris. 130 p., 27 fig., 12 tab. 16.5 × 21.5 cm. Broché, 65 FF.

Au cours de la dernière décennie, l'éthylène s'est imposé à l'attention d'un grand nombre de chercheurs en physiologie et biochimie végétales, et dans les domaines appliqués tels que l'horticulture, la conservation des fruits et la pollution de l'air.

Cette monographie retrace les étapes de la découverte de l'éthylène, en tant que produit normal et universel du métabolisme des tissus végétaux, et de ses effets physiologiques très nombreux. Les commerçants de bananes avaient remarqué, depuis fort longtemps, que les bananes les plus avancées mûrissaient pendant le transport et accéléraient la maturation des fruits de leur entourage immédiat. De même, les émanations des oranges en entrepôt provoquaient la maturation précoce des bananes entreposées dans le voisinage. Vers 1930, on a découvert l'influence inhibitrice de l'éthylène sur l'élongation des germes de pommes de terre. On a observé aussi qu'en plaçant, sous une même cloche, une pomme et un plant de tomate, les pétioles se courbaient vers le bas par suite d'une croissance plus rapide de leur face supérieure (épinastie). Le test d'épinastie a servi à établir une longue liste de "producteurs d'éthylène": pomme, poire, tomate, banane, melon, avocat, graines de haricot et de pois; fleurs de pivoine et de pissenlit; feuilles de rhubarbe; jeunes pousses d'asperge; etc. En 1954, un chercheur est parvenu à démontrer sans équivoque que le gaz dégagé était l'éthylène, en l'absorbant par le brome et en le transformant ensuite en N-N' diphénylthylènediamine. Au cours des dernières années, grâce à l'utilisation de la chromatographie en phase gazeuse permettant de mesurer des concentrations aussi infimes qu'une fraction de partie par billion dans un échantillon gazeux, l'attention des chercheurs s'est portée sur la production de l'éthylène par les divers tissus et organes des plantes et par des microorganismes pathogènes. Ces recherches ont établi que l'éthylène n'est pas uniquement une hormone de maturation des fruits mais aussi une substance régulatrice de la croissance, de la floraison et de la sénescence des plantes. Les recherches actuelles portent

sur les voies de biosynthèse de l'éthylène et sur ses effets sur les particules subcellulaires, en vue de détecter son site et son mode d'action. À l'heure actuelle, tout est encore énigmatique.

L'auteur, le professeur Chon-Tôn-Phan, s'est acquis une renommée internationale par ses études sur les propriétés biologiques de l'éthylène. Il poursuit actuellement ses travaux à l'Université d'Alberta, après avoir travaillé longtemps en collaboration avec le professeur Ulrich, au Laboratoire de biologie végétale de Bellevue, en France.

Son livre n'est donc pas un résumé « quelconque » de travaux scientifiques, mais une analyse critique, une discussion détaillée et objective. Il est écrit dans un style sobre et précis. Il contient de nombreux tableaux et figures provenant d'articles originaux, des schémas récapitulatifs ainsi qu'une bibliographie d'environ 450 références. Cette monographie offre donc un vif intérêt pour les étudiants, professeurs et chercheurs en biologie végétale fondamentale (biologie moléculaire, physiologie et biochimie) aussi bien qu'appliquée (horticulture, phytopathologie, conservation des fruits). Ils y trouveront, en plus de l'information, une source d'inspiration scientifique, une stimulation à la poursuite « d'une recherche éclairée, animée d'un esprit ouvert, sans préférence, sans passion » (p. 106).

Henri P. THERRIEN

*Département de phytotechnie
Université Laval, Québec*

ROSOWSKI, J.R., and PARKER, B.C. (éditeurs), 1971. *Selected papers in Phycology*. The Department of Botany, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska. xxv + 876 p. 28.5 × 22 cm. Relié, \$9.95.

Cette impressionnante sélection de travaux phycologiques couvre, pour ce qui est de plus de 80% du volume, six sections thématiques: écologie et taxonomie (15 articles), morphologie et cycles vitaux (17), ultrastructures (12), cytologie, génétique et évolution (15), physiologie et biochimie (17). Pour chacune de ces

sections, un auteur nous offre une présentation originale où il intègre chacun de ces travaux dans une vue d'ensemble de cette sphère particulière d'activité, et ajoute à cette présentation une bibliographie propre à cette section. Ces six sections thématiques forment ainsi un ensemble très cohérent, et la sélection de publications faite par les éditeurs s'avère très heureuse. Seulement trois des travaux présentés sont antérieurs à 1964, ce qui démontre bien le souci d'actualité des éditeurs. Dans le même sens, il faut apprécier le fait que, pour une trentaine de travaux, leurs auteurs ont ajouté des commentaires et un supplément bibliographique qui rehaussent la qualité de ces publications. En plus de contenir ces publications généralement très pertinentes, chacune des sections est présentée par un chercheur très au fait dans cette sphère particulière, où chacun des articles est intégré dans un rapide survol de ce champ d'activité. En plus, après cette présentation, on retrouve une bibliographie propre à ce secteur.

À la suite de ces articles fondamentaux, nous retrouvons une partie originale qui consiste en une série de bibliographies propres à 9 divisions d'algues. En moyenne, ces bibliographies contiennent 75 titres sélectionnés avec soin, — si j'en juge par celle des phéophycées que je connais mieux —, par des chercheurs plus particulièrement à l'aise dans chacune de ces divisions.

Le travail se termine par la précieuse liste des cultures disponibles à l'Université d'Indiana et la description de milieux de culture à employer selon les cas, une bibliographie phycologique générale et un glossaire de plus de 450 termes d'usage courant en phycologie. Il faut cependant regretter l'incartade des auteurs — à peine 4 pages, il est vrai — qui nous suggèrent quelques façons d'utiliser « agréablement » ces nouveaux « fruits de mer » ; ce livre en est un de laboratoire, non de cuisine.

En un mot, cette sélection est impressionnante tant par son ampleur que par sa qualité. On pourrait cependant reprocher aux auteurs d'avoir omis une section thématique qui aurait pu couvrir les différents aspects de l'utilisation industrielle des algues, section qui aurait avantageusement remplacé la section « gastronomique ».

Toute personne intéressée à la phycologie se doit de se procurer ce bouquin où elle trouvera une documentation indispensable à très bon compte. En effet, si l'on tient compte du nombre de pages (876), et du fait que ce volume

soit relié — il est d'ailleurs d'une présentation très agréable —, son prix (\$9.95) le rend abordable à tous. C'est une raison de plus de féliciter les éditeurs, J.R. Rosowski et B.C. Parker, de même que le Département de botanique de l'Université du Nebraska, pour cette initiative que nous voudrions voir se renouveler plus souvent.

André CARDINAL

*Département de biologie
Université Laval, Québec*

SAVILE, D.B.O., 1972. *Arctic adaptations in plants*. Can. Dep. Agric., Res. Br., Monogr. n° 6. 81 p. 15 × 23 cm. Cartonné, prix non indiqué.

Ce travail sur l'adaptation des plantes vient s'ajouter à la liste des ouvrages d'intérêt général sur le milieu arctique. L'auteur signale, en préface, que cette monographie est avant tout l'expression de ses observations et idées personnelles. Savile n'a pas l'intention de constituer une encyclopédie ; au contraire, il estime qu'un travail définitif sur les adaptations en climat arctique n'est pas encore disponible.

La flore arctique est jeune et provient vraisemblablement d'éléments alpins et tempérés. Telles que nous les retrouvons actuellement, les conditions écologiques arctiques existent depuis le début du Pléistocène. Au cours d'une aussi brève période, la flore arctique n'a pas pu se différencier sensiblement des flores méridionales. En conséquence, les adaptations morphologiques ne sont pas très différentes de celles des espèces alpines et tempérées froides. C'est au niveau des adaptations physiologiques qu'apparaissent des différences importantes. Cependant, il est encore prématuré d'établir des comparaisons, à cause d'un manque de données de base.

L'auteur revise successivement le groupe des phanérogames et celui des cryptogames. Il aborde la résistance des plantes au froid en exploitant plusieurs aspects de la survivance en hiver et en été. Quelques pages sont consacrées au rôle de la neige sur la survivance des plantes pendant l'hiver et constituent, avec la partie réservée à la dispersion des diaspores, une des sections les plus originales de l'ouvrage.

Le mécanisme de résistance au froid pendant la saison de croissance n'est pas encore connu. Il est évident que les plantes arctiques bien

adaptées aux gels fréquents doivent être davantage étudiées, ce qui permettrait peut être de mieux comprendre la résistance au froid des espèces tempérées. D'un autre côté, les adaptations aux faibles températures sont variées ; certaines semblent contrôlées génétiquement, telle que la taille des individus. Savile réserve plusieurs paragraphes sur la reproduction en milieu arctique, ce qui l'amène à discuter des implications génétiques autant chez les plantes à fleurs que chez les fungi. Les systèmes de reproduction des espèces arctiques tendent à augmenter l'uniformité génétique, notamment par l'intermédiaire de la reproduction végétative et l'autofécondation.

Le tableau présenté par Savile est vaste et se caractérise par cet effort valable de ne pas négliger le groupe des plantes cryptogamiques, lequel est souvent oublié dans les travaux de ce genre. L'expérience personnelle de l'auteur est fortement soulignée par l'importance accordée aux fungi par rapport aux bryophytes, lichens, algues et cryptogames vasculaires. Tout au long du texte nous pouvons apprécier les qualités d'observateur de Savile ; certaines affirmations méritent d'être vérifiées et certaines idées peuvent servir de guide pour de futures recherches sur l'adaptation des plantes en climat froid. D'un autre côté, nous ne pouvons demeurer indifférent au manque de données écologiques et à l'absence d'approche géographique face aux problèmes de l'adaptation des espèces végétales dans l'immense zone arctique. Cet ouvrage est intéressant pour celui qui désire avoir une connaissance générale sur les aspects écologiques et physiologiques des espèces arctiques.

Serge PAYETTE

*Département de phytotechnie
et Centre des études nordiques
Université Laval, Québec*

TURK, A., TURK, J., WITTES, J.T., 1972. *Ecology, Pollution, Environment*. W.B. Saunders, Philadelphia. ix + 217 p., ill. 14 × 22.5 cm. Broché, \$4.10.

Ce petit livre s'adresse aux étudiants débutants. Il ne requière aucune formation particulière. Il introduit le lecteur dans deux aspects touchant l'environnement : aspect scientifique et aspect social. La matière est divisée entre 10 chapitres intitulés : introduction à l'écologie, environnement agricole, pesticides, déchets radioactifs, pollution de l'air, pollution de l'eau,

déchets solides, croissance de la population humaine, pollution thermique, bruit. Une série de problèmes et de solutions mathématiques, ainsi qu'une liste annotée de références bibliographiques terminent chaque chapitre. S'ajoute à cela, en annexe, des informations sur les unités de mesure et des formules chimiques. Enfin, un index des matières clôture le volume que nous recommandons à ceux qui, sans une formation préalable, veulent acquérir, à bon marché, des connaissances autres que journalistiques sur l'écologie, l'environnement et la pollution.

Miroslav M. GRANDTNER

*Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec*

MITCHELL, R., (éditeur), 1972. *Water Pollution Microbiology*. Wiley Interscience (John Wiley and Sons), New York. x + 416 p., 31 tab., 70 fig. 15 × 22.8 cm. Relié, \$19.50.

Pendant les dernières décades, les aspects microbiens de la pollution et de l'écologie ont attiré de plus en plus d'intérêt ce qui s'est traduit par une augmentation de la recherche scientifique dans les mêmes domaines. Plusieurs volumes ont déjà paru sur les sujets, cependant *Water Pollution Microbiology* édité par Ralph Mitchell est une découverte agréable. L'éditeur doit être félicité pour le choix des contributeurs qui sont tous des biologistes ou des ingénieurs réputés. Tous les chapitres sont bien écrits, dans un style clair, les illustrations sont vives et la documentation suffisante. Tout ceci rend facile la lecture de l'ouvrage et tient aisément l'esprit du lecteur en éveil.

Après un chapitre d'introduction où l'éditeur montre les rapports entre les disciplines diverses on trouve six parties distinctes. La première traite des effets de la pollution inorganique, du phosphore et de l'azote, et elle constitue une revue excellente de la biologie des microbes présents dans les eaux d'écoulement acides des mines. La deuxième partie qui comprend environ le quart de l'ouvrage est consacré aux altérations provoquées par les polluants organiques. Un chapitre unique traite des microbes pathogènes associés aux eaux-vennes et de leur transmission et constitue la troisième division de l'ouvrage.

Les aspects écologiques de la pollution sont traités dans les deux chapitres de la quatrième section. La méthodologie de la pollution d'eau est évaluée de façon critique dans la cinquième

section, et la dernière partie comprend deux chapitres sur les aspects microbiens du traitement des eaux de déchets.

En lisant ce livre, on est satisfait de la quantité d'informations qu'on y rencontre et de la façon dont elle est présentée. Chaque sujet est au point et ne devrait pas être suranné avant longtemps. On regrette cependant les proportions réduites de l'index des sujets et on souhaiterait trouver un index des auteurs. Ce livre est à recommander à tous ceux qui s'intéressent à la pollution de l'eau. Quant aux étudiants et aux chercheurs dans ce champ d'écologie microbienne, ils tireraient un grand profit de ce livre.

Marvin SILVER

Département de biochimie
Université Laval, Québec

WILSON, E. O., 1971. *The Insect Societies*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 548 p., plus de 250 fig. 21 × 25 cm. Relié, \$22.00.

Depuis quelque vingt-cinq ans, l'étude des différents groupes d'insectes sociaux s'est développée de façon remarquable dans presque toutes les disciplines biologiques. Il faut souligner en particulier les progrès accomplis en systématique, en écologie, en physiologie et en éthologie. Par exemple, les mécanismes biochimiques et la description des organes qui les supportent constituent aujourd'hui un ensemble solide qui explique une bonne partie du comportement social de ces animaux. La systématique des Formicidae a commencé d'émerger de l'ornière où elle était plongée grâce aux travaux de certains myrmécologistes américains et de leurs étudiants. Par ailleurs, le nombre d'articles scientifiques concernant ces animaux a atteint un niveau quasi incontrôlable. Wilson mentionne qu'il en existe plus de 12,000 pour la seule famille des Formicidae ! Aussi, faire le point des connaissances actuelles sur les sociétés d'insectes constituait un défi imposant pour un seul homme. Le professeur E.O. Wilson, de l'Université Harvard, a relevé ce défi avec succès dans son livre *The Insect Societies*.

Les groupes traités sont les guêpes et les abeilles sociales, les fourmis et les termites. Un chapitre concerne les insectes présociaux. Au total, le volume comprend 22 chapitres qui couvrent tous les secteurs importants concernant l'étude des insectes sociaux, dont la gé-

nétique des populations, le développement des colonies, les organes des sens, les moyens de communication et le développement des castes. On décèle que l'auteur est d'abord un spécialiste des Formicidae, car la présentation de cette famille s'avère une synthèse remarquable. Les autres groupes sont abordés également avec maîtrise, mais les données paraissent parfois plus schématiques, probablement parce que ces groupes sont moins bien connus que les fourmis.

Le premier chapitre souligne l'importance de ces animaux dans la nature et le deuxième présente une classification des degrés de sociabilité. Cette dernière, bien qu'utile, repose sur un critère plutôt artificiel, le chevauchement des générations. Plusieurs auteurs considèrent la séparation des tâches au cours des différentes phases de la reproduction comme une base plus valable. Les quatre chapitres suivants décrivent respectivement les guêpes sociales, les fourmis, les abeilles sociales et les termites. Évidemment, il ne s'agit pas ici d'une relation complète de tous les faits connus sur toutes les espèces, mais d'un résumé de l'histoire naturelle de ces insectes à l'aide de nombreux exemples, judicieusement choisis dans l'ensemble. Chez les fourmis, la sous-famille des Formicidae paraît trop négligée. La différenciation des castes, processus qui aboutit à la formation de femelles généralement stériles (ouvrières), de femelles fonctionnelles (reines) et de mâles, est discutée dans trois chapitres. Ce sujet encore controversé demeure en fait insuffisamment approfondi dans le champ des connaissances. L'auteur résume les différents travaux effectués dans le but de mieux comprendre la mécanique de ce phénomène important au point de vue phylogénie.

Ce qui rend les insectes sociaux fascinants, c'est le fait justement d'être sociaux ; cela signifie vivre comme une société où les individus peuvent communiquer entre eux et accomplir des tâches différentes et complémentaires. Les liens qui unissent les individus, dont le nombre peut varier de quelques dizaines à plus d'un million au sein d'une colonie, leur permettent d'accomplir des performances surprenantes. Aussi, les huit chapitres qui exposent les différents aspects de l'éthologie et des moyens de communication de ces animaux forment-ils la section la plus substantielle, la plus originale et la plus riche du volume de Wilson. Une place importante est accordée à la théorie de William D. Hamilton sur l'origine génétique du comportement. Suivent deux chapitres sur les divers Arthropodes vivant avec les insectes so-

ciaux. Le chapitre sur le développement des colonies en fonction de la dynamique des populations constitue non seulement une tranche fondamentale du volume, mais aussi une nouveauté en tant que tout cohérent. Enfin, le dernier chapitre qui s'avère en quelque sorte tourné vers l'avenir contient des discussions ayant des perspectives très larges ; il s'agit d'une sorte de plaidoyer pour la reconnaissance de la sociobiologie.

Le volume de Wilson se révèle un ouvrage hautement scientifique. Il permet de sortir définitivement les Insectes sociaux de toute espèce d'anthropomorphisme, ainsi que de l'imprécision et du romantisme qui ont encombré ou qui encombre encore de nos jours l'étude de ces animaux. Plusieurs phénomènes et faits décrits jusqu'ici de façon trop imprécise et même erronée sont présentés de façon plus conforme à la vérité scientifique. Par ailleurs, l'auteur prend position sur plusieurs questions et problèmes qui suscitent des affrontements dans les discussions actuelles. Il soutient par exemple que les grandes ressemblances qui rapprochent les termites des Hyménoptères sociaux, deux lignées phylogénétiques d'origine différentes, signifient qu'il existe des limites ou des contraintes intrinsèques dans la structure du cerveau des insectes.

Le texte est écrit dans une langue limpide, parfois fleurie. Un glossaire assez complet explique la signification des termes techniques et des termes généraux utilisés dans un sens particulier. Le non-spécialiste peut donc s'y retrouver facilement. Les illustrations et les photographies possèdent une qualité impeccable et constante. Une bibliographie et un index complets accompagnent le texte comme il se doit. On peut affirmer sans crainte que *The Insect Societies* restera pour plusieurs années un volume de référence de base pour celui qui veut connaître les Insectes sociaux. Il sera utile à tous ceux qui s'intéressent à la sociobiologie des animaux (intelligents ou non) : zoologistes, psychophysiologistes, psychologues, sociologues, etc. Il succède facilement au livre de W. M. Wheeler, *The Social Insect*, paru en 1928. Celui qui veut étendre sa culture scientifique se réjouira grandement de lire ce volume qui peut être qualifié de fondamental.

André FRANCOEUR

Section biologie
Université du Québec à Chicoutimi,
Chicoutimi

HITE, J.C. and STEPP, J.M., (éditeurs), 1971. *Coastal zone resource management. Praeger special studies U.S. economic and social development*. Praeger Publ., New York. xxii + 169 p. 16 × 24 cm. Relié, U.S. \$13.50.

L'intérêt récent manifesté pour la qualité de l'environnement a suscité un nombre considérable d'articles traitant des aspects variés des problèmes liés à sa préservation. Les articles et les discussions présentés dans ce volume traitent des sujets reliés au développement d'un système d'aménagement pour les zones côtières.

Le volume est divisé en deux parties. Dans la première, des auteurs racontent les expériences dans la structuration des programmes d'aménagement. Ils décrivent la marche lente et quelquefois frustrante d'une politique d'aménagement faite de compromis et de persévérance au travers de laquelle le gouvernement établit des objectifs et crée des institutions qui appliqueront ses lois. Dans la deuxième partie, des représentants reconnus des disciplines de justice, d'économique, de planification et d'écologie, critiquent et évaluent la politique gouvernementale et montrent comment leur discipline peut contribuer à résoudre les problèmes d'aménagement dans les zones côtières. Les commentaires et suggestions de ces auteurs sont discutés par des jeunes professionnels chacun dans leur discipline. Cette seconde partie comporte quatre chapitres. Le premier chapitre traite de l'expérience de la Baie de San Francisco. E. Jack Schoop y raconte comment on a pu éviter que la baie soit réduite, dans un avenir plus ou moins rapproché, à un simple élargissement de la rivière. Il décrit les buts et les objectifs de la Commission formée pour protéger la Baie, les outils dont la commission disposait pour l'implantation du plan et montre comment on a pu impliquer le public dans l'établissement du plan d'aménagement. Dans le deuxième chapitre, on cite des systèmes d'aménagement à l'étude au niveau Fédéral-État. David A. Adams trace un historique des projets de loi proposés au Congrès pour l'aménagement des zones côtières. Il fait ressortir les problèmes de coordination existant entre le Fédéral et l'État, parle du rôle des agences fédérales et finalement décrit ce qu'un tel projet d'aménagement devrait contenir. Dans le troisième chapitre, Frederick C. Marland décrit les systèmes d'aménagement des zones côtières en considération à l'heure actuelle au niveau des états et des gouvernements locaux et montre les problèmes qui surviennent dû au fait que le

Corps des ingénieurs de l'Armée américaine a juridiction au point de vue remblayage et dragage sur les cours d'eau navigables. Dans le quatrième chapitre, Milton S. Heath jr traite des considérations institutionnelles et légales et montre les avantages et désavantages qui surgiraient si la juridiction de l'aménagement des zones côtières était confiée à l'un ou l'autre des différents paliers du gouvernement et propose un modèle d'aménagement à juridiction multiple. Une analyse de ce modèle est ensuite faite par H. Gary Knight. Le cinquième chapitre développe des considérations économiques qui surviennent lors de l'aménagement des zones côtières. Jack L. Knetsch propose que le prix des terrains près des zones côtières reflète réellement les coûts qui seront encourus par la destruction de l'environnement. Ce coût affecterait le rapport bénéfice-coût des promoteurs et peut-être essaieraient-ils de trouver une alternative où les dommages causés seraient plus faibles. Dans l'esprit de M. Knetsch les coûts seraient imposés par le Fédéral pour éviter que les états ou les régions fassent des concessions pour obtenir des industries. Dans le même chapitre, William A. Ward fait l'analyse de cette approche qu'il considère très intéressante. Cependant il voit trois problèmes : Qui devrait posséder la capacité productive des ressources de

l'environnement, qui supportera réellement les coûts de la réévaluation des terrains et comment une telle approche affectera la distribution géographique des revenus ? Dans le sixième chapitre, Hufschmidt, Knox et Parker traitent d'une politique analytique d'approche à partir de développements alternatifs de stratégies et de modèles économétriques. Dans son analyse de cette approche, John Kissin fait ressortir les dangers de la planification à long terme et explique la nécessité de concevoir des programmes de planification ayant une grande flexibilité. Le septième chapitre définit les considérations écologiques de base des zones côtières, montre les interactions de l'homme et des écosystèmes et propose un système d'aménagement des zones côtières à partir des bases écologiques. Dans le même chapitre Norbert Dee fait une analyse du système d'aménagement proposé par Cooper et soumet une méthode d'évaluation de l'environnement.

Ce volume est très intéressant car il fait ressortir les problèmes juridiques, économiques et écologiques qui surviennent lors de l'aménagement du territoire.

Marc DELAGRAVE

Cardeau Inc., Québec

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

Extrait de la revue *Le naturaliste canadien*, Volumes 93 et 94.

Liste des espèces, variétés, formes et hybrides de plantes vasculaires reconnues comme spontanées au Canada. Une bibliographie pertinente précède chaque genre. L'auteur présente la distribution géographique de chacun des taxons au nord des États-Unis, dans une perspective critique. Les botanistes y trouveront une mine de renseignements de première valeur.

An enumeration of the species, varieties, forms and hybrids known as spontaneous in Canada. Nearly all genera are preceded by an essential bibliography of recent monographs and other main papers relevant to each genus in Canada. Each taxon is followed by an abbreviated summary of its distribution north of the U.S.A. A distinction has been made between verified and unverified distributions and, in the latter case, whether or not justifying collections have been located yet.

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Juillet-Août

N° 4

SOMMAIRE

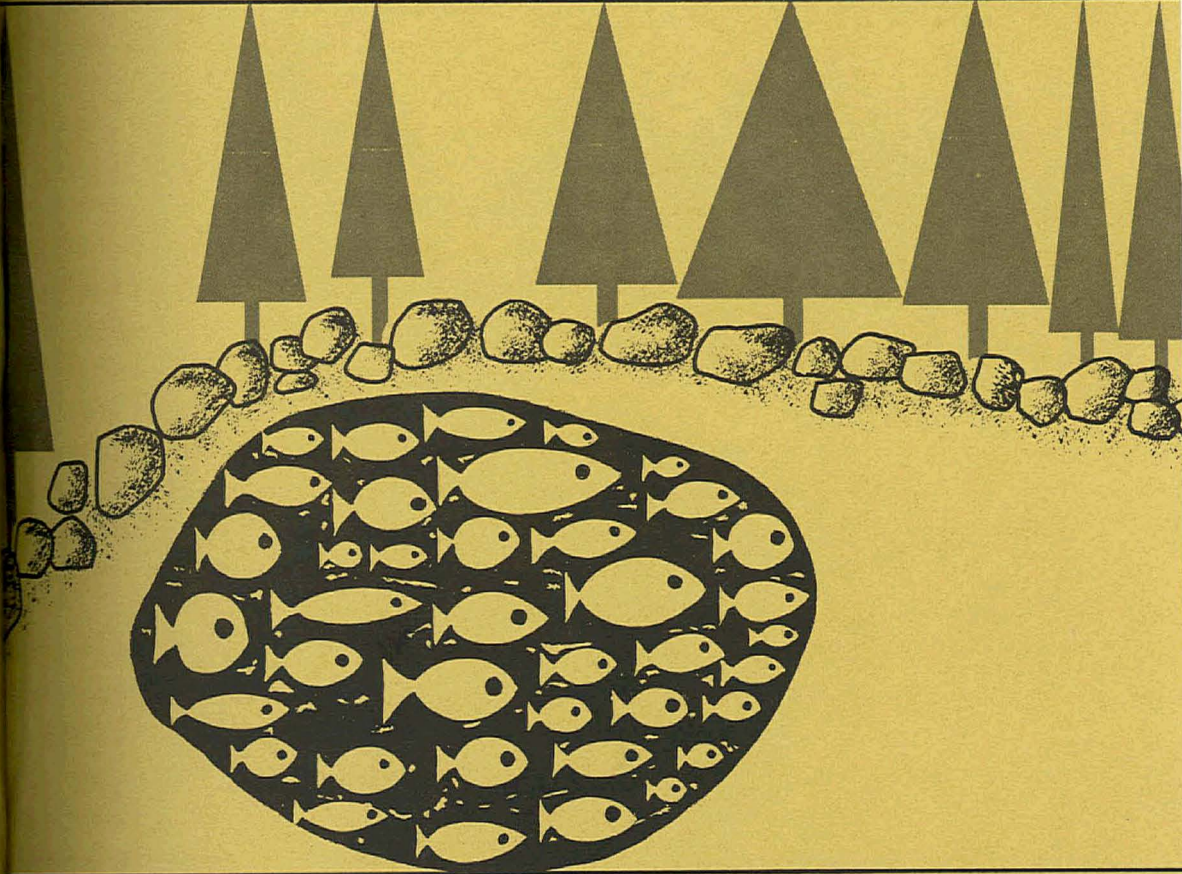
PLATT, Trevor, A. PRAKASH and Brian IRWIN. Phytoplankton nutrients and flushing of inlets on the coast of Nova Scotia	253-261
SOUTH, G. Robin and Robert G. HOOPER. Additions to the benthic marine algal flora of insular Newfoundland, II., With remarks on some species new for southern Labrador	263-270
CITARELLA, Georges. Gradient de pollution dans les eaux du golfe de Marseille	271-278
BOURGET, Edwin et Guy LACROIX. Colonisation et inhibition de la colonisation des Cirripèdes dans l'estuaire du Saint-Laurent	279-285
BRUNEL, Pierre. The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence. III. The daily and seasonal vertical migrations of cod (<i>Gadus morhua</i>) in 1960-62	287-357
LE JEUNE, Roger et Jacques FAUCHER. Liste préliminaire des poissons d'eau douce de la Radissonie orientale	359-365
FORTIN, Réjean et Étienne MAGNIN. Dynamique d'un groupement de perchaudes, <i>Perca flavescens</i> (Mitchill) dans la Grande-Anse de l'île Perrot, au lac Saint-Louis	367-380
BERNARD, Jean-Guy et Robert LAGUEUX. Association planctonique (Cladocères et Copépodes) d'un lac dimictique du parc des Laurentides, Québec	381-409
ROQUE, Madeleine et Pierre De PUYTORAC. <i>Frontonia canadensis</i> sp. nov. (Cilié hyménostome péniculien)	411-416
PUYTORAC, P. de, J. P. MIGNOT, J. GRAIN, C. A. GROLIÈRE, L. BONNET et P. COUILLARD. Premier relevé de certains groupes de protozoaires libres sur le territoire de la station de biologie de l'Université de Montréal (Saint-Hippolyte, comté de Terrebonne, Québec)	417-440
COMMUNICATION BRÈVE	
BRASSARD, Léo et Don E. McALLISTER. Nouvelle capture du laimargue, <i>Somniosus microcephalus</i> (Bloch et Schneider), dans le fjord du Saguenay ..	441-442
REVUE DES LIVRES	443-448



Volume 99,
N° 5,
septembre-octobre 1972

BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

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

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉIQUÉ, *Direction générale de la
conservation, Ministère des
terres et forêts, Québec*

JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie
et du commerce, Québec*

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, *Service de la faune
du Québec*

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 : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le **NATURALISTE CANADIEN** accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agricoles 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 **Secrétariat 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 de l'éducation du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec — Troisième trimestre 1972.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Septembre-Octobre 1972

N° 5

RELATION ENTRE LA CARIE DU BOIS, LES DÉFAUTS EXTÉRIEURS ET DIFFÉRENTS CLONES DU *POPULUS TREMULOIDES* MICHX¹

Gaston LAFLAMME et Marcel LORTIE²

Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval, Québec

Résumé

Le peuplier faux-tremble se régénère naturellement par drageons. Il se forme ainsi des clones dont certains sont plus sensibles à l'action du gel, des insectes ou des champignons. Deux cents arbres ont été étudiés à Ste-Lucie-de-Beauregard et à Duchesnay. L'identification de ces clones s'est effectuée à l'aide de caractères morphologiques. Il existe une relation entre certains défauts (blessures mécaniques ouvertes, fentes et gélivures non cicatrisées, branches mortes) et la présence de carie dans les arbres.

Abstract

Aspen regeneration is made naturally through root suckers hence making up clones; some of which are more susceptible to frost action, insects and fungi. Two hundred trees were examined at Ste-Lucie-de-Beauregard and Duchesnay. Clonal identification has been made through morphological characters. There is relationship between some defects (open mechanical injuries, unhealed bark slits and frost cracks, dead branches) and the presence of decay in trees.

Introduction

Les signes extérieurs, comme des fructifications de champignons sur le tronc d'un arbre ou de nombreux défauts permettent fréquemment de détecter la présence de carie et/ou de coloration dans le bois et même d'en estimer leur étendue. De nombreux travaux (Riley, 1952; Nordin, 1954; Basham, 1958, 1960; Shigo, 1965, 1966, 1967; Davidson et Lortie, 1969; Lavallée et Lortie, 1968; Lortie, 1968) ont montré une relation entre certains défauts et la pré-

sence de carie et/ou coloration à l'intérieur de différentes essences. De plus, Horton et Hendee (1934) et Riley et Bier (1936) ont tenté d'évaluer l'importance d'une colonne de pourriture chez les peupliers faux-trembles (*Populus tremuloides* Michx) en tenant compte de la fréquence et de la grosseur des fructifications de *Fomes igniarius* (L. ex Fr.) Kichx. visibles sur le tronc. Nous nous sommes vite rendu compte que pour une telle étude sur le peuplier faux-tremble, le groupement en clones s'imposait.

La régénération du peuplier faux-tremble ne se fait, en effet, presque exclusivement que par drageonnement (Wright, 1963). Ce mode de régénération asexuée forme alors des groupes de tiges de même génotype communément appelés clones. Afin d'identifier des clones, diverses méthodes peuvent être utilisées.

¹ La réalisation de ce travail a été possible grâce à une subvention annuelle du Service canadien des forêts au Doyen de la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval.

² Adresse actuelle: Directeur régional, Service canadien des forêts, Centre de recherches forestières des Laurentides, C.P. 3800, Québec 10.

De Byle (1964) a identifié les arbres d'un même clone en étudiant le système racinaire. Ce procédé très efficace ne convient pas chez les peuplements âgés où la rupture entre le drageon et la racine-mère a pu se produire. L'utilisation de traceurs dans un arbre et sa détection chez ses voisins (De Byle, 1964 ; Tew, De Byle et Schultz, 1969) a donné des résultats valables du fait surtout que les greffes de racine sont rares chez les peupliers faux-trembles de clones différents (Maini, 1968). Une troisième méthode, basée sur la phénologie et les caractères morphologiques s'avère efficace sans nécessiter la destruction des arbres (Barnes, 1966 ; Zahner et Crawford, 1963 ; Maini, 1968 ; Wall, 1969, 1971).

Matériel et méthode

PEUPELEMENTS ÉTUDIÉS

Les travaux sur le terrain ont été exécutés à Duchesnay, comté de Portneuf, et à Sainte-Lucie-de-Beaugard (réserve de Talon), comté de Montmagny. Dans ce dernier cas, la tremblaie étudiée se situait dans le cycle évolutif de l'*Acereto-Betuletum luteae* (Blouin, 1964).

À Sainte-Lucie, le peuplier faux-tremble constituait des peuplements presque purs et était beaucoup plus abondant qu'à Duchesnay même si quelques arbres avaient été auparavant prélevés. L'âge moyen des arbres (146 arbres) était de 43 (± 5) ans avec des tiges de 59 (± 5) pieds de hauteur, et avec des diamètres à hauteur de poitrine (DHP) variant de 4 à 10 pouces. À Duchesnay, l'âge des arbres étudiés (54) variait de 30 à 60 ans.

IDENTIFICATION DES CLONES

L'identification des clones ne s'est poursuivie qu'à Sainte-Lucie.

À l'intérieur de 4 places d'études de 1/10 acre établies au hasard dans la tremblaie, chacun des peupliers faux-trembles fut numéroté et localisé sur un plan. Grâce à la présence de souches, nous avons aussi noté la position des arbres disparus.

L'identification des clones s'est effectuée en tenant compte de caractères morphologiques : la texture et la couleur de l'écorce et la dimension des branches ont constitué un premier groupe de caractères. En second lieu, un échantillonnage des feuilles à mi-hauteur de cime a permis de montrer des différences de dentelures du limbe (feuilles peu, moyennement et fortement dentées) et des différences dans le mode de jonction du pétiole avec le limbe (jonction décurente, cordée ou horizontale).

À partir de ces divers caractères, nous avons par la suite regroupé les arbres constituant les divers clones.

Grâce à ces deux groupes de caractères, nous avons obtenu des recouplements qui permirent de définir des clones précis. Si en certains cas le regroupement des caractères de l'écorce et de ceux des feuilles ne concordaient pas pour définir un clone, celui-ci se voyait définir à partir des caractères foliaires puisqu'il est reconnu que le seul caractère de l'écorce n'est pas assez consistant (Zahner et Crawford, 1963).

Les caractéristiques des feuilles (fig. 1) et de l'écorce (fig. 2) ont ainsi permis d'identifier 18 clones dans les quatre places d'études. Ces clones étaient constitués de 2 arbres (5 clones), 3 arbres (3 clones), 4 arbres (1 clone), 5 arbres (3 clones), 6 arbres et 7 arbres (2 clones chacun), 10 arbres (1 clone) et 34 arbres (1 clone).

ÉTUDE DES DÉFAUTS

Tous les arbres étudiés ont été abattus et tronçonnés en billes de 4 pieds de

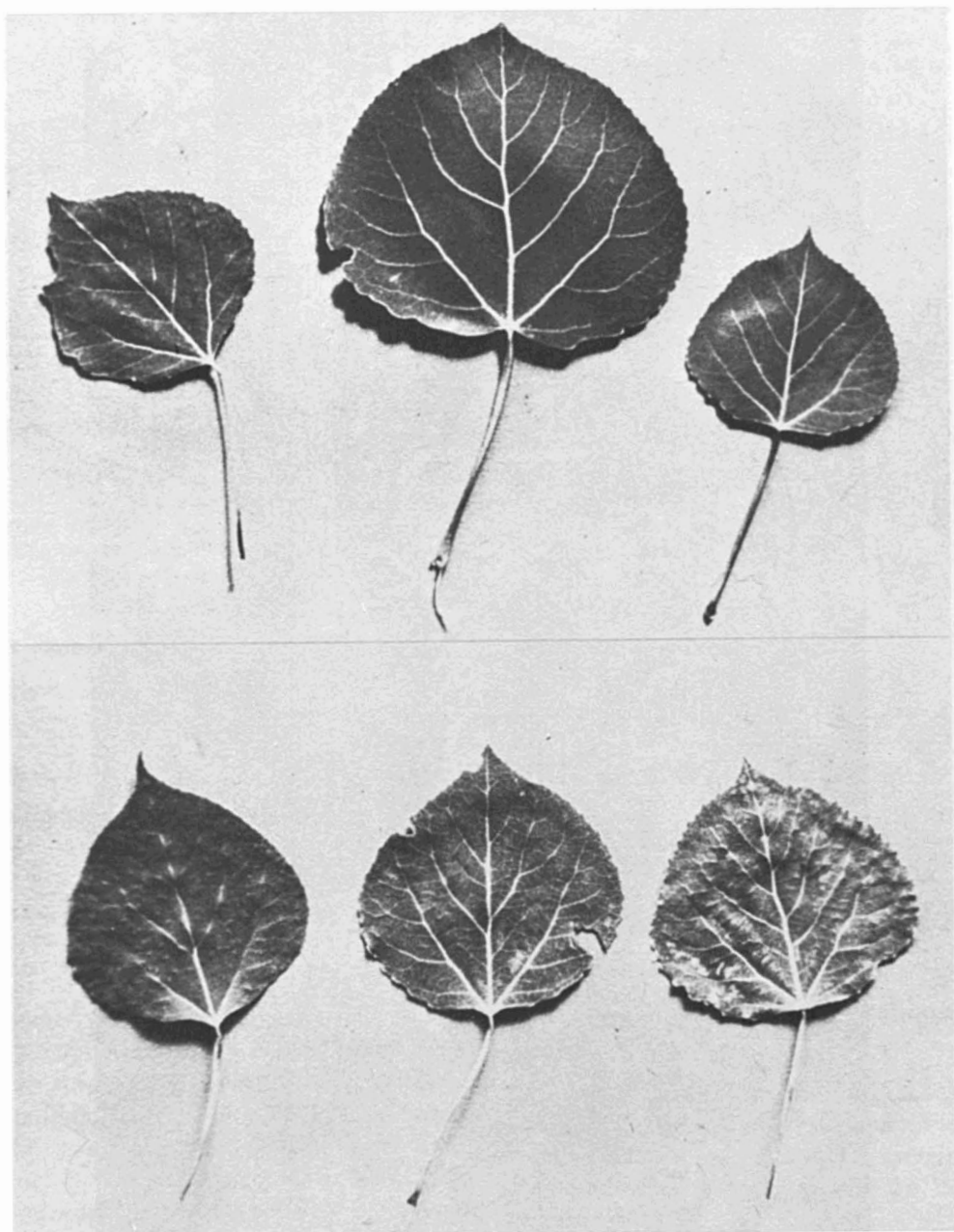


Figure 1. Caractères foliaires du peuplier faux-tremble qui ont permis l'identification de clones. a) divers modes de jonction du limbe au pétiole ; b) diverses formes de dentelure du limbe.



Figure 2. Quatre types de textures de l'écorce du peuplier faux-tremble qui ont permis l'identification de clones.

TABLEAU I

Présence de carie en relation avec le type de défauts rencontrés à Duchesnay et à Sainte-Lucie

Types de défauts	Nombre de défauts	
	total	associés avec carie
Blessures mécaniques cicatrisées	4	1
Blessures mécaniques ouvertes (10 po.car. +)	9	9
Fentes		
0-20 po. car.	2	0
20 + po. car.	1	1
Gélivures cicatrisées		
0-1 pi. longueur	10	1
1 + pi. longueur	16	4
Gélivures ouvertes		
10-20 po. car.	1	0
20 + po. car.	2	2
Branches mortes		
0-1 po. diamètre	23	7
2 + po. diamètres	18	9
1-2 po. diamètre	15	11
Trous d'insectes	40*	9
Noeuds	5	4
Chancres X (de cause inconnue)	15	8
Chancres <i>Hypoxylon</i>	5	3
Fructifications de <i>Fomes igniarius</i>	8	8
Total	174	77

* 31 dans un seul clone

longueur, sauf lorsqu'il y avait un défaut ou un signe sur la tige. À ce moment, les pièces de bois étaient disséquées longitudinalement selon la méthode de Shigo, (1965). Les dimensions des billes et le cas échéant de la colonne de carie et/ou de coloration étaient alors notées ainsi que la porte d'entrée probable de la carie. Les pièces de bois étaient ensuite apportées au laboratoire pour isolation des micro-organismes présents dans le bois. Les informations sur les volumes de bois cariés et les nombreux microorganismes

isolés feront l'objet de publications particulières.

L'identification des défauts s'est effectuée à l'examen des arbres et selon les critères utilisés dans les travaux de Lavallée (1968), Lavallée et Lortie (1968).

Résultats

À partir des observations effectuées tant à Duchesnay qu'à Sainte-Lucie-de-Beauregard, nous pouvons affirmer que la

carie est presque constamment associée à certains signes et défauts, (tableau I). Notons en particulier, les blessures mécaniques ouvertes d'une surface de 10 pouces carrés et plus, et les fentes et les gélivures dont la surface dépasse 20 pouces carrés. La présence de fructifications de *Fomes igniarius* s'accompagne toujours de carie blanche du tronc.

Souvent des défauts secondaires sont venus augmenter la fréquence d'association entre un défaut principal et la carie. Ainsi, les chancre lorsque associés à des gélivures ou à des blessures d'insectes étaient toujours accompagnés de carie.

Parmi les chancres observés, notons le chancre hypoxylonien (*Hypoxylon pruinautum* [Klotzsch] Cke) et un chancre X de cause inconnue dont la forme en cible rappelle le chancre *Nectria*.

Les branches mortes s'avèrent l'une des portes d'entrée de carie les plus fréquentes chez les arbres debout,

Basham (1960) estime qu'elles peuvent être responsables de 90 pour cent des cas de caries. Les nœuds renflés se révèlent aussi des portes d'entrée importantes des caries. Il semble exister une relation entre le diamètre des branches mortes et la carie (tableau I).

La texture de la branche morte semble aussi très importante chez le peuplier faux-tremble. Ainsi, on peut présumer de la présence de carie dans l'arbre d'autant plus que le bois de la branche morte est mou et humide au toucher.

Certains défauts semblent prédominer chez des clones donnés. En ne retenant que les clones de 4 arbres et plus, trois cas ressortent de façon particulière à savoir les clones 1-D, 3-D et 4 (tableau II). Dans le clone 1-D, trois des quatre arbres ont au moins un chancre X. Le clone 3-D présente sur chacune de ses cinq tiges des gélivures à la base et cela sans égard à l'exposition. Cette association entre une susceptibilité plus grande

TABLEAU II

Fréquences des défauts sur les tiges groupées en clones à Sainte-Lucie

Clone	Nombre d'arbres	Nombre de défauts							
		Gélivure		Branches mortes	Noeuds	Trous d'insectes	Chancre Hypoxylon	Chancre X	Fomes igniarius (Fructification)
		ouverte	cicatrisée						
1-A	8	—	—	2	3	1	—	1	1
1-C	6	—	—	2	—	—	—	—	—
1-D	4	—	—	2	—	1	—	3	—
2-A	5	—	—	—	—	—	—	—	1
2-B	10	—	1	3	1	—	1	—	—
2-D	5	—	—	1	—	—	—	—	—
2-E	8	—	1	—	—	—	—	1	1
3-B	6	1	—	1	—	1	1	—	—
3-D	5	—	5	—	—	—	—	—	—
4	34	1	—	18	3	31	1	8	—

des arbres aux gélivures et un clone donné a d'ailleurs été vérifiée à Duchesnay. Trente-et-une des 34 tiges du clone 4 portaient des trous causés par des insectes dont on ne retrouvait que quelques traces de ce défaut dans les autres clones. Par contre, certains clones (1-C et 2-D) en particulier étaient quasiment sains. Divers clones supporteraient donc à des degrés divers l'action de certains agents naturels. De toute évidence cependant les rapports établis dans ce travail-ci ne valent que pour les clones étudiés et il nous est impossible d'affirmer qu'un clone ayant les mêmes caractéristiques qu'un de ceux décrits montrerait les mêmes sensibilités à un agent naturel donné.

Conclusion

Chez le peuplier faux-tremble, comme pour d'autres essences forestières, il existe une relation entre certains défauts ou signes et la présence de carie.

Les défauts les plus importants comme indicateurs de carie sont les blessures mécaniques ouvertes (surface de 10 pouces carrés et plus), et les fentes et gélivures ouvertes (surface de 20 pouces carrés et plus).

Les branches mortes d'un diamètre de 2 pouces et plus et les nœuds renflés sont aussi très fréquemment associés à de la carie dans l'arbre. Lorsque le bois des branches mortes est mou et humide, on peut être certain de la présence de carie dans l'arbre. Et d'une façon générale la probabilité de trouver de la carie dans un arbre augmente avec le nombre de défauts présents sur une même tige, surtout si ceux-ci sont proches l'un de l'autre.

Enfin certains clones sont plus sensibles que d'autres à l'action d'agents naturels tels le gel, les insectes ou les champignons.

Références

- BARNES, B.V., 1966. The clonal growth habit of american aspens. *Ecology*, 47 : 439-447.
- BASHAM, J. T., 1958. Decay of trembling aspen. *Can. J. Bot.*, 36 : 491-505.
- BASHAM, J. T., 1960. Studies in forest pathology XXI. The effects of decay on the production of trembling aspen pulpwood in the Upper Pic Region of Ontario. *Publs Div. Biol. Forest. Min. Agric. Can.*, N° 1060, 25 p.
- BLOUIN, J. L., 1964. Étude des tremblaies du Bas St-Laurent. Thèse de maîtrise, Université Laval, 130 p.
- DAVIDSON, J. G. et M. LORTIE, 1969. Quelques rapports entre des défauts d'arbres feuillus et la présence de bois coloré et carié. *Phytoprotection*, 50 : 68-75.
- DeBYLE, N. V., 1964. Detection of functional intraclonal aspen root connections by tracers and excavation. *Forest Sci.*, 10 : 386-396.
- HORTON, G. S. and C. HENDEE, 1934. A study of rot in aspen on the Chippewa National Forest. *J. For.*, 32 : 493-494.
- LAVALLÉE, A., 1968. Détermination de la qualité de l'érable à sucre d'après les signes apparents de carie. *For. Chron.*, 44 (4) : 5-10.
- LAVALLÉE, A. and M. LORTIE, 1968. Relationships between external features and trunk rot in living yellow birch. *For. Chron.*, 44 (2) : 5-10.
- LORTIE, M., 1968. Quelques défauts indicateurs de carie chez le sapin baumier. *Bull. Fonds Rech. forest., Univ. Laval*, N° 11, 38 p.
- MAINI, J. S., 1968. Silvics and ecology of *Populus* in Canada. *Publs Min. Forêts et Dév. rural Canada*, N° 1205 : 20-69. (Dans J.S. MAINI and J. H. CAYFORD (ed.) *Growth and utilization of poplars in Canada*. 257 p. Publié par le Gouvernement du Canada, Département des Forêts et du Développement Rural.)
- NORDIN, V.J., 1954. Studies in forest pathology. XIII. Decay in sugar maple in the Ottawa-Huron and Algoma extension forest region of Ontario. *Can. J. Bot.*, 32 : 221-258.

- RILEY, C. G., 1952. Studies on forest pathology. IX. *Fomes igniarius* decay of poplar. *Can. J. Bot.*, 30 : 710-734.
- RILEY, C. G. and J. E. BIER, 1936. Extent of decay in poplar as indicated by the presence of sporophores of the fungus *Fomes igniarius*. *For. Chron.*, 12 : 249-253.
- SHIGO, A. L., 1965. The pattern of decays and discolorations in northeastern hardwoods. *Phytopathology*, 55 : 648-652.
- SHIGO, A. L., 1966. Decay and discoloration following logging wounds on northern hardwoods. Northeast. Forest Expt. Sta. Upper Darby. Paper NE-47 : 43 p.
- SHIGO, A. L., 1967. Succession of organisms in discoloration and decay of wood, p. 237-299. In : J. A. Romberger and Pitsa Mikola (ed.) *Int. Rev. Forest Res.*, vol. 2, Academic Press, N. Y., 316 p.
- TEW, R. K., N. V. DeBYLE and J. D. SCHULTZ, 1969. Intraclonal root connections among quaking aspen trees. *Ecology*, 50 : 920-921.
- WALL, R. E., 1969. La répartition de *Fomes igniarius* dans les peupleraies en fonction de la diversité des clones. *Rev. bimestr. recherches*, 25 (2) : 11.
- WALL, R. E., 1971. Variation in decay in aspen stands as affected by their clonal growth pattern. *Can. J. Forest Res.*, 1 : 141-146.
- WRIGHT, J.W., 1963. Aspects génétiques de l'amélioration des arbres forestiers. FAO. Rome, 431 p.
- ZAHNER, R. and N. A. CRAWFORD, 1963. The clonal concept in aspen site relations. p. 229-243. In : C. Youngberg (ed.), *Forest-soil relationships in North America* (North American Forest Soils conference). Oregon State University Press, Corvallis, 532 p.

ÉTUDES SUR LA FLORE DU SAGUENAY

VI. LES LILIACÉES ET LEUR DISTRIBUTION ¹

Richard CAYOUE

Herbier, Service de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de la colonisation du Québec, Complexe scientifique, Parc Colbert-nord, Sainte-Foy, Québec (12e)

Résumé

La flore du Saguenay compte vingt-deux espèces de Liliacées dont quatre sont introduites. L'auteur commente la présence de chacune de ces espèces et délimite leur distribution sur le territoire à l'étude.

Abstract

Twenty-two species of the Liliaceae family are known to occur in the Saguenay region, including four introduced species. The occurrence of each one of these species is noted and its range within the studied area is given.

Introduction

La famille des Liliacées est représentée au Saguenay par vingt-deux espèces, dont quatre sont introduites. L'étude du matériel dans les herbiers et mes prospections sur le terrain me permettent d'établir ce bilan et de préciser la distribution de la plupart des entités connues.

Dans le présent article, chacune des espèces apparaît dans l'ordre systématique de la huitième édition du *Gray's Manual of Botany* (Fernald, 1950) et, sauf indication contraire, je suis également la nomenclature adoptée dans cet ouvrage.

On trouvera une description et une illustration des limites du territoire à l'étude dans un article antérieur de la même série (Cayouette, 1971).

Pour désigner les herbiers consultés, j'utiliserai les sigles proposés par Lan-

jou et Stafleu (1964) en y ajoutant les sigles (SFS) pour l'herbier de l'Université de Sherbrooke et (QFFG) pour celui de la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval.

Liste annotée des espèces

Tofieldia glutinosa (Michx.) Pers. — Espèce calcicole subarctique des tourbières et des rivages. Michaux (1803), en la décrivant sous le nom de *Narthecium glutinosum*, lui donne comme distribution : « a Quebec ad usque lacus Mistassins ». Provancher (1862) l'inclut dans sa *Flore canadienne* mais il ne semble pas avoir eu une connaissance personnelle de la plante car, contrairement à son habitude, il ne cite aucune localité où on l'aurait récoltée au Québec et, de plus, il lui attribue faussement l'habitat suivant : « bois, endroits marécageux ».

¹ Contribution N° 144, Service de la recherche et de l'enseignement, Ministère de l'agriculture et de la colonisation.

Aujourd'hui, on connaît la présence du *T. glutinosa* depuis la rivière Harricana (Dutilly et Lepage, 1951) et le versant

oriental de la baie James (Potter, 1934 ; Dutilly, Lepage et Duman, 1958) à travers la péninsule Québec-Labrador (Hustich, 1951 ; Dutilly, Lepage et Duman, 1958 ; Dutilly et Lepage, 1963). On le retrouve également dans l'archipel de Mingan et à l'île Anticosti (Saint-Cyr, 1886 ; St. John, 1922 ; Rousseau, 1942 ; Marie-Victorin et Rolland-Germain, 1969). Il est aussi présent dans les vallées de la Matapédia (Rousseau, 1931), du Témiscouata (Marie-Victorin, 1916), de la Chaudière (Raymond, 1950) et dans la section estuarienne du Saint-Laurent, depuis la rivière Chaudière vers l'est (Marie-Victorin, 1935 ; Raymond, 1950).

La région du Saguenay étant presque encerclée par cette distribution, on devait s'attendre d'y trouver le *T. glutinosa*. On vient de le récolter dans le COMTÉ DE CHICOUTIMI : lac Gatien, parc des Laurentides, fen à *Larix laricina*, *Carex lasiocarpa*, *Triglochin maritima* ; 9 septembre 1970 ; Robert Gauthier 70-160 ; (QFA).

Zigadenus glaucus Nutt. — Espèce calcicole bien connue autour du golfe du Saint-Laurent, particulièrement dans l'archipel de Mingan, sur la Côte-Nord. En amont, elle est également présente dans le comté de Charlevoix où plusieurs auteurs ont déjà signalé sa présence. Hooker (1840), sous le nom de *Z. chloranthus* Rich., cite une récolte de Mrs. Sheppard à Murray Bay. C'est peut-être la même récolte que Provancher (1862) veut désigner lorsqu'il écrit, sous *Z. glaberrimus* Michx. : « *Malbaie ? Mad. Sheppard* ». Macoun (1886) signale également la plante à Murray Bay, sous le nom de *Z. elegans* Pursh. Campbell (1891) mentionne le *Z. glaucus* à Cap-à-l'Aigle et Marie-Victorin (1929, 1935, 1964) fixe à cette même localité la limite occidentale de l'espèce.

On peut rencontrer le *Z. glaucus* dans tous les secteurs calcaires du comté de Charlevoix sur le littoral du Saint-Laurent. En plus des localités mentionnées antérieurement, la liste des endroits où on l'a récolté comprend encore Baie-Saint-Paul ; 22 juillet 1939 ; A. Gagnon et W. Corriveau ; (QUE) et A. Gagnon 1399 ; (QFS). Gagnon, Corriveau et Morin (1940) ont d'ailleurs déjà cité cette récolte. On le connaît, en plus, de Cap-aux-Oies ; 12 août 1956 ; Cécile Brien ; (QFA) et de Saint-Siméon ; R. Desrosiers 104 ; (MT).

On n'a encore jamais rencontré le *Z. glaucus* le long du Saguenay et « *il semble absent du reste de la Côte-Nord* » (Marie-Victorin, 1929) entre Tadoussac et Mingan. Le manque d'habitat calcaire propice explique vraisemblablement cette absence.

Veratrum viride Ait. — On sait que le *V. viride* est particulièrement commun autour de la ville de Québec. Sur le territoire de la flore du Saguenay, cependant, on n'en connaît que deux stations. L'une à l'extrémité sud-ouest de notre dition (47° 18' N x 70° 34, 0) à Petite-Rivière-Saint-François, comté de Charlevoix ; V. Lavoie 201 ; (MT). L'autre aux confins nord-est du comté de Saguenay, vers 52° 35' de latitude N par 67° 30' de longitude O. On doit à Löve *et al.* (1958) la citation de cette dernière récolte : « *Brown Lake-Ellen Lake area ; G. Johnston 22 ; (MT)* ».

Bowman (1932) a également récolté le *V. viride* près de l'embouchure de la rivière Moisie à la frontière est de notre territoire. Marie-Victorin et Rolland-Germain l'ont trouvé dans le parc des Laurentides, à une centaine de kilomètres au sud de Métabetchouan (Löve *et al.*, 1958), un peu à l'ouest de la présente dition. Raymond (*in* Löve *et al.*, 1958) a publié une carte de distribution de cette

espèce au Québec. On y remarque le vide immense qui sépare les stations les plus septentrionales de celles des environs de la ville de Québec. Il est peu probable qu'une plante aussi facilement décelable aît constamment échappé à l'attention des botanistes qui ont parcouru cette région. Il faut bien admettre son absence.

Uvularia sessilifolia L. — Pour Marie-Victorin (1929, 1935, 1964), les limites nord et est de l'*U. sessilifolia* sont inconnues. Raymond (1950) inclut la plante dans une liste d'espèces qui, selon lui, atteignent leur limite septentrionale dans la vallée de la Matapédia.

Au nord du Saint-Laurent, sur le territoire à l'étude, l'*U. sessilifolia*, comme plusieurs autres espèces de l'érablière laurentienne, ne pénètre pas au-delà de la bordure sud du comté de Charlevoix. Il ne s'y rencontre que dans quelques érablières. COMTÉ DE CHARLEVOIX : L'Abattis : 10 juin 1960 ; V. Lavoie et D. Doyon 12 ; (QUE). Petite-Rivière-Saint-François : 24 juin 1961 ; V. Lavoie et D. Doyon 10 ; (QUE).

Allium Schoenoprasum L. var. *sibiricum* (L.) Hartm. — Cette espèce a une distribution circumboréale. Au nord de notre territoire, on la rencontre depuis Terre-Neuve et la Gaspésie jusqu'à l'Alaska (Fernald, 1950 ; Gleason, 1958). Au sud de notre région, sa présence dans l'estuaire du Saint-Laurent est connue depuis longtemps. En effet, Sheppard (1831) écrivait de cette plante qu'il nommait *A. sibiricum* L. : « *Common on the rocky shores of the St. Lawrence near Quebec* ». Près d'un siècle plus tard, Marie-Victorin (1929) précisera : « *Dans le Québec habite typiquement les grèves estuariennes entre l'île d'Orléans et la Grosse-Isle, les graviers des rivières qui se déchargent dans le golfe Saint-Laurent (Gaspésie, Anticosti)* ». Raymond (1950)

a signalé l'*A. Schoenoprasum* var. *sibiricum* près de Beauceville dans la vallée de la Chaudière, Marie-Victorin (1916) au lac Témiscouata et Rousseau (1931) sur les berges graveleuses de la Matapédia et de la Restigouche.

Comme dans le cas du *Tofieldia glutinosa*, la distribution connue de l'*A. Schoenoprasum* var. *sibiricum* encercle presque le territoire de la flore du Saguenay. On ne l'y connaît cependant encore que d'une seule station située dans le COMTÉ DE CHICOUTIMI : Sainte-Rose-du-Nord, cap à l'Est, parmi les touffes de mousse et de lichen sur les rochers humides, au-delà de la zone des marées ; 29 août 1964 ; L. Brassard, M. Daviault et C. Gariépy ; (QUE).

Hemerocallis fulva L. — Introduit du continent eurasiatique comme plante ornementale, le Lis d'un jour est cultivé au Québec depuis longtemps. Provancher (1862 et 1874) en recommandait la culture il y a déjà plus d'un siècle. Aujourd'hui, bien que sa faveur aît beaucoup diminué, on en trouve encore dans plusieurs parterres. Une fois implanté dans un terrain, il y persiste de nombreuses années, même après l'abandon des lieux. Il réussit également à s'établir dans les lieux vagues où les gens vont parfois déposer les résidus du nettoyage des parterres.

Au Saguenay, on en connaît une station dans le COMTÉ DE ROBERVAL : Val-Jalbert, champ près de l'hôtel ; 20 juillet 1971 ; D. Dubé ; (QFA).

Lilium canadense L. — Marie-Victorin (1929, 1935) écrit que le Lis du Canada est « *généralement absent de tout le nord de la province, sauf peut-être du Témiscamingue* ». Cette remarque paraît exacte car, sur tout le territoire de la flore du Saguenay, on ne l'a encore jamais récolté, sauf à Hébertville, dans le comté de Lac-Saint-Jean : rivage d'un

lac, 25 juillet 1963 ; Yvon Bouchard : (QFA). Malgré que l'habitat signalé sur l'étiquette paraisse tout à fait normal, l'indigénat de cette unique récolte me paraît douteux.

On sait que le Lis du Canada est commun dans les prairies naturelles des grèves estuariennes du Saint-Laurent et de ses tributaires des environs de la ville de Québec (Sheppard, 1831 ; Provancher, 1862 ; Marie-Victorin, 1929, 1935 ; Raymond, 1950). Toutefois, malgré cette abondance toute proche, le *L. canadense* ne franchit pas vers l'est la limite du cap Tourmente sur la rive nord du fleuve. La station excentrique de Hébertville se situe donc à plus de 200 kilomètres de l'aire principale de distribution de cette espèce. C'est là une distance qui paraît insurmontable aux seuls moyens naturels de dissémination du Lis du Canada. Il se propage surtout d'une façon végétative. Autrement, il est peu prolifique, ainsi que le signale Marie-Victorin (1929, 1935) : « *Les fleurs du L. canadense sont souvent stériles, en général une ou deux seulement mûrissent leurs capsules* ». Les quelques graines contenues dans ces capsules ont à peu près la taille d'un pois ; elles se prêtent donc mal à une dissémination lointaine par les seuls moyens naturels.

L'hypothèse de l'introduction, volontaire ou non, paraît plus vraisemblable. Il peut s'agir d'une introduction relativement récente, consécutive à l'utilisation du Lis du Canada comme plante ornementale près des chalets. Il est également possible que nous soyons en présence d'une introduction plus ancienne résultant du transport des bulbes par les Indiens. En effet, Sagard (1632) nous apprend que les Indiens utilisaient le Lis du Canada : ils « *en mangent l'oignon cuit sous la cendre* », écrit-il. Qu'ils en aient abandonné, volontairement ou non, un ou quelques bulbes le long du par-

cours qu'ils suivaient pour passer du Saguenay au lac Saint-Jean, c'est bien possible. La localité que nous connaissons aujourd'hui sous le nom de Hébertville est en effet située sur ce parcours. Pour éviter les chutes et les nombreux rapides qui existent sur le Saguenay entre Chicoutimi et la Grande-Décharge, les voyageurs quittaient le Saguenay à Chicoutimi et se rendaient au lac Kénogami qu'ils traversaient dans sa longueur, puis empruntaient la rivière des Aulnaies, qui passe à Hébertville, et finalement la Belle-Rivière qui les conduisait au lac Saint-Jean. Il est donc plausible que ces voyageurs aient laissé des traces de leur passage sur ce parcours séculaire.

Lilium lancifolium Thunberg, Trans. Linnæan Soc. London 2, 333. 1794. Synonyme : *L. tigrinum* Ker, Curtis's Bot. Mag. 31, plate 1237. 1809. — On vient de démontrer que le *L. lancifolium* Thunberg et le *L. tigrinum* Ker désignent la même plante (Ohwi, 1965 ; Ingram, 1968). Bien qu'il soit toujours pénible de devoir changer le nom d'une plante bien connue, non seulement des botanistes mais aussi des horticulteurs et des jardiniers amateurs, il faut admettre que le nom proposé par Thunberg a priorité et doit être utilisé.

Originaire du Japon, de la Corée et de la Chine orientale, le Lis tigré a été introduit en Amérique comme plante ornementale, il s'échappe assez souvent de culture et, en certains endroits, devient même naturalisé (Marie-Victorin, 1929, 1935). Au Saguenay, on n'en connaît encore qu'une récolte provenant du COMTÉ DE CHICOUTIMI : Chute-aux-Galets, champ inculte ; 15 août 1970 ; *Fernand Fissette* 8 ; (QFA).

Erythronium americanum Ker — En 1929 et en 1935, Marie-Victorin déplorait l'imprécision des connaissances de ce moment sur la limite nord de l'*E. ame-*

ricanum. La deuxième édition de la *Flore laurentienne* (Rouleau, in Marie-Victorin, 1964) n'apporte pas plus de précision.

Lemay (1896) a déjà inclus cette espèce dans une liste de plantes rencontrées sur la Côte-Nord, entre Godbout et Moisie. Il faut, toutefois, rejeter cette mention car l'herbier Lemay, conservé à l'Institut de technologie de La Pocatière (QSA), ne contient pas de spécimen d'*E. americanum* récolté sur la Côte-Nord.

Dans la présente dition, on peut affirmer que cette espèce suit l'érablière à Bouleau jaune au moins jusqu'à Hébertville, dans le comté de Lac-Saint-Jean. Cependant, elle y est rare ; on ne la trouve pas dans toutes les érablières et, lorsqu'elle y est présente, les colonies ne comprennent que quelques individus. Parmi les récoltes étudiées, on peut citer les suivantes provenant toutes d'érablières. COMTÉ DE CHARLEVOIX : Petite-Rivière-Saint-François ; 22 mai 1957 ; L. Lévesque, V. Lavoie et D. Doyon ; (QUE). L'Abattis : 24 mai 1961 ; V. Lavoie et D. Doyon 6 ; (QUE). — COMTÉ DE CHICOUTIMI : Anse-Saint-Jean ; 1 juin 1961 ; D. Doyon et V. Lavoie 2 ; (QUE). Rivière-Éternité ; 8 juin 1961 ; V. Lavoie et D. Doyon 6 ; (QUE). Chicoutimi, rivière aux Rats ; 12 mai 1945 ; L. Brasard ; (QUE). — COMTÉ DE LAC-SAINT-JEAN : Hébertville ; 31 mai 1961 ; D. Doyon et V. Lavoie 2 ; (QUE). *Ibid.* ; 27 mai 1970 ; C. Bouchard 70-502 ; (QUE).

Asparagus officinalis L. — Originaire du continent eurasiatique, l'asperge est une plante alimentaire bien connue. On la cultive depuis plus de deux mille ans. En Amérique, elle a été introduite au 18^e siècle.

Au Saguenay, la plante n'est cultivée que comme ornementale. On la retrouve parfois comme adventice le long des clôtures ou près des dépotoirs. Le puissant système souterrain de l'asperge,

une fois établi dans des sols légers et bien drainés, lui permet d'y demeurer presque indéfiniment.

C'est une espèce que le botaniste récolte plutôt rarement de sorte que le petit nombre de spécimens dans les herbiers ne reflète peut-être pas l'image de sa présence sur notre territoire. COMTÉ DE CHARLEVOIX : Les Éboulements, Saint-Joseph, bord d'un champ ; 8 juillet 1937 ; Noël Tremblay et B. Boivin 1241 ; (QFA, MT).

Clintonia borealis (Ait.) Raf. — La Clintonie boréale est commune partout dans la forêt coniférienne. Sa distribution générale englobe entièrement le territoire de la flore du Saguenay.

Clintonia borealis (Ait.) Raf. f. *lateralis* Peck — Cette forme exubérante, portant à mi-hauteur de la hampe florale un second verticille de fleurs, est relativement commune autour de la ville de Québec et plus au sud. Au Saguenay, elle devient rare. De la cinquantaine de récoltes étudiées, une seule appartient à cette forme. COMTÉ DE CHICOUTIMI : Port-Alfred, bois secondaire ; 1 juin 1960 ; R. Cayouette, D. Doyon et V. Lavoie 5549 ; (QUE).

Clintonia borealis (Ait.) Raf. f. *albicarpa* Killip — Bien qu'aucun des spécimens étudiés ne puisse être référé à cette forme à fruits blancs, il est possible qu'on la rencontre occasionnellement dans notre dition.

Smilacina racemosa (L.) Desf. — Marie-Victorin (1929, 1935, 1964) écrit que le *S. racemosa* se rencontre dans « l'ouest et le sud du Québec », qu'il est « inconnu autour du golfe Saint-Laurent »... « et probablement limité au nord par la grande forêt d'épinettes ». Il aurait pu ajouter que sa présence dans le centre du Québec était connue depuis longtemps. En effet, Sheppard (1831) avait écrit sous *Convallaria racemosa* L. : « Found com-

monly about Quebec. » et Provancher (1862) avait signalé le *S. racemosa* à Saint-Joachim, comté de Montmorency.

Autour du golfe du Saint-Laurent, il semble bien que cette espèce soit très rare. Lemay (1896) l'inclut dans une liste de plantes qu'il aurait rencontrées sur la Côte-Nord, entre Godbout et Moisie ; mais l'absence, dans son herbier (QSA), de spécimen provenant de la Côte-Nord ne corrobore pas cette affirmation et oblige à la rejeter. Marie-Victorin et Rolland-Germain (1969), sur la foi de Verrill (1862) dont ils citent les spécimens sans avoir vérifié son herbier, n'en signalent qu'une récolte ancienne à Anticosti. Ni Fernald (1950), ni Rouleau (1956) ne mentionnent cette plante à Terre-Neuve. De l'avis de Boivin (1967), sa présence y est douteuse. Toutefois, Rouleau (*verbatim*) vient de l'ajouter à la flore terre-neuvienne.

Au Saguenay, le *S. racemosa* se trouve dans les érablières et les forêts de *Betula alleghaniensis*, de même que dans certains bois secondaires depuis le sud du comté de Charlevoix jusqu'au nord du lac Saint-Jean. D'après le matériel étudié jusqu'à maintenant, sa limite septentrionale coïncide avec celle du *Medeola virginiana*, c'est-à-dire qu'elle se situe dans la série de collines qui borde le lac Saint-Jean de Hébertville à Val-Jalbert. COMTÉ DE CHARLEVOIX : L'Abattis ; 10 juin 1960 ; *V. Lavoie et D. Doyon 5* ; (QUE). Petite-Rivière-Saint-François ; 2 juillet 1950 ; *V. Lavoie 194* ; (MT). Baie-Saint-Paul ; 17 juin 1960 ; *V. Lavoie et D. Doyon 10* ; (QUE). *Ibid.* ; 23 juin 1961 ; *V. Lavoie 12* ; (QUE). Saint-Fidèle ; 29 juin 1960 ; *V. Lavoie et D. Doyon 3* ; (QUE). « Tour-des-Érables », rivière Malbaie ; 28 juin 1965 ; *D. Doyon et V. Lavoie* ; (QUE). — COMTÉ DE SAGUENAY : Canton Albert, embouchure de la rivière Sainte-Marguerite ; 8 août 1962 ; *J. Cayouette 762* ; (QUE) et

S. Brisson 62-984 ; (SFS). — COMTÉ DE CHICOUTIMI : Canton Labrosse, vallée de la rivière Sainte-Marguerite ; 9 août 1964 ; *S. Brisson 64593* ; (SFS). Rivière-Éternité ; 16 août 1960 ; *R. Cayouette, D. Doyon et V. Lavoie 5786* ; (QUE). Sainte-Rose-du-Nord ; 27 juillet 1958 ; *R. Cayouette et L. Brassard 58-203* ; (QUE) ; 21 août 1959 ; *J. Cayouette* ; (QUE). Saint-Fulgence ; 17 août 1943 ; *L. Brassard* ; (QUE) ; 5 juin 1959 ; *R. Cayouette et D. Doyon 5104* ; (QUE) ; 1 juillet 1959 ; *S. Brisson 4075* ; (MT) ; 2 août 1959 ; *S. Brisson 5224* ; (MT) ; 30 juillet 1965 ; *J. Cayouette 65-144* ; (QUE). Chicoutimi ; 17 juin 1933 ; Marie-Anselme ; (MT). — COMTÉ DE JONQUIÈRE-KÉNOGAMI : Arvida ; 15 juin 1971 ; *R. Thibeault* ; (QFA). — COMTÉ DE LAC SAINT-JEAN : Saint-Jérôme ; 10 juin 1969 ; *R. Cayouette, C. Leduc et A. Boivin 9113* ; (QUE). Hébertville ; 31 mai 1960 ; *V. Lavoie et D. Doyon 29* ; (QUE) ; 4 juin 1970 ; *C. Bouchard 70-517* ; (QUE, QFA). — COMTÉ DE ROBERVAL : Val-Jalbert ; 10 juillet 1959 ; *P. Landry 377* ; (QFA) ; 20 juin 1968 ; *C. Leduc et P. Sasseville L68-94* ; (QUE).

Smilacina stellata (L.) Desf. — Le *S. stellata* se rencontre fréquemment sur les alluvions des rivages ou dans les lieux ouverts sablonneux ou graveleux. Sur les rivages maritimes, il est généralement représenté par la variété *crassa* Vict., une plante à feuilles plus épaisses, rapprochées les unes des autres sur la tige et largement arrondies à cordées à la base. La distribution générale de cette espèce dépasse largement la présente dition.

Smilacina trifolia (L.) Desf. — La *Smilacina trifolia* est commune dans les lieux tourbeux humides. Elle se rencontre sur tout notre territoire et bien au-delà. *Maianthemum canadense* Desf. — Le *M. canadense* est commun à travers tout le territoire de la flore du Saguenay. On

le trouve dans les bois, les clairières et même sur les rochers couverts de mousse.

Streptopus amplexifolius (L.) DC. var. *americanus* Schultes — Le *S. amplexifolius* est relativement commun dans les érablières, les forêts de *Betula alleghaniensis*, les sapinières, les bois secondaires et même sur certains talus de rivages. Sa distribution générale va bien au-delà des limites du territoire de la flore du Saguenay.

Streptopus roseus Michx. var. *perspectus* Fassett — Le Streptope rose se trouve dans les mêmes habitats que l'espèce précédente. On le dit cependant moins boréal (Marie-Victorin, 1929, 1935, 1964), mais son aire dépasse quand même les frontières de la présente dition.

Polygonatum pubescens (Willd.) Pursh — Marie-Victorin (1929, 1935, 1964) situe à la Grosse-Isle la limite orientale extrême de cette espèce. Pour Fernald (1950), c'est une plante de la Nouvelle-Écosse, de la Nouvelle-Angleterre et du sud du Québec. Sous le nom de *P. biflorum* (Walt.) Ell., Campbell (1902) en cite une récolte à Cap-à-l'Aigle, dans le comté de Charlevoix mais on ne retrouve plus ce spécimen dans son herbier.

Au Saguenay, le *P. pubescens* ne se rencontre régulièrement que dans les érablières de la bordure sud du comté de Charlevoix. Il devient très rare plus au nord où il atteint sa limite septentrionale extrême à Sainte-Rose-du-Nord, dans le comté de Chicoutimi.

Tous les spécimens cités ci-après ont été récoltés dans des érablières. COMTÉ DE CHARLEVOIX : L'Abattis ; 10 juin 1960 ; *V. Lavoie et D. Doyon 5* ; (QUE). Petite-Rivière-Saint-François ; mai 1950 ; *V. Lavoie* ; (QUE) ; 17 juin 1951 ; *V. Lavoie 191* ; (MT) ; 6 juillet 1961 ; *V. Lavoie et D. Doyon 1* ; (QUE) ; *V. Lavoie et D.*

Doyon 47 ; (QUE). Baie-Saint-Paul ; 23 mai 1957 ; *L. Lévesque, V. Lavoie et D. Doyon* ; (QUE). Saint-Fidèle ; 14 juillet 1960 ; *V. Lavoie 11* ; (QUE). — COMTÉ DE CHICOUTIMI : Sainte-Rose-du-Nord ; 4 juin 1959 ; *R. Cayouette et D. Doyon 5039* ; (QUE).

Medeola virginiana L. — C'est une autre espèce dont la limite à l'est n'était pas connue avec précision (Marie-Victorin, 1929, 1935, 1964). Il faut probablement faire remonter au journal de voyage d'André Michaux la première mention de la présence du *M. virginiana* au Saguenay. Marie-Victorin (1925) a publié la partie de ce journal qui concerne le voyage de Michaux aux lacs Saint-Jean et Mistassini. On y lit : « *Le dimanche 16 [septembre 1792] quitté entièrement le Lac [Saint-Jean] et nous sommes venus camper à l'extrémité méridionale du lac Sinogomie* » [Kénogami] . . . « *À l'entrée de ce lac par le nord j'ay remarqué, Acer rubrum, Medeola virginica, . . .* ». Un siècle plus tard, Campbell (1891) cite la Médéole à Cap-à-l'Aigle, dans le comté de Charlevoix. Lemay (1923), dans la deuxième version de sa liste des plantes de la Côte-Nord, prétend qu'on rencontrerait le *M. virginiana* entre Godbout et Moisie. St. John (1925), tout en déplorant n'avoir pu consulter l'herbier de l'abbé Lemay, écrit à ce propos : « *Espèce bien répandue au sud du golfe Saint-Laurent. Elle est bien remarquable et bien connue. Le témoignage de l'abbé Lemay est plausible* ». Malheureusement, l'herbier Lemay, que j'ai consulté (QSA), ne renferme aucun spécimen de *M. virginiana* récolté sur la Côte-Nord. Il me paraît donc préférable de rejeter cette mention.

Bien qu'on ne puisse prétendre que le *M. virginiana* soit commun au Saguenay, on le retrouve dans presque toutes les érablières à *Betula alleghaniensis*. Les individus sont généralement peu nombreux

à chaque station ; mais la plante est fidèle à suivre l'érablière « froide » depuis la bordure sud du comté de Charlevoix jusqu'à Chambord et Val-Jalbert, dans le comté de Roberval. Cette présence constante oblige à retirer le *M. virginiana* de la liste des espèces dont Raymond (1950) situe la limite orientale vers l'île d'Orléans, la Grosse-Isle, ou les grèves et vallées de rivières Batiscan et Chaudière. Telle que connue présentement, la limite nord-est de la plante se trouverait plutôt dans la série de collines qui borde la cuvette du lac Saint-Jean entre Roberval et Hébertville.

La majorité des récoltes étudiées viennent d'érablières à *Betula alleghaniensis*; certaines, de bois secondaires. COMTÉ DE CHARLEVOIX : Petite-Rivière-Saint-François ; mai 1950 ; *V. Lavoie* ; (QUE) ; 17 juin 1951 ; *V. Lavoie 198* ; (MT) ; 6 juillet 1961 ; *V. Lavoie et D. Doyon 4* ; (QUE) ; 13 juin 1967 ; *C. Bouchard et Y. Gagnon 142* ; (QFA). Baie-Saint-Paul ; 23 juin 1961 ; *V. Lavoie et al. 1* ; (QUE). — COMTÉ DE CHICOUTIMI: Anse-Saint-Jean ; 18 août 1960 ; *V. Lavoie et D. Doyon 8* ; (QUE). Sainte-Rose-du-Nord ; 27 juillet 1958 ; *R. Cayouette et L. Brassard 58-205* ; (QUE, QFA) ; 4 juin 1959 ; *R. Cayouette, D. Doyon et L. Brassard 5025* ; (QUE). Saint-Fulgence ; 1 août 1960 ; *J. Cayouette J-19* ; (QUE). Clairval ; 4 août 1971 ; *J. Gagnon* ; (QFA). — COMTÉ DE LAC-SAINT-JEAN : Saint-Jérôme ; 2 août 1961 ; *V. Lavoie et R. Cayouette 1* ; (QUE) ; 10 juin 1969 ; *R. Cayouette, C. Leduc et A. Boivin 9110* ; (QUE) ; 4 juillet 1969 ; *C. Leduc et A. Boivin L69-33* ; (QFA, QUE). — COMTÉ DE ROBERVAL : Chambord ; 31 mai 1960 ; *V. Lavoie et D. Doyon 4* ; (QUE). Val-Jalbert ; 28 juillet 1960 ; *R. Cayouette et V. Lavoie 5730* ; (QUE) ; 12 août 1971 ; *N. Chiricota 16* ; (QFA).

Trillium cernuum L. — Au sujet de ce Trille, Marie-Victorin écrivait en 1929 :

« C'est l'espèce apparemment unique du nord et de l'est du Québec ». Quelques années plus tard (Marie-Victorin, 1935), il atténuait un peu la portée de son jugement en remplaçant, dans la même phrase, l'épithète « unique » par celle de « dominante ».

Il demeure vrai que le *T. cernuum* est celui qui remonte le plus au nord. Marie-Victorin et Rolland-Germain (1969) le citent à Anticosti ; Fernald (1950) et Rouleau (1956), à Terre-Neuve. Dutilly et Lepage (1951) ont provisoirement fixé sa limite septentrionale au 51^e degré de latitude nord. Toutefois, à la lumière des connaissances actuelles, il faut également admettre que c'est le Trille le plus rare au Saguenay. Si on énumère les trois espèces connues dans la région par ordre décroissant d'abondance, on obtient : *T. erectum*, *T. undulatum* et *T. cernuum*.

Alors que le *T. erectum* et le *T. undulatum* préfèrent des habitats plutôt mésoiques, le *T. cernuum* se rencontre surtout dans les bois humides, souvent à sol un peu tourbeux. Les individus sont habituellement peu nombreux à chaque station. COMTÉ DE CHARLEVOIX : « Tour-des-Érables », rivière Malbaie ; 28 juin 1965 ; *D. Doyon et V. Lavoie* ; (QUE). — COMTÉ DE SAGUENAY : Canton Albert, embouchure de la rivière Sainte-Marguerite ; 9 août 1962 ; *J. Cayouette 772* ; (QUE) ; *S. Brisson 62-1003* ; (SFS). Îlets-Jérémie ; 16 août 1961 ; *J. Cayouette 367* ; (QUE) ; *S. Brisson 1145* ; (MT) ; 18 août 1961 ; *S. Brisson 1178* ; (MT). — COMTÉ DE CHICOUTIMI : Petit-Saguenay ; 1 juin 1960 ; *R. Cayouette, D. Doyon et V. Lavoie 5561* ; (QUE). Saint-Fulgence ; 5 juin 1962 ; *S. Brisson 62-502* ; (SFS) ; 30 juillet 1965 ; *J. Cayouette 65-161* ; (QUE). Chicoutimi ; 25 mai 1969 ; *J.-P. Maltais* ; (QFA). Saint-David-de-Falardeau ; 1 juillet 1970 ; *C. Bouchard 70-572* ; (QFA, QUE). — COMTÉ DE JONQUIÈRE-KÉNOGAMI : Larouche ; 11 juin

1969 ; R. Cayouette, C. Leduc et A. Boivin 9153 ; (QUE). Saint-Léon ; 10 juin 1971 ; P. Grenon ; (QFA). — COMTÉ DE ROBERVAL : Chambord ; 26 août 1969 ; C. Leduc et A. Boivin L69-218 ; (QFA, QUE). Île aux Couleuvres ; 5 juin 1971 ; D. Chabot 19 ; (QFA). Dolbeau ; 15 août 1971 ; D. Dubé ; (QFA).

Trillium erectum L. — Provancher (1862) a signalé la présence du *T. erectum* à Chicoutimi mais on ne trouve plus dans son herbier (QPH) le spécimen qui appuierait cette mention. Marie-Victorin (1935, 1964) écrit que la plante atteint le lac Saint-Jean. Les herborisations récentes démontrent, en effet, que le *T. erectum* est relativement commun au moins jusqu'à Val-Jalbert, partout où il trouve des habitats qui lui conviennent. C'est le plus commun de tous les Trilles du Saguenay.

Les récoltes étudiées viennent d'érablières, de forêts de *Betula alleghaniensis* ou de bois secondaires. COMTÉ DE CHARLEVOIX : Petite-Rivière-Saint-François ; 17 mai 1951 ; V. Lavoie 203 ; (MT) ; 24 mai 1961 ; V. Lavoie et D. Doyon 4 ; (QUE) ; 22 mai 1957 ; L. Lévesque, V. Lavoie et D. Doyon ; (QUE, SFS). Baie-Saint-Paul ; 23 mai 1957 ; L. Lévesque, V. Lavoie et D. Doyon ; (QUE) ; 23 juin 1961 ; V. Lavoie et al. 4 ; (QUE). Les Éboulements ; 12 juillet 1937 ; B. Boivin 1276 ; (MT). Saint-Fidèle ; 26 mai 1961 ; V. Lavoie et D. Doyon 1 ; (QUE). — COMTÉ DE SAGUENAY : Canton Albert, embouchure de la rivière Sainte-Marguerite ; 8 août 1962 ; J. Cayouette et M. Séguin 768 ; (QUE) ; 9 août 1962 ; J. Boulva et S. Brisson 62106 ; (SFS) ; 10 août 1962 ; S. Brisson 62-1093 ; (SFS) ; J. Cayouette 812 ; (QUE). — COMTÉ DE CHICOUTIMI : Anse-Saint-Jean ; 1 juin 1961 ; D. Doyon et V. Lavoie 1 ; (QUE). Rivière-Éternité ; 8 juin 1961 ; V. Lavoie et D. Doyon 12 ; (QUE). Canton La-

brosse, vallée de la rivière Sainte-Marguerite ; 9 août 1964 ; R. Cayouette 7145 ; (QUE) ; S. Brisson 64579 ; (SFS) ; 24 mai 1972 ; J. Cayouette 1611 ; (QUE). Sainte-Rose-du-Nord ; 27 juillet 1958 ; R. Cayouette et L. Brassard 58-204 ; (QUE) ; 4 juin 1959 ; R. Cayouette, D. Doyon et L. Brassard 5038 ; (QUE). Saint-Fulgence ; 23 juillet 1959 ; S. Brisson 5235 ; (MT) ; 5 juin 1962 ; S. Brisson 62-503 ; (SFS, QUE) ; 30 juillet 1965 ; J. Cayouette 65-155 ; (QUE). Chicoutimi ; 19 mai 1933 ; Marie-Anselme ; (MT). Canton Bagot, rive du Saguenay ; 6 juillet 1961 ; S. Brisson 510 ; (MT). — COMTÉ DE LAC SAINT-JEAN : Saint-Joseph-d'Alma ; 31 mai 1961 ; D. Doyon et V. Lavoie 3 ; (QUE). Alma ; 31 mai 1971 ; P. Grenon ; (QUE). Saint-Jérôme ; 10 juin 1969 ; R. Cayouette, C. Leduc et A. Boivin 9109 ; (QUE). Hébertville ; 31 mai 1960 ; V. Lavoie et D. Doyon 32 ; (QUE). — COMTÉ DE ROBERVAL : Chambord ; 7 juin 1963 ; R. Cayouette et J.-C. Michel 6431 ; (QUE). Val-Jalbert ; 17 juillet 1970 ; N. Chiricota 12 ; (QFA).

Trillium erectum L. f. *luteum* Louis-Marie — COMTÉ DE CHICOUTIMI : Saint-Fulgence ; 29 juin 1960 ; S. Brisson 60-45 ; (MT).

Trillium undulatum Willd. — Sur la rive nord du Saint-Laurent, Marie-Victorin (1935, 1964) décrit comme suit l'aire de distribution de cette espèce : « *Commun dans les Laurentides, depuis la rivière Ottawa jusqu'aux environs de Québec* ». Antérieurement (Marie-Victorin, 1929), il en avait précisé la limite orientale en citant la station extrême de la Grosse-Isle. Raymond (1950) inclut le *T. undulatum* dans une liste de plantes dont, écrit-il, « on ignore les limites boréales et orientales ». Dernièrement, Lepage (1971) soulignait la rareté des renseignements disponibles sur la présence du

T. undulatum sur la rive nord du Saint-Laurent à l'est de la ville de Québec.

Le *T. undulatum*, sans être commun, se rencontre sur le territoire de la flore du Saguenay depuis le sud du comté de Charlevoix jusque, vers le nord, à environ 55 kilomètres en amont de l'embouchure de la rivière Ouatouchouan, à Kondiaronk, où Marie-Victorin l'a récolté le 21 août 1922. Il cite d'ailleurs lui-même cette récolte dans ses *Études floristiques sur la région du lac Saint-Jean* (Marie-Victorin, 1925). Vers l'est, Lafond (1947) en a signalé une station aux environs du lac La Loutre, à quelques kilomètres au nord-ouest de Baie-Comeau. Lepage (1971) vient de publier la récolte de Gardner à Franquelin, comté de Saguenay.

La liste des récoltes étudiées comprend des spécimens provenant d'érablières, de forêts de *Betula alleghaniensis*, de sapinières et de bois secondaires.

COMTÉ DE CHARLEVOIX : Petite-Rivière-Saint-François ; 17 mai 1951 ; *V. Lavoie* 202 ; (MT) ; 23 mai 1957 ; *D. Doyon* et *V. Lavoie* ; (QUE). Les Éboulements ; 12 juillet 1937 ; *B. Boivin* 1264 ; (MT).

— COMTÉ DE SAGUENAY : Canton Albert, embouchure de la rivière Sainte-Marguerite ; 8 août 1962 ; *J. Cayouette* 757 ; (QUE) ; *S. Brisson* 62-977 ; (SFS, QUE). Grandes-Bergeronnes ; 12 août 1960 ; *S. Brisson* 60-275 ; (MT) ; 15 août 1960 ; *J. Cayouette* 205 ; (QUE) ; Ilets-Jérémie ; 12 août 1961 ; *J. Cayouette* 305 ; (QUE) ; *S. Brisson* 1055 ; (MT).

— COMTÉ DE CHICOUTIMI : Petit-Saguenay ; 2 juin 1960 ; *R. Cayouette*, *D. Doyon* et *V. Lavoie* 5581 ; (QUE). Rivière-Éternité ; 8 juin 1961 ; *D. Doyon* et *V. Lavoie* 23 ; (QUE). Sainte-Rose-du-Nord ; 4 juin 1959 ; *R. Cayouette*, *D. Doyon* et *L. Brassard* 5024 ; (QUE) ; 6 juillet 1960 ; *J. Boulva* et *S. Brisson* 60105 ; (SFS) ; 7 août 1971 ; *A. Van-*

dal ; (QFA). Saint-Fulgence ; 21 juillet 1958 ; *R. Cayouette* 58-130 ; (QUE) ; 25 juillet 1958 ; *R. Cayouette* 58-162 ; (QUE) ; 27 juillet 1962 ; *R. Cayouette* 6189 ; (QUE). 26 juillet 1960 ; *J. Cayouette* J-10 ; (QUE) ; 6 juillet 1970 ; *S. Brisson* 70-214 ; (QUE) ; 31 mai 1971 ; *S. Provencher* ; (QFA). Chicoutimi ; 3 juin 1933 ; *Marie-Anselme* ; (MT) ; 1 juin 1944 ; *L. Brassard* ; (QUE). — Val-Jalbert ; 26 août 1958 ; *L. Cinq-Mars*, *A. Belzile* et *C. Gervais* ; (LCM) ; 3 juillet 1970 ; *N. Chiricota* 7 ; (QFA). Saint-Félicien ; 14 juin 1970 ; *R. Bérubé* ; (QUE). Kondiaronk, près des sources de la rivière Ouatouchouan, à 35 milles de son embouchure ; 21 août 1922 ; *Marie-Victorin* 15,993 ; (MT).

Références

- BOIVIN, B., 1967. Énumération des plantes du Canada V — Monopsides (1ère partie). *Naturaliste can.*, 94 : 131-157.
- BOWMAN, P.W., 1932. Notes on the flora of the Matamek River District, "North Shore", Québec, Canada. *Rhodora*, 34 : 48-55.
- CAMPBELL, R., 1891. Notes on the flora of Cap-à-l'Aigle. *Can. Rec. Sci.*, 4 : 54-68.
- CAMPBELL, R., 1902. Additional notes on the flora of Cap-à-l'Aigle. *Can. Rec. Sci.*, 8 : 281-295.
- CAYOUILLE, R., 1971. Études sur la flore du Saguenay IV. Notes sur quelques Ptéridophytes. *Naturaliste can.*, 98 : 319-328.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1951. Exploration sommaire de la rivière Harricana. *Naturaliste can.*, 78 : 253-283.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1963. Contribution à la flore du versant sud de la baie James, Québec-Ontario. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, Washington, 12F : 1-199.
- 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. cath. Univ. Am.*, Washington, 9F : 1-199.

- FERNALD, M.L., 1950. *Gray's Manual of Botany*. 8th ed. American Book Co., New York, 1632 p.
- GAGNON, A., G.W. CORRIVAUULT et A. MORIN, 1940. Notes sur la flore saguenayenne. *Annls ACFAS*, 6 : 107.
- GLEASON, H.A., 1952. *Illustrated Flora of the Northeastern United States and adjacent Canada*. 3 vols. Lancaster Press, Lancaster, Penna.
- HOOKE, W.J., 1840. *Flora boreali Americana*. London, Henry G. Bohn, vol. 1, 351 p., vol. 2, 328 p. Reprint 1960.
- HUSTICH, I., 1951. Forest-botanical notes from Knob Lake area in the interior of Labrador Peninsula. *Bull. nat. Mus. Can.*, 123 : 166-217.
- INGRAM, J., 1968. Notes on the cultivated Liliaceae 7. *Lilium lancifolium* Thunb. vs *L. tigrinum* Ker. *Baileya*, 16 : 14-19.
- LAFOND, A., 1947. Notes d'herborisation sur la Côte-Nord. *Annls ACFAS*, 13 : 92.
- LANJOUW, J. and F.A. STAFLEU, 1964. *Index Herbariorum*. 5th ed., International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature, International Association for Plant Taxonomy, Utrecht.
- LEMAY, P., 1896. La flore de la Côte-Nord. *Naturaliste can.*, 23 : 90-92, 121-123, 137-139.
- LEMAY, P., 1923. Flore du Labrador. *Naturaliste can.*, 49 : 183-186.
- LEPAGE, E., 1971. Variations mineures et extensions d'aires dans la flore du Québec. *Naturaliste can.*, 98 : 461-468.
- LÖVE, D., J. KUCYNIK and G. JOHNSTON, 1958. A plant collection from interior Québec. *Naturaliste can.*, 85 : 25-69.
- MACOUN, J., 1886. *Catalogue of Canadian Plants*. Part III, Apetalae. Montréal, Dawson Bro., 395-623 pp.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1916. La flore du Témiscouata. Québec, Imprimerie Laflamme, 127 p.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1925. Études floristiques sur la région du lac Saint-Jean. *Contrib. Lab. Bot. Univ. Montréal*, 4 : 1-174.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1929. Les Liliiflores du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, 14 : 1-202.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1935. Flore laurentienne. Imprimerie de La Salle, Montréal, 917 p.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1964. Flore laurentienne. Les Presses de l'Univ. Montréal, Montréal, revue et mise à jour par E. Rouleau, 925 p.
- MARIE-VICTORIN, Fr. et Fr. ROLLAND-GERMAIN, 1969. Flore de l'Anticosti-Minganie. Les Presses de l'Univ. Montréal, Montréal, 527 p.
- MICHAUX, A., 1803. *Flora boreali Americana*. Typis Caroli Crapelet, Parisiis et Argentorati, vol. 1, 330 p., vol. 2, 340 p.
- OHWI, J., 1965. *Flora of Japan*. Smithsonian Institution, Washington, D.C., 1066 p.
- POTTER, D., 1934. Plants collected in southern region of James Bay. *Rhodora*, 36 : 274-284.
- PROVANCHER, L., 1862. Flore canadienne. J. Darveau, Québec, 842 p.
- PROVANCHER, L., 1874. Le verger, le potager et le parterre dans la province de Québec. C. Darveau, Québec, 332 p.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, 5 : 1-147.
- ROULEAU, E., 1956. A check-list of the vascular plants of the Province of Newfoundland. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, 69 : 41-103.
- ROUSSEAU, J., 1931. Études floristiques sur la région de Matapédia (Québec). Notes sur la flore de Saint-Urbain, comté de Charlevoix (Québec). *Bull. Musée nat. Can.*, N° 66 : 1-30.
- ROUSSEAU, J., 1942. Additions à la flore de l'île d'Anticosti. *Naturaliste can.*, 69 : 97-122. Aussi *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, 44 : 11-36.
- SAGARD, G., 1632. Le grand voyage au pays des Hurons. Tome 3, collection la découverte du Canada. Présenté et annoté par Jean Dumont. Les Amis de l'Histoire, Montréal, 226 p.
- SAINT-CYR, D.N., 1886. Liste des plantes recueillies par M. Saint-Cyr sur la Côte-Nord et les îles du golfe Saint-Laurent, durant les étés 1882 et 1885. Réponse (No 17B) à une adresse de l'Assemblée législative. Appendice 5, 187 p.

- 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. *Mem. Victoria Memorial Museum*, 126 : 1-130.
- ST. JOHN, H., 1925. Notes sur la flore du Labrador. *Naturaliste can.*, 51 : 195-201.
- SHEPPARD, W., 1831. Notes on some of the plants of Lower Canada. *Trans. Liter. and Hist. Soc. Québec*, 2 : 39-64.
- VERRILL, A.E., 1862. List of plants collected in Anticosti and the Mingan Islands during the summer of 1861. *Proc. Boston Soc. nat. Hist.*, 9 : 146-152.

LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX RIPARIENS ENTRE SAINTE-FAMILLE ET LA POINTE D'ARGENTENAYE ÎLE D'ORLÉANS, QUÉBEC

Estelle LACOURSIÈRE¹ et Miroslav M. GRANDTNER

Département d'écologie et de pédologie

Faculté de foresterie et de géodésie

Université Laval, Québec

Résumé

Utilisant la méthode de Braun-Blanquet (1951), les auteurs ont étudié la végétation de la zone intertidale d'une partie de l'île d'Orléans. À l'intérieur des 3 formations végétales reconnues, ils ont défini 13 associations végétales dont 10 dans la prairie riparienne, 2 dans la saulaie arbustive et 1 dans la saulaie arborescente. Ce sont ces groupements et leur type de sol qui sont décrits dans ce texte.

Abstract

Using Braun-Blanquet's (1951) method, the authors have studied the vegetation of the tidal zone of a part of ile d'Orléans. Among the 3 known vegetation formations, they defined 13 plant associations, 10 of which in the riparian prairie, 2 in the shrubby willow formation and 1 in the willow forest. The text gives a description of these associations with their type of soil.

Introduction

Dans un numéro précédent du Naturaliste canadien (Lacoursière et Grandtner, 1971), nous avons essayé de dégager les relations existant entre le gradient-inondation et la distribution de certains groupements végétaux, mais sans décrire ces derniers. C'est ce que nous nous proposons de faire maintenant. Ce travail est le résultat d'une étude phytosociologique et pédologique effectuée dans la zone intertidale de l'île d'Orléans, plus précisément entre Sainte-Famille et la Pointe d'Argentenaye. En plus de traiter de la composition floristique des associations que nous avons définies, nous indiquerons les caractères physiques et chimiques de leurs sols correspondants.

Méthodes

L'étude des groupements végétaux a été effectuée au moyen de la méthode du relevé phytosociologique de Braun-Blanquet (1951) y compris ses échelles d'abondance-dominance et de sociabilité. Pour la prospection du terrain, nous avons établi 14 transects, à un mille d'intervalle environ les uns des autres, de Sainte-Famille à la Pointe d'Argentenaye. Leur emplacement est indiqué à la figure 1 de notre texte précédent (Lacoursière et Grandtner, 1971). Chacun de ces transects comportait un nombre variable de quadrats situés, autant que possible, au centre d'une zone de végétation physionomiquement et floristiquement homo-

¹ Adresse actuelle : Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec.

gène. Un total de 110 relevés ainsi faits ont servi de base à l'élaboration des tableaux d'associations. La nomenclature suivie, pour les plantes vasculaires, est celle de la 8e édition (1950) du *Gray's Manual of Botany* de Fernald.

Pour ce qui est des sols, on trouvera dans Lacoursière et Grandtner (1971) la description des méthodes utilisées pour leur étude.

Cadre écologique

CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE

En aval de Québec, le Saint-Laurent se divise en deux bras inégaux entourant

la grande île d'Orléans. Celle-ci, en effet, mesure 22 milles de longueur et sa largeur maximale est de 5.2 milles. Elle occupe une superficie totale de 94 milles carrés, située entre les parallèles $46^{\circ} 51'$ et $47^{\circ} 01'$ N et entre les méridiens $70^{\circ} 48'$ et $71^{\circ} 09'$ O. Son orientation générale, S.-O./N.-E., est pratiquement celle du fleuve Saint-Laurent dans cette région. Quant au secteur étudié, il se limite à la portion des battures, c'est-à-dire la zone soumise à la marée, allant de Sainte-Famille à la Pointe d'Argentenaye, située sur la rive nord de l'Île (fig. 1).

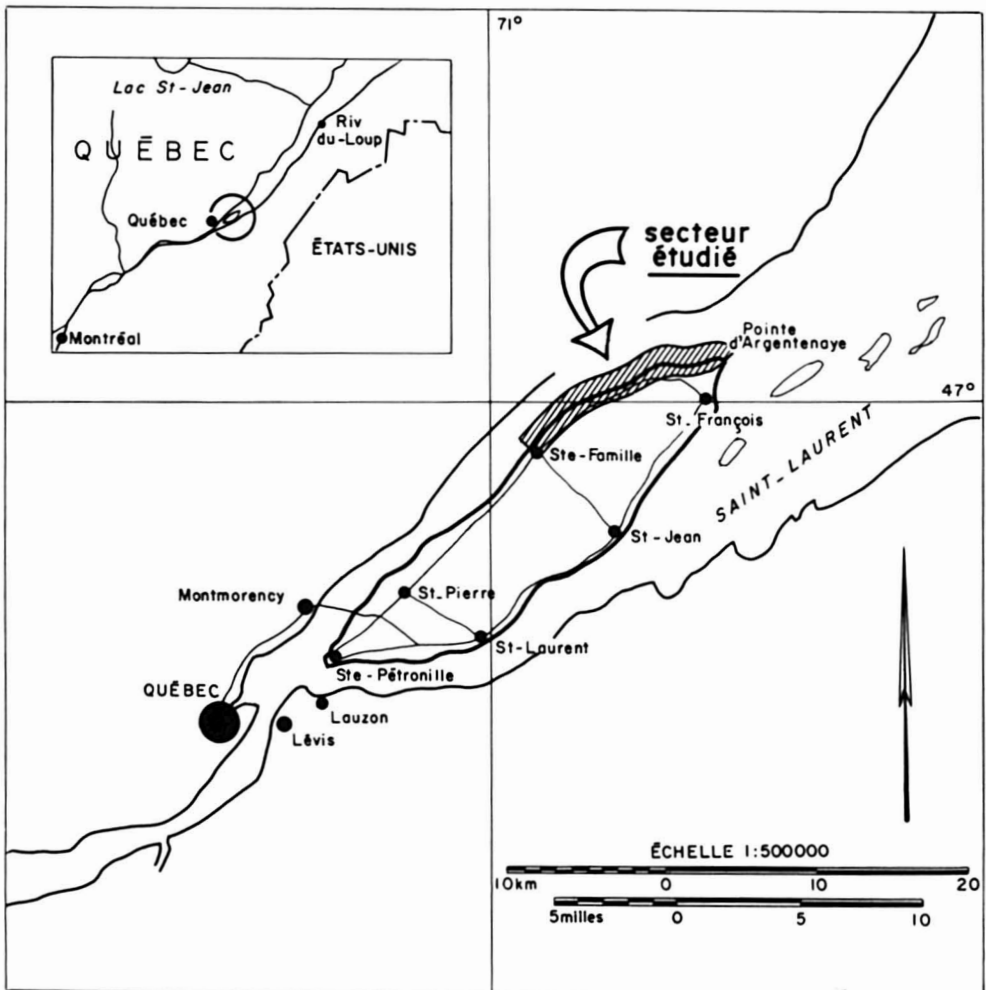


Figure 1. Situation géographique de l'île d'Orléans et du secteur étudié.

Comparativement à la côte de Beau-pré, située au nord du Fleuve, l'île d'Orléans est plus basse. Son altitude maximale est de 492 pieds. Entre Sainte-Pétronille et Saint-Laurent, la falaise est abrupte. La pente s'adoucit ensuite jusqu'à la Pointe d'Argentenaye.

À la suite de Gérardin (1967), nous diviserons l'île d'Orléans en quatre unités topographiques : a) les plages et les battures, b) les escarpements, c) les plateaux à faible pente, d) la légère dépression au centre. Nous nous bornerons à la description des battures entre Sainte-Famille et la Pointe d'Argentenaye.

Au quai de Sainte-Famille, les battures sont larges et à pente très douce. Environ $\frac{3}{4}$ de mille à l'est de cet endroit, le profil subit une modification importante. À la limite supérieure des vases dénudées, un escarpement de 5 pieds marque le début d'une première terrasse. Le transect topographique garde cette allure sur une distance de 3 milles environ. Les battures s'élargissent ensuite et s'aplanissent. Du quai de la Pointe de la Croix jusqu'à la rivière du Moulin, des affleurements schisteux apparaissent çà et là. Entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye, les battures atteignent un demi-mille de largeur. La pente y est extrêmement faible et l'égouttement très lent à marée basse. Enfin, à l'extrémité est de l'île, c'est-à-dire à la Pointe d'Argentenaye, les affleurements schisteux, caractéristiques de la rive sud, font leur apparition.

Le réseau hydrographique est formé d'une quinzaine de rivières en tout. Trois d'entre elles, les rivières Sainte-Famille, Guérard et du Moulin, font partie du secteur étudié. Par suite des escarpements abrupts entre les terrasses et de la dureté des formations, plusieurs de ces rivières forment de véritables chutes avant d'atteindre la zone des battures alors que, dans cette dernière partie de

leur cours, elles forment, jusqu'au Fleuve, des méandres compliqués.

Quant au Fleuve lui-même, ses eaux, en communication directe avec l'océan Atlantique, subissent l'influence des marées. Les eaux repoussées en aval envahissent les rivages, soumettant, deux fois par jour, la zone intertidale à une submersion, plus ou moins prolongée, par une nappe d'eau généralement douce, dont l'épaisseur varie en fonction de la topographie du rivage. Dans le secteur étudié, la hauteur des marées varie entre 10.6 et 19.9 pieds.

CONDITIONS CLIMATIQUES

Le climat de l'île d'Orléans a été décrit par Gérardin (1967) à partir des données provenant des stations météorologiques de Québec et de Saint-Joachim, car il n'existe pas de station météorologique sur l'île.

D'après cet auteur, la pluviosité est de 43.8 pouces à Québec et de 41.5 pouces à Saint-Joachim. La température moyenne de Québec est de 40.1° F et celle de Saint-Joachim, de 39.6° F. La température moyenne du mois le plus froid de l'année, soit janvier, est, pour les deux stations, de 11.5° F et 11.4° F respectivement, et pour le mois le plus chaud, juillet, de 67.4° F et 65.6° F.

Les valeurs des 4 éléments de la classification de Thornthwaite (Thornthwaite et Mather, 1957) calculées pour Québec par Baril et Rochefort (1957) et pour Saint-Joachim, par Gérardin (*op. cit.*), indiquent que le climat des deux stations est humide, microthermal, sans déficience en eau avec, d'après Baril et Rochefort (*op. cit.*), une légère influence marine à Québec.

CONDITIONS ÉDAPHIQUES

D'après Taillefer (1958) l'île d'Orléans est un morceau de la zone appalachienne

séparé du corps de cette zone par le bras principal du Saint-Laurent. Le sous-sol de l'île est formé de roches paléozoïques présiluriennes, assez variées, presque toujours redressées et, surtout, fortement plissées. Ces matériaux de base, schistes, grès et calcaires, sont à l'origine de quatre grandes formations géologiques signalées par Nunes (1958) ; la formation de Charny, la formation de Lauzon, la formation de Lévis et la formation de Québec. C'est cette dernière que l'on rencontre le long de la rive nord de l'île. Elle est essentiellement composée de schistes calcaires et de calcaires impurs.

Dans le secteur étudié, les roches précitées sont recouvertes d'alluvions récentes. Les sols y sont jeunes, peu différenciés et, dans la partie inférieure de la zone intertidale, gleyifiés jusqu'en surface (Lacoursière et Grandtner, 1971).

FLORE ET VÉGÉTATION

La flore générale de l'île d'Orléans est la même que celle des régions avoisinantes. Il en est tout autrement de la flore riparienne, soumise aux marées d'eau douce. Raymond (1950) n'hésite pas à dire que les grèves estuariennes situées autour de la ville de Québec sont célèbres dans le monde entier par leurs endémiques stricts vraisemblablement formés sur place et inconnus ailleurs dans le monde. Telles sont, selon cet auteur, les espèces suivantes : *Bidens infirma*, *Cicuta victorinii*, *Epilobium ecomosum*, *Erigeron provancheri*, *Gentiana victorinii*, *Lycopus laurentianus*.

Les autres particularités de la flore estuarienne, signalées par Marie-Victorin (1935) et que nous avons été à même de constater dans la section des battures que nous avons explorée, sont : a) la présence d'espèces qui, dans l'ouest du Québec, n'ont aucune préférence pour les milieux humides, ex. *Aster simplex* ;

b) la présence de certaines plantes réputées halophiles, ex. *Triglochin maritima*, *Plantago juncoïdes* ; c) la présence de plantes appartenant à une flore plus chaude (*Sagittaria rigida*), ou plus froide (*Astragalus labradoricus*).

Quant à la végétation, l'île d'Orléans se trouve à la limite nord du domaine de l'érablière laurentienne. Gérardin (1967) estime que 50% de sa superficie sont couverts par des groupements forestiers, le reste étant en cultures, pâturages et formations de rivages. Parmi ces dernières, la prairie riparienne avec sa végétation strictement herbacée, constitue la formation végétale la plus importante. Viennent ensuite les saulaies arborescente et arbustive puis les groupements strictement aquatiques.

INFLUENCE HUMAINE

Contrairement au reste de l'île, qui a été modifiée en grande partie en vue de la culture, la zone intertidale n'a pas subi une action drastique de la part de l'homme, si ce n'est à la limite supérieure où celui-ci a souvent coupé la formation arborescente.

Dans le secteur étudié, l'influence de l'homme se fait sentir surtout d'une façon indirecte, par le pacage des animaux. Celui-ci est pratiqué dans la section qui va du quai de Sainte-Famille jusqu'à 3 milles environ à l'est de cet endroit. L'action des animaux est diverse. En broutant les scirpes et les graminées de la strate herbacée supérieure, ils diminuent le pourcentage de recouvrement de celle-ci et permettent l'installation d'héliophytes dans la strate inférieure. Par ailleurs, cette section des battures nous a semblé plus marécageuse que le reste. Serait-ce attribuable au fait que les pistes des animaux forment autant de cavités qui retiennent l'eau à marée basse ? Il est sûr, en tout cas, que le

piétinement des animaux cause de sérieux dommages aux plantes, en particulier à leurs racines qui sont imparfaitement protégées par les vases semi-liquides qui les recouvrent.

Enfin, les chasseurs modifient l'équilibre naturel en creusant des mares pour chasser le canard. Ces mares peuvent avoir plusieurs centaines de pieds carrés. Par contre, elles ne sont pas très profondes. L'eau qui y séjourne, même à marée basse, favorise l'installation d'une végétation strictement aquatique. Cependant, par suite de la sédimentation abondante, le niveau du fond est vite exhaussé. Les mares sont alors envahies par *Sagittaria latifolia* et *Zizania aquatica* var. *brevis* et, finalement, par les espèces des groupements environnants.

C'est dans ce cadre écologique que se sont développés les groupements végétaux et les sols dont nous donnerons maintenant la description.

Végétation et sols

Le regroupement des relevés en tableaux floristiques nous a permis de définir treize associations, quatre sous-associations et deux variantes. L'existence d'autres groupements n'est cependant pas exclue. La liste des groupements étudiés (tableau I) commence par les groupements strictement aquatiques.

À cause de leur grande similitude, nous décrirons conjointement les quatre premières associations sous la dénomination commune de groupements aquatiques.

TABLEAU I

Liste des groupements végétaux étudiés

No	Nom du groupement
1.	La potamaie noueuse (<i>Potamogetonum nodosi</i> n.n.)
2.	L'éloidaie canadienne (<i>Elodeetum canadensis</i> n.n.)
3.	La nitellaie tenue (<i>Nitelletum tenuissimae</i> n.n.)
4.	La najadaie flexible (<i>Najetum flexilis</i> n. n.)
5.	La sagittaie latifoliée (<i>Sagittarietum latifoliae</i> Dansereau, 1959)
6.	La scirpaie américaine (<i>Scirpetum americani</i> Dansereau, 1959)
a)	s.-ass. à <i>Scirpus americanus</i> (<i>Scirpetum americani scirpetosum americani</i> n.n.)
b)	s.-ass. à <i>Sagittaria rigida</i> (<i>Scirpetum americani sagittarietosum rigidae</i> n.n.)
c)	s.-ass. à <i>Sagittaria cuneata</i> (<i>Scirpetum americani sagittarietosum cuneatae</i> n.n.)
1°	var. à <i>Sagittaria cuneata</i> (<i>Scirpetum americani sagittarietosum cuneatae</i> var. à <i>Sagittaria cuneata</i> n.n.)
2°	var. à <i>Sium suave</i> (<i>Scirpetum americani sagittarietosum cuneatae</i> var. à <i>Sium suave</i> n.n.)
d)	s.-ass. à <i>Eupatorium perfoliatum</i> (<i>Scirpetum americani eupatorietosum perfoliati</i> n.n.)
7.	La scirpaie vigoureuse (<i>Scirpetum validi</i> n.n.)
8.	La spartinaie pectinée (<i>Spartinetum pectinatae</i> Dansereau, 1959)
9.	La rubanaie à gros fruits (<i>Sparganietum eurycarpi</i> Dansereau, 1959)
10.	La roselière latifoliée (<i>Typhetum latifoliae</i> n.n.)
11.	La saulaie rigide (<i>Salicetum rigidae</i> n.n.)
12.	La saulaie discolore (<i>Salicetum discoloris</i> n.n.)
13.	La saulaie fragile (<i>Salicetum fragilis</i> n.n.)

GROUPEMENTS AQUATIQUES

On trouve des groupements dominés par des plantes strictement aquatiques dans les dépressions naturelles et dans les mares creusées pour la chasse aux

canards. Il s'agit de microhabitats de dimensions très variables allant de quelques à plusieurs centaines de pieds carrés.

TABLEAU II

Groupements aquatiques

ASSOCIATION	A	B		C	D		
Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7
A) SUBSTRAT							
Altitude (pieds)*	10	8	6	10	9	8	8
Pente (°)	1	0	0	0	0	0	0
Exposition	N	-	-	-	-	-	-
B) VEGETATION							
a) RECOUVREMENT DES STRATES (%)							
herbacée supérieure (hs)	0	5	5	20	30	60	20
herbacée inférieure (hi)	20	30	40	80	80	80	90
b) COMPOSITION FLORISTIQUE							
1. <u>De l'Elodeetum canadensis</u>							
Elodea canadensis	1.3	+3	.	1.3	.	+2	.
2. <u>Du Potamogetonetum nodosi</u>							
Potamogeton nodosus	.	1.3	1.3	.	.	.	.
Potamogeton bupleuroides	+2	.	1.4	.	.	.	.
Potamogeton pectinatus	.	+2	.	.	.	.	.
3. <u>Du Nitelletum tenuissimae</u>							
Nitella tenuissima	+2	+2	+2	4.4	.	.	.
Myriophyllum exallescens	+2	1	+2	1.3	.	+2	+2
4. <u>Du Najetum flexilis</u>							
Najas flexilis	+2	+2	+2	+2	3.4	5.5	4.4
5. <u>Du Scirpetum americanum</u>							
Sagittaria rigida	.	+3	+3	+3	.	3.3	2.3
Scirpus americanus	.	.	+3	+1	1.1	3.4	+1
Sagittaria cuneata	.	.	.	.	1.3	.	.
6. <u>Du Sagittarietum latifoliae</u>							
Sagittaria latifolia	.	+2	+3	2.3	+1	+1	+2
7. <u>Du Sparganietum eurycarpum</u>							
Sparganium eurycarpum	.	.	.	.	+2	.	.
8. <u>Compagnes hygrophiles</u>							
Callitriche stagnalis	+2	.	.	.	2.3	.	.
Pontederia cordata	.	.	.	.	1.2	.	.
Zizania aquatica	.	.	+2	.	+1	.	+2

* Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse

A: Elodeetum canadensis
B: Potamogetonetum nodosi

C: Nitelletum tenuissimae
D: Najetum flexilis

Liste des relevés

Relevé 1 : (7168)² ; 66 × 16 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 15 août 1967 ; mare récente.

Relevé 2 : (7195) ; 33 × 25 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 25 août 1967 ; mare.

Relevé 3 : (7167) ; 75 × 75 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 15 août 1967 ; mare récente.

Relevé 4 : (7177) ; 11 × 4 pi. ; transect no 14 ; dans une petite baie à l'extrémité est de l'île ; 17 août 1967 ; dépression avec environ 55 po. d'eau à marée basse.

Relevé 5 : (7135) ; 15 × 8 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 15 juillet 1967 ; petit étang.

Relevé 6 : (7165) ; 5 × 4 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 15 août 1967 ; dépression remplie d'eau même à marée basse.

Relevé 7 : (7170) ; 30 × 15 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 15 août 1967 ; étang avec 7 po. d'eau stagnante à l'intérieur d'une ancienne mare.

Composition floristique

À l'examen du tableau II qui réunit les relevés effectués dans ces groupements, on note l'exclusivité du *Potamogeton nodosus* aux relevés 2 et 3, la dominance d'*Elodea canadensis* dans le relevé 1, du *Nitella tenuissima* dans le relevé 4 et du *Najas flexilis* dans les relevés 5, 6 et 7. Ces espèces sont respectivement caractéristiques des associations portant leurs noms.

Caractères édaphiques

Un seul profil de sol fut étudié pour ces groupements. Il correspond au substrat du *Najetum flexilis*. C'est un loam limoneux à structure massive. Son taux de carbone ne dépasse pas 2.5%, celui de l'azote, 0.13% et le rapport C/N, 19.

Les résultats analytiques réunis dans les tableaux III et IV montrent que malgré un taux de saturation élevé, à cause de la capacité d'échange très basse, la somme des cations échangeables est peu élevée comparativement aux valeurs obtenues dans les autres associations.

² Entre parenthèses, le numéro de la fiche écologique conservée au Département d'écologie et de pédologie, Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval, Québec.

TABLEAU III

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Najetum flexilis* (profil 7165)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limons	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0-6	6.8	13	57	30	2.3	0.13	18	13.4
6-12	6.6	9	63	28	2.5	0.13	19	13.5

TABLEAU IV

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Najetum flexilis* (profil 7165)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100 g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0-6	76	8.9	3.8	0.2	1.0	0.34	14.24	106
6-12	60	10.1	4.5	0.3	0.8	0.11	15.81	117

SAGITTAIE LATIFOLIÉE

(*Sagittarietum latifoliae* Dansereau, 1959)

La sagittaire latifoliée forme des colonies presque pures sur les versants des ruisseaux, dans les anciennes mares pour la chasse aux canards ou sur des plateaux mal égouttés.

Liste des relevés

Relevé 1 : (7180) ; 33 × 33 pi. ; transect no 7 ; 3 milles 1/2 environ à l'est du quai de Sainte-Famille ; 18 août 1967 ; ancienne mare.

Relevé 2 : (7176) ; 33 × 33 pi. ; transect no 14 ; dans une petite baie à l'extrémité est de l'île d'Orléans ; 17 août 1967 ; ancienne mare.

Relevé 3 : (7171) ; 66 × 16 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 16 août 1967 ; sur les bords d'une mare.

Relevé 4 : (7168) ; 66 × 16 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 15 août 1967 ; sur les bords d'une mare.

Relevé 5 : (7195) ; 33 × 25 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 25 août 1967 ; sur les bords d'une mare.

Relevé 6 : (7190) ; 33 × 33 pi. ; transect no 4 ; un mille à l'est du quai de Sainte-Famille ; 23 août 1967 ; dans une légère dépression au sommet de la première terrasse.

Relevé 7 : (7149) ; 33 × 33 pi. ; transect no 8 ; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 juillet 1967 ; sommet déprimé d'une terrasse.

Relevé 8 : (7169) ; 33 × 33 pi. ; transect no 13 ; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 15 août 1967 ; ancienne mare.

Relevé 9 : (7138) ; 33 × 33 pi. ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 18 juillet 1967 ; sommet déprimé d'une terrasse.

Relevé 10 : (7209) ; 33 × 33 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 30 juillet 1967 ; ancienne mare.

Relevé 11 : (7111) ; 33 × 33 pi. ; transect no 1 ; un mille à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 4 juillet 1967 ; sommet de la première terrasse.

Relevé 12 : (7166) ; 30 × 15 pi. ; transect no 13 ; sur les bords de la rivière du Moulin ; 15 août 1967 ; sur une pente forte à exposition ouest.

Relevé 13 : (7125) ; 30 × 15 pi. ; transect no 13 ; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 18 juillet 1967 ; versant d'un ruisseau à exposition sud.

Tableau V. - *Sagittaria latifolia*

ASSOCIATION	SAGITTARIETUM LATIFOLIAE												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A. SUBSTRAT													
Altitude (pieds)*	10	8	10	10	10	10	11	11	10	11	9	8	8
Pente (%)	1	0	2	2	0	0	0	1	0	2	1	45	10
Exposition	N	-	N	N	-	-	-	N	-	S	N	S	W
B. VEGETATION													
a) RECouvreMENT DES STRATES (%)													
herbacée supérieure (hs)	80	50	85	100	20	95	80	90	100	95	80	100	100
herbacée inférieure (hi)	70	60	80	1	95	20	75	80	5	5	2	0	0
b) COMPOSITION FLORISTIQUE													
1. Du Sagittarietum latifoliae													
<i>Sagittaria latifolia</i>	5.5	4.4	3.4	5.4	5.5	4.4	4.5	4.4	3.5	5.5	4.5	5.5	5.5
2. Du Scirpetum americanii													
<i>Scirpus americanus</i>	+1	+3	5.5	+1	+1	2.3	+1	2.4	.	.	+2	.	.
<i>Bidens hyperborea</i>	2.2	3.4	+2	+2	+2	+2	1.2	1.2	.	+2	.	.	.
<i>Sagittaria rigida</i>	+3	1.5	.	+1	.	+2	3.5	.	+2	1.1	+1	.	.
<i>Alisma subcordatum</i>	+1	+1	1.1	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis halophila</i>	.	.	2.4	.	.	1.3	2.3	.	.	.	.	.	.
<i>Sium suave</i>	+1	+1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	1.3	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus nodosus</i>	.	.	2.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sagittaria cuneata</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3. Du Scirnetum validi													
<i>Scirpus validus</i>	+2	.	.	.	.	.	+2	.	.	+2	.	.	.
4. Du Najetum flexilis													
<i>Najas flexilis</i>	.	.	.	2.4	+2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Callitriche stagnalis</i>	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myriophyllum exalbescens</i>	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.
5. Du Sparganietum eurycarpi													
<i>Sparganium eurycarpum</i>	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6. Compagnes d'endroits très humides													
<i>Zizania aquatica</i>	1.3	2.2	+2	2.3	1.3	4.4	2.4	4.4	5.5	2.3	+1	3.4	2.2
<i>Leersia oryzoides</i>	+3	2.3	+3	.	.	.	+3	+2	.	.	.	.	.
7. Compagnes des vases fraîchement remués													
<i>Cyperus diandrus</i>	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Limosella subulata</i>	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindernia dubia</i>	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8. Compagnes non classées													
<i>Lythrum salicaria</i>	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum palustre</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

* Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse

Composition floristique

Elle varie suivant le microhabitat. Extrêmement simple sur les bords des ruisseaux (relevés 12 et 13 du tableau V) où la fixation est difficile, elle se réduit aux deux espèces suivantes : *Sagittaria latifolia* et *Zizania aquatica* var. *brevis*. À ces deux espèces viennent parfois s'ajouter des espèces strictement aquatiques, vestiges de l'étape précédente dans cette hydrosère. Telles sont : *Najas flexilis*, *Myriophyllum exalbescens* et *Potamogeton nodosus*. Là où les vases sont déjà mieux consolidées, on trouve en plus : *Scirpus americanus*, *Bidens*

hyperborea, *Sagittaria rigida*, *Leersia oryzoides*.

Caractères édaphiques

Le profil de sol sous une colonie de *Sagittaria latifolia* correspondait à celui d'un régosol gleyifié. Parmi les propriétés chimiques rapportées dans les tableaux VI et VII, le taux de saturation mérite une attention spéciale. Rappelons d'abord que celui-ci a été calculé en comparant la somme des bases échangeables à la capacité d'échange et en ramenant ce rapport à 100. Pour la plupart des échantillons prélevés dans le sol

de la prairie riparienne, comme c'est le cas ici, le taux de saturation excède 100%. Il est à remarquer aussi, que pour les mêmes échantillons de sol, la teneur en calcium est élevée. Il est possible qu'en plus du calcium présent sous forme de cations échangeables, une certaine quantité de cet élément ait été présente sous forme de molécules de CaCO_3 ou de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Le dosage au moyen du spectrophotomètre à absorption atomique ne permettant pas de faire la distinction entre les deux, les données pour cet élément seraient donc supérieures à la réalité, ce qui contribuerait indirectement à hausser le taux de saturation.

Pour le reste, ce profil n'offre rien de particulier. Signalons seulement le taux élevé, en surface, de l'ion calcium : 11.1 m.é./100 g. Cette préférence des *Sagittaria* spp. pour les sols légèrement calcaires a déjà été signalée par plusieurs auteurs (Fassett, 1940 et Muenscher, 1944, in Dansereau, 1945).

SCIRPAIE AMÉRICAINNE

(*Scirpetum americanum* Dansereau, 1959)

Cette association (tableau VIII), caractérisée par la présence constante du

Scirpus americanus, occupe la partie inférieure de la zone intertidale. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la limite des vases dénudées, de nouvelles espèces viennent s'ajouter au *Scirpus americanus*. Il en résulte une disposition de la végétation en zones parallèles dont chacune a une physionomie caractéristique. Nous avons effectué des relevés phytosociologiques dans chacune de ces zones et la compilation de ceux-ci nous a amenés à diviser le *Scirpetum americanum* en quatre sous-associations et deux variantes.

a) SCIRPAIE AMÉRICAINNE TYPIQUE

(*Scirpetum americanum* (Dansereau, 1959), s.n. *scirpetosum* n.n.)

Grâce à ses rhizomes profondément enfouis, le *Scirpus americanus* peut résister à l'action des vagues et des glaces. Là où la force mécanique des marées d'eau douce atteint son maximum il constitue, selon Marie-Victorin (1935), le seul élément de la végétation intertidale. Pour notre part, nous avons constaté que le *Scirpetum americanum* occupe effectivement une bonne partie de la zone intertidale, mais pour ce qui est

TABLEAU VI

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Sagittarietum latifoliae* (profil 7166)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0- 2	6.8	8	61	31	3.9	0.18	22	16.5
2- 6	6.8	8	62	30	3.2	0.14	23	12.8
6-12	6.7	7	69	24	3.6	0.15	24	14.1
12-18	6.7	8	67	25	3.5	0.16	22	13.3
18-24	6.8	6	67	27	2.5	0.14	18	12.1

TABLEAU VII

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Sagittarietum latifoliae* (profil 7166)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 2	41	11.1	4.4	0.4	1.1	0.05	17.05	103
2- 6	41	10.3	4.2	0.2	1.0	0.26	15.96	123
6-12	36	10.0	3.9	0.3	1.1	0.50	15.80	124
12-18	36	9.7	2.9	0.3	1.1	0.44	14.44	112
18-24	40	9.7	3.7	0.3	1.1	0.35	15.15	125

de la sous-association typique elle n'est présente que sporadiquement. Elle est alors comprise entre la limite supérieure des vases dénudées et la zone occupée par la sous-association à *Sagittaria rigida*.

Liste des relevés

Relevé 1 : (7143) ; 33 × 33 pi. ; transect no 14 ; dans une petite baie à un mille de l'extrémité est de l'île d'Orléans ; 20 juillet 1967 ; juste au-dessus de la limite des vases dénudées.

Relevé 2 : (7197) ; 33 × 33 pi. ; transect no 10 ; à un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 25 août 1967 ; partie inférieure de la première terrasse.

Relevé 3 : (7163) ; 33 × 33 pi. ; transect no 13 ; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 15 août 1967 ; partie inférieure de la première terrasse.

Composition floristique

C'est une prairie riparienne dominée par *Scirpus americanus* accompagné de quelques individus de *Zizania aquatica* var. *brevis*.

Caractères édaphiques

Nous n'avons malheureusement pas fait de profil de sol ni prélevé d'échantillons dans cette zone.

b) SCIRPAIE AMÉRICAINE À SAGITTARIA RIGIDA

(*Scirpetum americanum* Dansereau, 1959 *sagittarietosum rigidae* n.n.)

Là où la scirpaie américaine typique n'est pas présente, la sous-association à *Sagittaria rigida* forme la première zone de végétation à la limite des vases dénudées.

Liste des relevés

Relevé 4 : (7123) ; 33 × 33 pi. ; transect no 13 ; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 11 août 1967 ; partie moyenne de la première terrasse.

Relevé 5 : (7132) ; 33 × 33 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 juillet 1967 ; partie moyenne inférieure de la première terrasse.

Relevé 6 : (7136) ; 33 × 33 pi. ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe

de la Croix ; 18 juillet 1967 ; partie inférieure de la première terrasse.

Relevé 7 : (7102) ; 33 × 33 pi. ; transect no 11 ; 500 pi. à l'est du quai près de la Pointe de la Croix.

Relevé 8 : (7110) ; 33 × 33 pi. ; transect no 1 ; un mille à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 4 juillet 1967 ; partie inférieure de la première terrasse.

Composition floristique

Cette sous-association est, elle aussi, très pauvre en espèces. Elle en compte trois seulement : *Sagittaria rigida* qui occupe la strate inférieure de ce groupement, *Scirpus americanus* et *Zizania aquatica* var. *brevis* qui forment la strate supérieure.

Cette sous-association diffère beaucoup de l'association à *Sagittaria rigida* décrite par Dansereau (1945). Aucune des espèces qu'il signale comme exclusives à cette association n'apparaît dans nos relevés. Il semble d'ailleurs que l'habitat soit assez différent puisque, selon cet auteur, le *Sagittarietum rigidae* serait une association franchement aquatique, toujours submergée. Le groupement que nous décrivons occupe un milieu humide puisqu'il est recouvert par les eaux de la marée deux fois par jour, mais il n'est pas continuellement submergé.

Caractères édaphiques

Les caractères édaphiques de la sous-association à *Sagittaria rigida* sont à peu de chose près ceux qui prévalent dans toutes les sous-associations de *Scirpetum americanum*. Nous les décrivons donc en détail quitte à y faire appel dans les descriptions subséquentes. Les résultats analytiques compilés dans les tableaux IX et X serviront de base pour cette description.

Le sol que colonise la sous-association à *Sagittaria rigida* et, en général,

l'association à *Scirpus americanus*, est peu évolué et il est caractérisé par une absence presque complète d'humus. Il est constitué essentiellement de limon déposé récemment. D'après le système canadien (NSSC, 1963), il s'agit d'un régosol gleyifié ou régo-gley.

Dansereau (1945), dans sa description du *Sagittarietum rigidae*, donne comme caractéristiques du substratum : texture du sol variable, mais ordinairement de l'argile et pourcentage de matière organique assez élevé à cause de la décomposition des plantes sur place. Tel n'est pas le cas dans la section estuarienne où les débris des plantes sont constamment balayés par la marée. Les conditions de sédimentation sont aussi très différentes. Dansereau (*op. cit.*) a étudié les associations qui se partagent la beine du lac Saint-Louis. La déposition se faisant en eau plutôt calme, les particules très fines peuvent sédimenter. Sur les battures de l'île d'Orléans, où la déposition se fait en eau agitée, nous avons trouvé un faible pourcentage d'argile (8.6% en moyenne). La fraction sable, restreinte au sable fin et très fin, représente en moyenne 20% des matériaux de base. La fraction limon est de beaucoup la plus importante. Elle varie entre 68 et 73%. Reportés sur l'abaque, ces résultats indiquent qu'il s'agit d'un loam limoneux. Or, d'après Duchaufour (1960), cette texture est souvent très défavorable. Les particules intermédiaires (limon) ne sont pas douées de propriétés colloïdales, comme les particules argileuses par exemple ; elles ne peuvent donc pas, selon cet auteur, contribuer à la formation d'agrégats. Par contre, elles sont suffisamment fines pour permettre un colmatage des pores grossiers, ce qui entraîne une diminution considérable de l'aération et de la perméabilité. La forte proportion de limon, l'absence presque

Tableau VIII. - Scirpaie américaine

ASSOCIATION																
SOUS-ASSOCIATION	SCIRPETOSUM AM.			SAGITTARIETOSUM RIGIDAE												
VARIANTE	à Scirpus amer.			à Sagittaria rigida					à Sagittaria cuneata							
Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A. SUBSTRAT																
Altitude (pieds)*	6	6	4	8	4	6	5	4	8	9	8	9	8	8	8	10
Pente(°)	2	5	3	1	1	1	2	2	2	0	5	5	0	1	3	1
Exposition	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-	N	N	-	N	N	S
B. VEGETATION																
a) RECouvreMENT DES STRATES (‰)																
herbacée supérieure (hs)	100	70	50	50	75	70	75	40	95	50	70	100	90	70	95	60
herbacée inférieure (hi)	10	5	1	10	5	5	0	40	85	50	25	50	2	50	20	100
b) COMPOSITION FLORISTIQUE																
1. Du Scirpetum americanum																
Scirpus americanus	5.5	4.5	3.5	4.5	4.5	5.5	4.5	3.4	4.5	4.4	4.5	5.5	4.5	4.5	5.5	2.0
2. Du sagittarietosum rigidae																
Sagittaria rigida	.	.	.	+2	+1	+1	+1	3.4	.	.	.	+1	+2	.	.	+1
3. Du sagittarietosum cuneatae																
Sagittaria cuneata	+2	4.4	4.4	3.3	3.4	3.3	3.3	2.3	5.1
4. Du sagittarietosum cuneatae var. à Sium suave																
Sium suave
Eleocharis halophila
Ridens hyperborea	+1	.	.	.	.	.	.	+2	+2	+2
Alisma subcordatum
Juncus nodosus
5. De l'eupatoriotosum perfoliatae																
Eupatorium perfoliatum
Triglochin maritima
Aster simplex
Deschampsia cespitosa
Juncus balticus
6. Du Spartinetum pectinatae																
Spartina pectinata
7. Du Salicetum fragilis et du Salicetum rigidae																
Calla palustris
Equisetum palustre
Iris versicolor
Equisetum fluviatile
Galium palustre
Amphicarpa bracteata
Eupatorium maculatum
8. Du Salicetum rigidae																
Potentilla anserina
Scirpus rubrotinctus
Sanguisorba canadensis
9. Du Sparganietum eurycarpi																
Sparganium eurycarum
Eleocharis palustris
10. Du Scirpetum validi																
Scirpus validus
11. Du Sagittarietosum latifoliae																
Sagittaria latifolia	1.3	+1	.	.	+3	.
12. Esrbces compagnes																
Zizania aquatica	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+1	1.1	2.3	3.3	+2	+3	+2	+2	1.4
Leersia oryzoides
Mimulus ripens
Iythrum salicaria
Lyssimachia terrestris
Carex lanuginosa
Dulichium arundinaceum
Lycopus americanus
Polygonum hydropiper
Menvanthes trifoliata
Ranunculus cymbalaria
Polygonum punctatum
Scutellaria lateriflora
Polygonum sagittatum
Mentha canadensis
Lycopus uniflorus

En outre dans les relevés: n°20: Alisma triviale; n°24: Scutellaria epilobiifolia: +2; n°33: Lindernia dubia; epilobiifolia: +3; Butomus umbellatus: +1, Juncus tenuis: 2.3; n°38: Calamagrostis canadensis: +1; n°39: Solidago

*Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse.

complète de colloïdes et aussi la présence de sels de sodium qui agiraient comme agents défloculants dans le sol (Marcoux, 1964) empêchent la formation d'agrégats. Ceci confère au sol une structure particulaire massive, peu perméable à l'eau. Ainsi, après le retrait de la marée, seuls les premiers pouces de sol sont saturés d'eau.

Le sol des battures s'acidifie lorsqu'il est exposé à l'air libre. Mesuré sur le terrain, immédiatement après le prélèvement, le pH varie entre 8.0 et 8.5. Selon Marcoux (*verbatim*), un pH aussi élevé est l'indice d'un sol salin. En laboratoire, le pH des mêmes échantillons se maintient autour de la neutralité (extrêmes : 6.8 et 7.0).

TABLEAU IX

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol
du *Scirpetum americanum sagittarietosum rigidum* (profil 7102)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0- 3	6.8	4	72	24	2.7	0.15	18	13.0
3- 6	6.9	10	70	20	2.5	0.15	17	16.3
6-12	6.8	10	71	19	2.4	0.15	16	15.0
12-18	6.9	10	68	22	2.4	0.16	15	15.5
18-24	7.0	9	73	18	2.1	0.15	14	14.0

TABLEAU X

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Scirpetum americanum sagittarietosum rigidum* (profil 7102)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100 g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 3	39	9.9	3.9	0.3	0.6	0.15	14.85	115
3- 6	27	16.5	3.9	0.3	0.7	0.34	21.74	133
6-12	25	8.4	2.4	0.4	0.8	0.14	12.14	81
12-18	20	10.9	3.4	0.4	0.7	0.18	15.58	100
18-24	20	10.5	3.0	0.4	0.9	0.15	14.95	107

Pour ce qui est du régime nutritif, la scirpaie américaine à *Sagittaria rigida* occupe un sol riche en cations échangeables, mais pauvre en matière organique, en azote et en phosphore disponible. Ce sont les ions du calcium qui contribuent en très grande partie à élever la somme des cations échangeables. La teneur moyenne pour les 5 échantillons est de 11.2 m.é./100 g. Par ailleurs, la capacité d'échange n'étant pas très élevée (en moyenne 16 m.é./100 g), le taux de saturation excède 100% dans la plupart des cas. Ceci est vrai pour la plupart des échantillons provenant de la prairie riparienne, mais non pour ceux de la saulaie à *Salix fragilis*.

c) SCIRPAIE AMÉRICAINE À *SAGITTARIA CUNEATA*

(*Scirpetum americanum* Dansereau, 1959b *sagittarietosum cuneatae* n.n.)

Cette sous-association du *Scirpetum americanum* est caractérisée par une autre sagittaire : *Sagittaria cuneata*. Elle peut être divisée, suivant son cortège floristique, en deux variantes : la variante typique ou variante à *Sagittaria cuneata* et la variante à *Sium suave* (tableau VIII).

1) Variante à *Sagittaria cuneata*

La zone occupée par cette variante est comprise entre celle de la sous-association à *Sagittaria rigida* et celle de la sous-association à *S. cuneata* var. à *Sium suave*.

Liste des relevés

Relevé 9 : (7133) ; 33 × 16 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 juillet 1967 ; partie moyenne de la première terrasse.

Relevé 10 : (7103) ; 33 × 33 pi. ; transect no 3 ; environ 400 pi. à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 27 juin 1967 ; partie moyenne de la première terrasse, pente faible.

Relevé 11 : (7148) ; 33 × 33 pi. ; transect no 8 ; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 juillet 1967 partie moyenne inférieure de la première terrasse, pente faible.

Relevé 12 : (7202) ; 33 × 33 pi. ; transect no 2 ; environ 1000 pi. à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 29 août 1967 ; partie inférieure de la première terrasse, pente faible.

Relevé 13 : (7112) ; 33 × 33 pi. ; transect no 1 ; un mille à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 4 juillet 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.

TABLEAU XI

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Scirpetum americanum sagittarietosum cuneatae* var. à *Sagittaria cuneata* (profil 7203)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
					%			
0-3	7.0	10	66	24	3.6	0.18	20	17.9
3-6	7.0	8	70	22	2.4	0.13	18	12.8
6-12	6.9	10	68	22	2.4	0.12	20	14.2
12-18	6.8	13	59	28	2.6	0.10	26	17.0
18-24	6.7	10	56	34	2.4	0.10	24	13.7

TABLEAU XII

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Scirpetum americanum sagittarietosum cuneatae* var. à *Sagittaria cuneata* (profil 7203)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0-3	34	16.4	5.5	0.4	0.7	0.22	23.22	129
3-6	71	6.9	2.6	0.2	0.5	0.12	10.32	80
6-12	51	8.1	2.8	0.2	0.5	0.21	11.81	83
12-18	51	9.5	3.2	0.2	0.5	0.27	13.67	80
18-24	44	9.1	3.1	0.2	0.6	0.25	13.25	96

Relevé 14 : (7137) ; 33 × 33 pi. ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 18 juillet 1967 ; partie moyenne inférieure de la première terrasse.

Relevé 15 : (7144) ; 33 × 33 pi. ; transect no 14 ; dans une petite baie à l'extrémité est de l'île d'Orléans ; partie inférieure de la zone intertidale.

Relevé 16 : (7203) ; 33 × 33 pi. ; transect no 2 ; environ mille pieds à l'ouest du quai de Sainte-Famille, partie supérieure légèrement déprimée de la première terrasse.

Composition floristique

Le couvert végétal est composé de peu d'espèces (tableau VIII). Par contre, elles ont des coefficients d'abondance-dominance très élevés. *Scirpus americanus* et *Zizania aquatica* var. *brevis* forment la strate herbacée supérieure et recouvrent en moyenne 75% de la superficie. La strate herbacée inférieure a un recouvrement moyen de 50%. Elle est composée presque exclusivement de *Sagittaria cuneata*.

Caractères édaphiques

Les résultats détaillés des analyses de sol se trouvent dans les tableaux XI et XII.

Le substratum de la sous-association à *Sagittaria cuneata* var. à *Sagittaria cuneata* est, à peu de chose près, identique à celui que nous avons décrit précédemment. Cependant, le pourcentage de carbone est un peu plus élevé alors que celui de l'azote est un peu inférieur. En conséquence, le rapport C/N est plus élevé : 22 comparativement à 16 dans la sous-association précédente.

2) Variante à *Sium suave*

Le *Sium suave* avec son feuillage re-luisant donne une physionomie caractéristique à la zone colonisée par cette variante de la scirpaie américaine. Elle forme une ceinture presque continue tout le long des battures.

Liste des relevés

Relevé 17 : (7127) ; 33 × 19 pi. ; transect no 12 ; un mille à l'est du quai près de la Pointe de la Croix ; 13 juillet 1927 ; partie moyenne de la première terrasse, pente douce.

Relevé 18 : (7146) ; 33 × 33 pi. ; transect no 14 ; dans une petite baie à l'extrémité est de l'île d'Orléans ; 20 juillet 1967 ; partie moyenne de la première terrasse.

- Relevé 19 : (7158) ; 33 × 33 pi. ; transect no 7 ; 3 milles ½ à l'est du quai de Sainte-Famille ; 8 août 1967 ; sommet de la première terrasse.
- Relevé 20 : (7134) ; 33 × 33 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 15 juillet 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.
- Relevé 21 : (7124) ; 33 × 33 pi. ; transect no 13 ; à l'embouchure de la rivière du Moulin ; 11 juillet 1967 ; partie inférieure de la deuxième terrasse.
- Relevé 22 : (7164) ; 33 × 33 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenay ; 15 août 1967 ; partie inférieure de la deuxième terrasse.
- Relevé 23 : (7153) ; transect no 8 ; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 2 août 1967 ; partie moyenne de la première terrasse.
- Relevé 24 : (7151) ; transect no 8 ; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 juillet 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.
- Relevé 25 : (7204) ; transect no 2 ; à 1000 pi. environ à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 29 août 1967 ; partie moyenne de la première terrasse.
- Relevé 26 : (7101) ; transect no 11 ; 500 pi. environ à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 16 juin 1967 ; partie moyenne inférieure de la deuxième terrasse.
- Relevé 27 : (7113) ; transect no 1 ; un mille à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 4 juillet 1967 ; partie inférieure de la deuxième terrasse.
- Relevé 28 : (7139) ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 18 juillet 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.
- Relevé 29 : (7129) ; transect no 12 ; un mille à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 13 juillet 1967 ; sommet de la première terrasse.
- Relevé 30 : (7128) ; transect no 12 ; un mille à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 13 juillet 1967 ; partie moyenne de la première terrasse.
- Relevé 31 : (7181) ; transect no 7 ; 3 milles ½ à l'est du quai de Sainte-Famille ; 18 août 1967 ; sommet de la première terrasse.
- Relevé 32 : (7105) ; transect no 3 ; 400 pieds à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 28 juin 1967 ; sommet de la première terrasse.
- Relevé 33 : (7205) ; transect no 2 ; 1000 pi. à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 29 août 1967 ; sommet de la première terrasse.

Composition floristique

En plus de *Sium suave* déjà mentionné, du *Scirpus americanus* et du *Sagittaria cuneata*, ce groupement compte une quinzaine d'autres espèces dont plusieurs ont un coefficient de présence élevé (tableau VIII, relevés 17 à 33). Telles sont, entre autres : *Eleocharis halophila*, *Bidens hyperborea* et *Alisma subcordatum* qui peuvent être considérées comme des espèces différentielles de cette variante.

TABLEAU XIII

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Scirpetum americanum sagittarietosum cuneatae* var. à *Sium suave* (profil 7101)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0-2	6.6	8	62	30	3.0	0.16	19	13.2
2-6	6.8	7	60	33	2.6	0.15	18	14.5
6-12	6.5	13	71	26	2.2	0.12	18	10.7

Caractères édaphiques

Le profil type est un régosol gleyifié sans horizon organique discernable à l'oeil. Les résultats de l'analyse mécanique (tableau XIII) indiquent une moyenne de 9% d'argile, de 30% de sable fin et de 64% de limon dans les échantillons. Il s'agit donc d'un loam limoneux comme dans les profils précédents.

Pour ce qui est du régime nutritif, les résultats d'analyse sont rapportés dans le tableau XIV. En les comparant à ceux que nous avons cités dans la description de la prairie riparienne à *Scirpus americanus*, s.-ass. à *Sagittaria cuneata* typique, on constate que, loin d'être plus riche en éléments nutritifs comme on pourrait s'attendre en se basant sur l'enrichissement du couvert végétal, le régime nutritif, au contraire, accuse une diminution sur le précédent. La capacité d'échange est de 13.2 m.é./100g contre 17.9 m.é./100g et la somme des cations dosés, de 13.3 m.é./100g contre 23.22 m.é./100g. Ces valeurs sont celles mesurées en surface. Toutefois, étant donné qu'un seul profil type a été fait dans l'une et l'autre variante, une certaine réserve est à apporter dans l'interprétation des résultats.

d) SCIRPAIE AMÉRICAINE À *EUPATORIUM PERFOLIATUM*

(*Scirpetum americanum* Dansereau, 1959 *eupatorietosum perfoliatum* n.n.)

La zone occupée par la sous-association à *Eupatorium perfoliatum* fait suite à celle du *Sium suave* dans la série physiographique.

Liste des relevés

Relevé 34 : (7193) ; 33 × 33 pi. ; transect no 4 ; un mille à l'est du quai de Sainte-Famille ; 23 août 1967 ; pente douce.

Relevé 35 : (7107) ; 33 × 33 pi. ; transect no 3 ; 500 pi. à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 29 juin 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.

Relevé 36 : (7117) ; 33 × 33 pi. ; transect no 11 ; 500 pi. à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 10 juillet 1967 ; sommet de la deuxième terrasse.

Relevé 37 : (7141) ; 33 × 33 pi. ; transect no 12 ; un mille à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 19 juillet 1967 ; sommet de la première terrasse.

Relevé 38 : (7161) ; 33 × 33 pi. ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 août 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.

TABLEAU XIV

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Scirpetum americanum sagittarietosum cuneatae* var. à *Sium suave* (profil 7101)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 2	150	8.3	3.6	0.4	0.9	0.1	13.3	100
2- 6	48	9.3	3.8	0.2	1.1	0.15	14.55	100
6-12	53	6.9	3.2	0.2	1.0	0.17	12.10	113

Relevé 39 : (7179) ; 66 × 16 pi. ; transect no 14 ; dans une petite baie à l'extrémité est de l'île ; 17 août 1967 ; sur une pente assez forte à exposition ouest.

Relevé 40 : (7114) ; 33 × 33 pi. ; transect no 1 ; un mille à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 4 juillet 1967 ; partie moyenne de la deuxième terrasse.

Relevé 41 : (7201) ; 66 × 16 pi. ; transect no 2 ; à 1000 pi. environ à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 28 août 1967 ; sommet de la première terrasse.

Composition floristique

Le couvert végétal, très dense en raison des nombreuses espèces présentes, est réparti en deux strates. La strate herbacée supérieure, dont le recouvrement moyen est de 88%, est occupée principalement par *Scirpus americanus* ici à la limite supérieure de sa distribution, par *Eupatorium perfoliatum* dont la présence est exclusive à ce groupement et par *Lythrum salicaria* et *Aster simplex*. La

TABLEAU XV

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Scirpetum americanum eupatorioides perfoliatum* (profil 7201)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0-1/2	6.9	5	45	50	5.3	0.36	15	24.6
1/2- 6	6.2	10	56	34	4.0	0.18	22	16.9
6-12	6.5	10	66	24	1.9	0.10	19	11.9
12-18	6.8	9	71	20	2.1	0.12	18	12.6
18-24	6.6	10	54	36	2.5	0.11	22	13.9

TABLEAU XVI

Régime nutritif d'un profil type du sol du *Scirpetum americanum eupatorioides perfoliatum* (profil 7201)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0-1/2	115	21.3	5.0	0.5	0.9	0.33	28.03	113
1/2- 6	98	11.1	4.4	0.2	0.7	0.19	16.59	98
6-12	105	9.0	3.1	0.14	0.6	0.24	13.08	108
12-18	78	7.2	2.2	0.2	0.6	0.15	10.35	82
18-24	98	9.9	2.8	0.2	0.7	0.19	13.79	98

strate herbacée inférieure, moins dense (recouvrement moyen de 58%), comprend entre autres espèces : *Juncus balticus*, *Triglochin maritima*, *Deschampsia cespitosa* et *Lysimachia terrestris*.

Caractères édaphiques

Le profil type du sol de cette sous-association ne présente pas de différences notables par rapport au substratum des autres sous-associations du *Scirpetum americanum*. C'est un régosol gleyifié d'après le système canadien de la classification des sols (NSSC, 1963). Le taux de carbone est plus élevé en surface (5.3%) que dans les autres horizons (2.3% de 18 à 24 po. de profondeur). Le pourcentage d'azote en surface est le double et même le triple de ce qu'il est dans les autres horizons (0.36% en surface comparativement à 0.18% de 1/2 à 6 po. de profondeur et à 0.11% de 18 à 24 po.) (tableau XV).

Par rapport au reste du *Scirpetum americanum*, les valeurs obtenues en surface pour la capacité d'échange et la somme des cations échangeables sont presque le double (24.6 m.é./100g comparativement à 16.2 en moyenne dans les autres profils pour la capacité d'échange, 28.03 m.é./100g contre 17.1 en moyenne dans les profils précédents pour la somme des cations échangeables) (tableau XVI). Le reste du profil est en tout point semblable au profil type décrit pour la sous-association à *Sagittaria rigida*.

SCIRPAIE VIGOUREUSE

(*Scirpetum validi* n.n.)

(Syn. part. : *Scirpetum elatum* Dansereau, 1959)

(Syn. part. : *Scirpetum magdalense* Grandtner 1966b)

Scirpus validus forme des colonies dispersées à l'intérieur des autres grou-

pements végétaux, en particulier à l'intérieur de la scirpaie américaine.

Liste des relevés

Relevé 1 : (7150) ; 25 × 20 pi. ; transect no 8 ; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 juillet 1967 ; sur une petite élévation de la première terrasse.

Relevé 2 : (7199) ; 20 × 12 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 25 août 1967 ; sommet de la deuxième terrasse.

Relevé 3 : (7207) ; 20 × 12 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 30 août 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.

Relevé 4 : (7208) ; 25 × 25 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 30 août 1967 ; sur une pente légère à exposition sud.

Relevé 5 : (7109) ; 12 × 10 pi. ; transect no 3 ; 500 pi à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 1er juillet 1967 ; sommet de la première terrasse.

Relevé 6 : (7185) ; 33 × 33 pi. ; transect no 6 ; 3 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 août 1967 ; sommet de la première terrasse.

Composition floristique

Les espèces que l'on rencontre habituellement avec *Scirpus validus* sont : *Scirpus americanus*, *Sagittaria cuneata*, *Zizania aquatica* var. *brevis* et *Sparganium eurycarpum*. Elles ont généralement un coefficient d'abondance-dominance inférieur à 2 (tableau XVII).

Caractères édaphiques

Le profil type du sol de l'association à *Scirpus validus* se rapproche beaucoup de celui du *Scirpetum americanum*. Le limon constitue la fraction minérale la plus importante, ce qui confère au sol une structure massive (tableau XVIII). Contrairement à Grandtner (1966b) qui a trouvé un groupement de *Scirpus validus* var. *creber* sur un sol constitué de

tourbe mésotrophe faiblement acide (pH : 6.0), nous n'avons trouvé qu'une très légère accumulation de carbone en surface (3.7%). L'acidification est aussi moins prononcée (pH : 6.6 en surface).

Le rapport C/N varie entre 16 et 18. La capacité d'échange est légèrement plus élevée (tableau XIX) que celle du substrat du *Scirpetum americanum*, mais la somme des cations échangeables est à peu près

Tableau XVII. - Scirpaie vigoureuse

ASSOCIATION	SCIRPETUM VALIDI					
	1	2	3	4	5	6
Numéro du relevé						
A) SUBSTRAT						
Altitude (pieds)*	7	10	10	10	9	12
Pente (°)	0	5	0	2	1	2
Exposition	-	N	-	S	S	S
B) VEGETATION						
a) RECOUVREMENT DES STRATES (%)						
herbacée supérieure (hs)	85	100	95	100	85	95
herbacée inférieure (hi)	60	25	1	25	30	95
b) COMPOSITION FLORISTIQUE						
1. <u>Du Scirpetum validi</u>						
Scirpus validus	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
2. <u>Du Scirpetum americanum</u>						
Scirpus americanus	4.4	2.4	+1	+1	1.1	.
Sagittaria cuneata	+3	+3	+1	+1	.	1.3
Sium suave	.	.	.	1.2	.	.
3. <u>Du Sparganietum eurycarpi</u>						
Sparganium eurycarpum	.	+3	.	+1	+2	1.4
4. <u>Du Sagittarietum latifoliae</u>						
Sagittaria latifolia	.	.	.	.	2.2	.
5. <u>Espèces compagnes</u>						
Zizania aquatica	+1	+2	1.3	.	1.2	.
Leersia oryzoides	.	.	.	3.4	.	4.5
Lycopus uniflorus	.	.	.	.	1.1	.
Lythrum salicaria	.	.	.	.	.	+2

* Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse

la même. Dansereau (1945) a signalé la similitude des exigences écologiques du *Scirpus americanus*, du *S. validus* et de l'*Eleocharis palustris* à l'égard du pourcentage de matière organique et de limon. Il semble, d'après nos résultats d'analyse, que cette similitude s'étend à la plupart des éléments nutritifs. *Eleocharis palustris* cependant réagit d'une façon différente par rapport au gradient-

immersion et, de ce fait, son aire de distribution maximum ne coïncide pas avec celle du *Scirpus americanus*.

SPARTINAIE PECTINÉE

(*Spartinetum pectinatae* Dansereau, 1959)

La spartinaie marque la séparation entre les groupements herbacés de la prairie riparienne et les groupements ligneux des saulaies.

TABLEAU XVIII

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Scirpetum validi* (profil 7109)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0- 1	6.6	9	61	30	3.7	0.21	18	17.7
1- 6	6.7	7	67	26	3.4	0.19	18	16.9
6-12	6.9	9	59	32	2.2	0.13	17	14.7
12-18	6.8	17	55	28	2.4	0.15	16	17.6
18-24	6.9	14	70	16	2.1	0.12	17	14.7

TABLEAU XIX

Régime nutritif d'un profil type du sol du *Scirpetum validi* (profil 7109)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 1	35	11.7	5.0	0.4	0.9	0.15	18.15	102
1- 6	33	12.8	5.0	0.3	1.1	0.24	19.44	115
6-12	33	7.2	2.5	0.2	1.1	0.13	11.13	75
12-18	28	11.9	5.2	0.3	1.3	0.38	19.08	108
18-24	41	9.9	3.8	0.3	1.3	0.33	16.63	113

Tableau XX, - *Spartinaie pectinée*

ASSOCIATION	SPARTINETUM PECTINATAE			
	1	2	3	4
Numéro de relevé				
A) SUBSTRAT				
Altitude (pieds)*	14	14	13	14
Pente (°)	1	2	2	0
Exposition	N	N	S	-
B) VEGETATION				
a) RECOUVREMENT DES STRATES (%)				
herbacée supérieure (hs)	100	100	90	90
herbacée inférieure (hi)	50	10	80	75
b) COMPOSITION FLORISTIQUE				
1. <u>Du <i>Spartinetum pectinatae</i></u>				
<i>Spartina pectinata</i>	5.5	5.5	3.4	3.4
2. <u>Des <i>Saliceti fragilis, rigidae et discoloris</i></u>				
<i>Equisetum palustre</i>	+ .2	+ .1	2.4	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	+ .3	.
<i>Iris versicolor</i>	.	.	.	+ .2
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	.	1.2
<i>Chelone glabra</i>	.	.	+ .2	.
<i>Caltha palustris</i>	.	.	+ .1	.
3. <u>Du <i>Salicetum rigidae et du Salicetum discoloris</i></u>				
<i>Scirpus rubrotinctus</i>	.	.	2.3	.
<i>Cicuta bulbifera</i>	.	.	+ .1	.
<i>Carex rostrata</i>	.	.	+ .1	3.3
4. <u>Du <i>Sparganietum eurycarpi</i></u>				
<i>Eleocharis palustris</i>	1.3	+ .1	.	2.4
<i>Sparganium eurycarpum</i>	.	.	+ .2	.
5. <u>Du <i>Scirpetum americani</i></u>				
<i>Sium suave</i>	+ .1	+ .1	2.1	1.1
<i>Sagittaria cuneata</i>	1.3	+ .1	+ .1	+ .1
<i>Scirpus americanus</i>	1.1	+ .4	.	+ .3
<i>Aster simplex</i>	+ .2	.	.	+ .2
<i>Triglochin maritima</i>	.	+ .1	.	.
6. <u>Espèces compagnes</u>				
<i>Lythrum salicaria</i>	+ .2	+ .2	+ .2	1.2
<i>Lysimachia terrestris</i>	+ .2	(1.3)	1.2	2.2
<i>Leersia oryzoides</i>	.	1.3	1.3	.
<i>Mentha canadensis</i>	.	+ .3	+ .2	.
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	(1.3)	2.3	.
<i>Mimulus ringens</i>	.	+ .2	+ .2	.
<i>Scutellaria epilobiifolia</i>	+ .2	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	+ .1	+ .1	.
<i>Carex lacustris</i>	.	.	.	+ .2
En outre dans les relevés: n° 3; <i>Butomus umbellatus</i> : + .2, <i>Rumex</i> sp: + .1; n° 4; <i>Eupatorium perfoliatum</i> : + .2, <i>Carex stricta</i> : + .2, <i>Calamagrostis canadensis</i> : 1.3				

* Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse.

Liste des relevés

- Relevé 1 : (7152) ; 33 × 16 pi. ; transect no 8 ; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 juillet 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.
- Relevé 2 : (7173) ; 33 × 33 pi. ; transect no 13 ; dans la baie comprise entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 16 août 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.
- Relevé 3 : (7187) ; 33 × 33 pi. ; transect no 8 ; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 2 août 1967 ; partie supérieure de la première terrasse.
- Relevé 4 : (7119) ; 33 × 33 pi. ; transect no 11 ; à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 10 juillet 1967 ; partie supérieure de la deuxième terrasse.

Composition floristique

Cette association (tableau XX) réunit à la fois des espèces à caractère plutôt terrestre, comme *Spartina pectinata*, *Carex rostrata*, *Aster simplex*, *Chelone glabra* et des plantes amphibies vraies, telles *Equisetum palustre*, *Eleocharis palustris*, *Sium suave*, *Sagittaria cuneata*.

Caractères édaphiques

Malgré la présence d'une flore à caractère plus terrestre, le sol, lui, ne présente pas de différences notables par rapport au reste de la prairie riparienne. Nous avons compilé dans les tableaux XXI et XXII les résultats des analyses des échantillons de sol prélevés dans l'association à *Spartina pectinata*.

Les teneurs moyennes en carbone (3.5%), en azote (0.16%), la capacité d'échange (15.6 m.é./100 g) et la somme des cations échangeables (15.3) sont du même ordre de grandeur que ceux des profils types du sol de la partie inférieure des battures. Pour ce qui est du phosphore disponible, nous en avons trouvé 45 ppm en surface, en profondeur, les teneurs varient entre 65 et 54 ppm. Curtis (1959) a analysé le sol des prairies humides (*wet prairies*) où pousse le *Spartina pectinata*. Les résultats qu'il a obtenus et les nôtres sont comparés dans le tableau XXIII.

Sans être les mêmes, on peut dire que ces résultats sont du même ordre de grandeur, à l'exception du calcium.

Pageau (1959) mentionne qu'il a trouvé *Spartina pectinata* sur un sol compact et sec en surface. Dansereau (1945) indique les fonds argileux ou vaseux (riches en limon) comme substrat habituel du *Spartinetum pectinatae*. Le tableau XXI rapporte des pourcentages allant de 3.5 à 14 pour l'argile, de 58 à 67 pour le limon et de 24 à 32 pour le sable. Il s'agit donc d'un loam limoneux.

RUBANAIE À GROS FRUITS

(*Sparganietum eurycarpi* Dansereau, 1959)

Les sommets légèrement déprimés des terrasses et, en général, les endroits mal égouttés de la zone intertidale sont souvent envahis par le *Sparganium eurycarpum* et ses espèces compagnes (tableau XXIV).

Liste des relevés

- Relevé 1 : (7126) ; 33 × 33 pi. ; transect no 13 ; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argentenaye ; 11 juillet 1967 ; dans une dépression.
- Relevé 2 : (7200) ; 66 × 16 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 25 août 1967 ; dépression marécageuse en bordure de la saulaie.
- Relevé 3 : (7131) ; 66 × 16 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 juillet 1967 ; dans une dépression.
- Relevé 4 : (7140) ; 33 × 33 pi. ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 18 juillet 1967 ; dans une dépression.
- Relevé 5 : (7184) ; 33 × 33 pi. ; transect no 6 ; 3 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 août 1967 ; sommet déprimé de la première terrasse.
- Relevé 6 : (7186) ; 33 × 33 pi. ; transect no 5 ; 2 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 22 août 1967 ; sommet de la première terrasse.
- Relevé 7 : (7192) ; 33 × 33 pi. ; transect no 4 ; un mille à l'est du quai de Sainte-Famille ; 23 août 1967 ; dans une dépression avec un pouce d'eau stagnante.

TABLEAU XXI

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol
du *Spartinetum pectinatae* (profil 7119)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limons	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0-½	6.8	3	65	32	3.3	0.17	19	13.3
½- 6	6.6	7	67	26	3.8	0.17	22	15.7
6-12	6.6	9	66	25	3.3	0.15	22	14.5
12-18	6.6	14	58	28	2.9	0.17	17	17.6
18-24	6.6	13	63	24	3.1	0.13	24	17.1

TABLEAU XXII

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Spartinetum pectinatae* (profil 7119)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g					Somme	Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺		
0-½	45	11.2	4.2	0.3	0.8	0.17	16.67	125
½- 6	65	10.7	4.4	0.3	0.9	0.14	16.44	105
6-12	52	10.7	4.1	0.2	1.0	0.30	16.30	112
12-18	58	9.7	4.4	0.3	1.0	0.30	15.70	89
18-24	54	6.9	3.1	0.2	1.0	0.30	11.40	67

TABLEAU XXIII

Propriétés chimiques du substratum des groupements
de *Spartina pectinata* au Wisconsin et à l'île d'Orléans

	Prairies humides Wisconsin	Zone intertidale de l'île d'Orléans
pH	6.2	6.8
Ca (ppm)	3900	2245
K (ppm)	90	135
P (ppm)	37	45

Composition floristique

Par rapport aux autres associations, *Sparganium eurycarpum* et *Eleocharis palustris* peuvent être considérés comme différentielles. À côté d'eux existent des espèces des saulaies arbustives et de la saulaie arborescente telles *Equisetum fluviatile*, *Equisetum palustre*, *Galium palustre*, *Impatiens capensis*. Toutes ces espèces se trouvent, le plus souvent, dans des endroits très humides. De plus, quelques espèces du *Scirpetum americanum* y présentent des coefficients de présence élevés. Ce sont : *Sagittaria cuneata*, *Sium suave*, *Bidens hyperborea*.

Caractères édaphiques

Dans son étude de l'influence des sédiments sur 13 associations du lac Saint-Louis, Dansereau (1945) a noté la présence du *Sparganium eurycarpum* sur un substratum argileux mêlé de débris organiques. Dans le cas du profil type de notre association nous avons obtenu les résultats suivants (tableau XXV) : 10% d'argile, 57% de limon et 33% de sable. Pour ce qui est des débris organiques, le profil a révélé effectivement de la ma-

tière organique non décomposée enfouie jusqu'à 18 pouces de profondeur. La teneur en carbone est de 7% dans les 6 premiers pouces du sol, donc presque deux fois plus élevée que dans le reste du profil. C'est aussi presque le double de ce qu'elle était dans les groupements du *Scirpetum americanum*. Le pourcentage d'azote étant aussi plus élevé, le rapport C/N (20 en moyenne) est à peu près le même que dans les autres associations. En outre, au taux plus élevé de matière organique, correspond une capacité d'échange plus élevée : 27.6 m.é./100 g en surface comparativement à 18.3 m.é./100 g en moyenne dans les sous-associations du *Scirpetum americanum*. Par contre, le taux de saturation étant bien inférieur, la somme des cations échangeables ne dépasse pas 20.4 m.é./100 g alors qu'elle atteint 28.8 m.é./100 g dans la scirpaie américaine. On peut remarquer également une différence dans le pH. La moyenne est de 5.8 dans la rubanaie à gros fruits comparativement à 6.7 dans la scirpaie américaine. La quantité de phosphore disponible est particulièrement élevée entre 12 et 24 pouces de profondeur.

TABLEAU XXV

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Sparganietum eurycarpi* (profil 7140)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0- 1	5.7	9	55	36	6.9	0.40	17	27.6
1- 6	5.4	8	59	33	7.0	0.35	20	23.7
6-12	5.6	11	57	33	4.8	0.21	23	22.5
12-18	6.2	12	68	20	4.4	0.19	22	19.2
18-24	6.2	14	52	34	3.4	0.17	20	13.8

TABLEAU XXVI

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Sparganietum eurycarpi* (profil 7140)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 1	30	13.4	4.4	0.4	2.0	0.20	20.40	74
1- 6	60	9.2	2.7	0.2	1.3	0.29	13.69	58
6-12	44	8.1	2.8	0.2	1.2	0.36	12.76	57
12-18	106	9.4	4.8	0.3	1.0	0.09	15.59	81
18-24	113	8.0	3.6	0.2	1.0	0.08	12.88	93

ROSELIÈRE LATIFOLIÉE

(*Typhetum latifoliae* n.n.)

(Syn. part : *Typhetum laurentianum* Danse-
reau, 1959 et Grandtner, 1966b)

Sur les battures de la rive nord, on peut trouver des colonies très denses mais peu nombreuses de *Typha latifolia*. Elles forment des enclaves à contours assez marqués à l'intérieur d'autres groupements végétaux.

Liste des relevés

Relevé 1 : (7160) ; 33 × 25 pi ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 août 1967 ; dans une dépression.

Relevé 2 : (7175) ; 25 × 15 pi. ; transect no 13 ; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argente-
naye ; 16 août 1967 ; dans une dépression recouverte d'eau stagnante.

Relevé 3 : (7193) ; 33 × 33 pi. ; transect no 6 ; 3 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 21 août 1967 ; pente très faible.

Composition floristique

Cette association compte peu d'espèces vu la tendance du *Typha latifolia* à former des communautés fermées inhibant l'installation des espèces compéti-

trices. Curtis (1959) a lui aussi noté la pauvreté floristique de la zone aquatique émergente dominée par *Typha latifolia*. Ce caractère semble assez constant, et c'est ce qui a fait dire à McNaughton (1966) qu'il n'existe probablement pas de communauté naturelle aussi universelle et aussi peu complexe que celle-ci.

Dans les colonies de *Typha latifolia* que nous avons inventoriées, nous avons remarqué l'absence de plusieurs espèces de la scirpaie américaine telles que : *Scirpus americanus*, *Sagittaria rigida*, *Zizania aquatica* var. *brevis*, *Eleocharis halophila*. On se souvient que le sol du *Scirpetum americanum* ne comporte pas d'horizon organique, qu'il est neutre à alcalin et riche en limon. Le substratum du *Typhetum latifoliae*, lui, est composé de sable mélangé de débris organiques peu décomposés et, par conséquent, il est acide. Ces différences expliquent peut-être, en partie, l'absence des espèces mentionnées plus haut.

Les quelques espèces qui accompagnent *Typha latifolia* ont leur aire de distribution maximum dans la partie supérieure des battures. Telles sont : *Equisetum fluviatile*, *Equisetum palustre*,

Tableau XXVII - Roselière latifoliée

ASSOCIATION	TYPHETUM LATIFOLIAE		
Numéro de relevé	1	2	3
A) SUBSTRAT			
Altitude (pieds)*	14	14	11
Pente (°)	-	-	1
Exposition	-	-	S
B) VEGETATION			
a) RECOUVREMENT DES STRATES (%)			
arbustive supérieure (as)	0	5	0
arbustive inférieure (ai)	0	5	1
herbacée supérieure (hs)	100	80	90
herbacée inférieure (hi)	40	70	90
b) COMPOSITION FLORISTIQUE			
I. STRATES LIGNEUSES			
1. <u>Du Salicetum fragilis</u>			
Salix fragilis	as	. 1.1	.
2. <u>Du Salicetum rigidae</u>			
Salix rigida	as/ai	. 1.1	+1
II. STRATE HERBACEE			
1. <u>Du Typhetum latifoliae</u>			
Typha latifolia		5.5	5.5
2. <u>Du Salicetum fragilis</u>			
Impatiens capensis		. +1	+2
Stachys palustris		. .	+3
3. <u>Du Salicetum rigidae</u>			
Cicuta bulbifera		. 1.1	.
4. <u>Des Saliceti fragilis,</u>			
<u>rigidae et discoloris</u>			
Equisetum fluviatile	+1	. .	+1
Equisetum palustre	. .	+1	+1
Galium palustre	. .	3.3	.
Eupatorium maculatum	. .	. .	+2
Iris versicolor	. .	. .	+1
Chelone glabre	. .	. .	+1
5. <u>Du Sparganietum eurycarpi</u>			
Sparganium eurycarpum	+1	+1	.
6. <u>Du Spartinetum pectinatae</u>			
Spartina pectinata	+1	.	+3
7. <u>Du Sagittarietum latifoliae</u>			
Sagittaria latifolia	. .	2.3	.
8. <u>Du Scirpetum americani</u>			
Aster simplex	+1	. .	+1
Sium suave	+1	. .	.
9. <u>Espèces compagnes</u>			
Lythrum salicaria	1.2	1.2	1.2
Mentha canadensis	1.2	(+3)	1.2
Leersia oryzoides	+3	+2	.
Lysimachia punctata	+1	. .	+2
Polygonum sagittatum	. .	+1	+2
Lycopus americanus	. .	. .	3.4
Dulichium arundinaceum	+3	. .	.
Lycopus uniflorus	. .	+2	.
Menyanthes trifoliata	+1	. .	.
En outre dans les relevés. n° 2: Alisma triviale: +1, Rorippa amphibia: +1; n°3: Galium asprellum: 1.3, Rorippa amphibia: +2, Scutellaria epilobiifolia: 1.3.			

* Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse.

Galium palustre, *Sparganium eurycarpum*. Très peu d'espèces du *Salicetum fragilis* se retrouvent dans le *Typhetum*, bien qu'il en soit, localement, peu éloigné. Signalons cependant *Salix fragilis*, *Impatiens capensis*, *Stachys palustris*.

Caractères édaphiques

Dansereau (1945) indique comme substrat du *Typhetum* : le sable mêlé de détritiques organiques. Effectivement, nous avons trouvé un pourcentage élevé de sable (61% de 0 à 6 po. et 68% de 6 à 9 po.). Par ailleurs, la profil creusé dans le *Typhetum* comprenait une épaisse couche de tourbe de bois et de tiges de *Typha latifolia* (0 à 9 po.) suivie d'un horizon minéral contenant aussi une bonne proportion de débris organiques. Le taux de limon est plus élevé que dans la saulaie, mais il est moindre que dans le *Scirpetum americanum*.

Le profil décrit par Janssen (1967) comporte aussi une épaisse couche de tourbe de *Typha latifolia* et de bois, non décomposée en surface, reposant sur un till calcaire. Grandtner (1966) a trouvé *Typha latifolia* sur de la tourbe mésotrophe faiblement acide (pH : 6.0).

Cette grande quantité de matière organique non décomposée contribue à acidifier le milieu. Le pH de 4.6, mesuré en surface, est la valeur la plus basse que nous ayons trouvée dans toutes nos analyses (tableau XXVIII). Bien que la teneur en azote soit presque 6 fois plus élevée que celle qui a été notée pour les associations précédentes, le rapport C/N reste quand même plus grand que partout ailleurs : 27 en surface, 30 entre 18 et 24 pouces. La capacité d'échange de 51.3 m.é./100 g dans les 6 premiers pouces constitue une valeur intermédiaire entre celle de l'horizon Ah dans la saulaie à *Salix fragilis* (85 m.é./100 g) et celle du même horizon dans la saulaie arbustive à *Salix rigida* ou à *Salix discolor* (26.6 m.é./100 g).

Ces données analytiques (tableaux XXVIII et XXIX) sont assez différentes de celles rapportées par McNaughton (1966). Cet auteur a fait ses recherches à la fois au sud et au nord des États-Unis. Curtis (1959) ne mentionne pas de données quantitatives se rapportant aux caractères édaphiques des communautés aquatiques émergentes dont il fait du *Typha latifolia* une espèce modale. Il a cependant donné quelques indications

TABLEAU XXVIII

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Typhetum latifoliae* (profil 7175)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0-6	4.6	2	37	61	23.2	0.86	27	51.3
6-9	4.7	4	28	68	17.6	0.69	25	40.1
9-12	4.9	7	49	44	5.8	0.25	23	18.7
12-18	4.5	8	58	34	5.7	0.23	25	18.4
18-24	5.2	9	44	46	4.8	0.16	30	14.8

TABLEAU XXIX

Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Typhetum latifoliae* (profil 7175)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 6	9	15.6	2.7	0.4	1.6	0.30	20.60	40
6- 9	—	16.7	2.9	0.3	1.4	0.40	21.70	54
9-12	12	7.4	1.6	0.1	1.2	0.21	10.51	56
12-18	12	6.9	1.5	0.1	0.6	0.20	9.30	51
18-24	19	6.0	1.5	0.1	0.6	0.14	8.34	56

TABLEAU XXX

Quelques caractères édaphiques des stations de *Typha latifolia*

Éléments	McNaughton (1966) Fargo, N.D.	Curtis (1959) Wisconsin	Île d'Orléans
pH	7.7	7.4	4.6
N (%)	0.13	—	0.86
K (ppm)	496	—	152
Na (ppm)	192	—	362
Ca (ppm)	—	3750	3135
P (ppm)	353	15	12

sur les caractères édaphiques des prairies à *Carex* dans lesquelles il a noté la présence de *Typha latifolia* dans 57% des cas. Nous avons réuni dans le tableau XXX les données de ces deux auteurs ainsi que celles que nous avons obtenues nous-mêmes.

Ces résultats donnent à penser que *Typha latifolia* peut s'adapter à une gamme étendue de conditions écologiques pourvu que le milieu soit suffisamment humide.

SAULAIE RIGIDE

(*Salicetum rigidae* n.n.)

Entre la prairie riparienne et la saulaie arborescente se trouve une zone occupée par des saules arbustifs. Les espèces présentes sont soit le *Salix rigida* soit le *Salix discolor*. Nous en avons fait les espèces caractéristiques de deux associations différentes que nous décrirons successivement en commençant par la saulaie rigide (tableau XXXI).

Tableau XXXI. - *Saulaie rigide*

ASSOCIATION	SALICETUM RIGIDAE					
Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6
A. SUBSTRAT						
Altitude (pieds)*	15	12	14	16	14	15
Pente (°)	-	2	3	6	-	1
Exposition	-	N	N	N	-	N
B. VEGETATION						
a) RECOUVREMENT DES STRATES (Z)						
arborescente supérieure (As)	-	-	-	-	-	5
arborescente inférieure (as)	75	30	40	20	25	100
herbacée supérieure (hs)	1	-	40	-	-	1
herbacée inférieure (hi)	35	90	10	85	40	5
herbacée inférieure (hi)	5	50	20	5	70	5
b) COMPOSITION FLORISTIQUE						
I. STRATES LIGNEUSES						
1. Du <i>Salicetum rigidae</i>						
<i>Salix rigida</i> as/ai	2.3	2.3	3.4	2.4	3.3	5.5
2. Des <i>Saliceti rigidae discoloris et fragilis</i>						
<i>Salix lucida</i> as	.	.	.	.	.	1.2
<i>Salix fragilis</i> As/as	.	.	.	.	.	1.1
II. STRATE HERBACEE						
1. Du <i>Salicetum rigidae et du Salicetum discoloris</i>						
<i>Scirpus rubrotinctus</i>	.	2.3	+2	2.3	2.3	.
<i>Carex rostrata</i>	.	+1	1.3	.	.	+1
<i>Stellaria graminea</i>	.	.	.	+1	1.2	.
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	+1	+2	+1
<i>Carex aquatilis</i>	.	+2	.	+1	.	.
<i>Cicuta bulbifera</i>	.	.	.	.	+1	+1
<i>Scirpus atrovirens</i>	.	.	.	+3	+3	.
<i>Rumex</i> sp.	.	.	+2	.	+2	.
<i>Carex lacustris</i>	.	.	+2	+1	+1	.
<i>Campanula uliginosa</i>	.	.	.	.	+3	.
2. Communes aux trois <i>Saliceti</i>						
<i>Equisetum fluviatile</i>	+1	+2	.	2.3	+1	.
<i>Galium palustre</i>	.	1.3	+3	1.3	2.3	.
<i>Equisetum palustre</i>	+1	3.4	+1	2.3	2.3	.
<i>Eupatorium maculatum</i>	.	+1	+2	+2	.	.
<i>Amphicarpa bracteata</i>	.	+1	2.3	+1	+2	+1
<i>Caltha palustris</i>	.	+1	.	1.1	+1	.
<i>Cicuta maculata</i>	.	+1	+1	+1	+1	.
<i>Iris versicolor</i>	.	+2	+2	+2	+2	.
<i>Chelone glabra</i>	.	.	.	.	+2	.
3. Du <i>Salicetum fragilis</i>						
<i>Impatiens capensis</i>	.	.	.	2.1	+1	+1
<i>Stachys palustris</i>	+1	.	.	.	.	+2
<i>Onoclea sensibilis</i>	.	.	+2	.	.	.
4. Du <i>Sparganietum eurycarpi</i>						
<i>Sparganium eurycarpum</i>	3.3	.	2.4	+2	.	+2
<i>Eleocharis palustris</i>	.	1.3	+2	+3	1.3	.
5. Du <i>Spartinetum pectinatae</i>						
<i>Spartina pectinata</i>	+3	2.3	+3	.	.	.
6. Du <i>Scirpetum americanum</i>						
<i>Sium suave</i>	.	+1	+1	+1	+1	+1
<i>Aster simplex</i>	.	+2	+1	+1	.	.
<i>Triglochin maritima</i>	.	2.2	.	1.2	+2	.
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	.	+2	.	+2	.	.
<i>Scirpus americanus</i>	.	2.3	.	+1	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	.	+2	.	.
<i>Sagittaria cuneata</i>	.	.	.	.	+1	+1
<i>Eleocharis halophila</i>	.	1.3	.	.	.	.
<i>Juncus balticus</i>	.	2.3	.	.	.	.
<i>Bidens hyperborea</i>	+1	.	.	.	.	+1
7. Du <i>Sagittarietum latifoliae</i>						
<i>Sagittaria latifolia</i>	+3	.	+1	+2	.	.
8. Espèces compagnes						
<i>Lythrum salicaria</i>	+2	2.2	+2	+2	1.2	1.2
<i>Lysimachia terrestris</i>	+1	2.1	.	1.2	1.3	+1
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	3.4	.	3.3	3.4	.
<i>Mentha canadensis</i>	+2	.	.	+2	+3	.
<i>Carex lanuginosa</i>	.	+1	.	+1	+1	.
<i>Leersia oryzoides</i>	1.1	.	1.3	.	.	+1
<i>Lysimachia ciliata</i>	.	.	+3	.	.	.
<i>Lycopus americanus</i>	.	.	.	+2	.	.
<i>Polygonum sagittatum</i>	.	.	.	.	+2	.
<i>Mimulus ringens</i>	.	.	.	+2	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i>	+2	.	+2	.	.	.
<i>Scutellaria lateriflora</i>	+2	.	+2	.	.	.
<i>Juncus nodosus</i>	.	+2	.	.	.	.
<i>Lycopus uniflorus</i>	.	.	.	.	.	+1

En outre dans les relevés: no.1: *Scirpus fluviatilis*: +3; no.4: *Pontederia cordata*: +2; no.5: *Agrostis alba*.

* Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse.

Liste des relevés

Relevé 1: (7174); 33 × 16 pi.; transect no 13; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argente-naye; 16 août 1967; sommet de la première terrasse.

Relevé 2: (7157); 33 × 33 pi.; transect no 7; 3 milles ½ à l'est du quai de Sainte-Famille; 8 août 1967; sommet de la première terrasse.

Relevé 3: (7155); 33 × 33 pi.; transect no 8; 4 milles à l'est du quai de Sainte-Famille; 2 août 1967; talus entre la première et la deuxième terrasse.

Relevé 4: (7115); 33 × 33 pi.; transect no 1; un mille à l'ouest du quai de Sainte-Famille; 4 juillet 1967; sommet de la première terrasse.

Relevé 5: (7194); 33 × 33 pi.; transect no 4; un mille à l'est du quai de Sainte-Famille; 23 août 1967; sommet de la première terrasse.

Relevé 6: (7120); 33 × 33 pi.; transect no 11; 400 pi. environ à l'est du quai de la Pointe de la Croix; 10 juillet 1967; partie supérieure de la première terrasse.

Composition floristique

En plus du *Salix rigida*, cette association possède, en propre, le *Carex lacustris*. Elle se distingue de la saulaie discolorée par l'absence du *Sanguisorba*

canadensis et la présence du *Polygonum hydropiper*, du *Scutellaria lateriflora* et de *Bidens hyperborea*. Par contre, un bon nombre d'espèces sont communes à ces deux associations. Telles sont *Scirpus rubrotinctus*, *Cicuta bulbifera* et *Potentilla anserina*.

Caractères édaphiques

Contrairement au sol de la prairie riparienne, le substratum de la saulaie rigide comporte un horizon organique discernable à l'oeil. Cette matière organique est très peu décomposée à cause du manque d'aération du sol qui réduit l'activité métabolique. Une litière de 3 pouces d'épaisseur, composée de feuilles de saules, de scirpes et d'autres cypéracées, recouvre l'horizon F. Une mince couche de vase est intercalée entre ces deux horizons. L'horizon C, de structure particulière, de couleur gris foncé, est fortement gleyifié. C'est un régosol gleyifié selon le système canadien de la classification des sols (NSSC, 1963).

Un rapport C/N de 31 et un pH de 4.9 indiquent que l'humus est de type mor. Les résultats analytiques réunis dans les tableaux XXXII et XXXIII montrent qu'il s'agit quand même d'un sol

TABLEAU XXXII

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Salicetum rigidae* (profil 7120)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0-6	4.9	3	65	32	13.6	0.43	31	26.6
6-12	4.9	2	42	56	14.3	0.52	27	32.0
12-18	5.4	3	53	44	6.3	0.42	15	23.7
18-24	5.4	11	63	26	4.1	0.19	21	18.4

TABLEAU XXXIII
Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Salicetum rigidae* (profil 7120)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 6	53	10.6	3.8	0.3	1.4	0.49	16.59	62
6-12	50	13.0	2.8	0.3	1.7	0.79	18.59	58
12-18	80	11.4	2.6	0.3	1.7	0.63	16.63	65
18-24	120	11.0	2.8	0.3	1.8	0.56	16.46	89

assez riche en éléments nutritifs. La somme des cations échangeables est supérieure à 16 m.é./100g dans chacun des 4 échantillons prélevés de 0 à 24 po. de profondeur. La teneur en P disponible varie de 50 à 120 ppm.

SAULAIE DISCOLORE

(*Salicetum discoloris* n.n.)

Liste des relevés

Relevé 1 : (7142) ; 33 × 33 pi. ; transect no 12 ; un mille à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 19 juillet 1967 ; sommet de la première terrasse.

Relevé 2 : (7188) ; 33 × 33 pi. ; transect no 5 ; 2 milles à l'est du quai de Sainte-Famille ; 22 août 1967 ; sommet de la première terrasse.

Relevé 3 : (7162) ; 33 × 33 pi. ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 août 1967 ; plateau marécageux.

Relevé 4 : (7104) ; 33 × 33 pi. ; transect no 3 ; 500 pi. environ à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 28 juin 1967 ; sommet de la première terrasse.

Relevé 5 : (7206) ; 33 × 33 pi. ; transect no 2 ; 1000 pi. environ à l'ouest du quai de Sainte-Famille ; 29 août 1967 ; sommet de la première terrasse.

Composition floristique

Salix discolor est la seule espèce caractéristique de cette association. Si on se réfère au tableau récapitulatif des associations (tableau XXXIX), on remarque que *Sanguisorba canadensis* y est aussi presque exclusif, mais il n'est pas présent dans tous les relevés. On a déjà signalé les ressemblances et les différences entre les deux saulaies arbustives. Comme ces deux groupements forment une zone de transition entre la saulaie arborescente et la prairie riparienne, elles ont aussi des espèces en commun avec l'une et l'autre de ces formations végétales. Toutefois certaines espèces sont nettement plus abondantes dans les saulaies que dans la prairie, signalons : *Impatiens capensis*, *Amphicarpa bracteata*, *Cicuta maculata*, *Chelone glabra*, *Eupatorium maculatum*.

Malheureusement nous ne possédons aucune donnée en ce qui concerne les caractères édaphiques de cette association.

SAULAIE FRAGILE

(*Salicetum fragilis* n.n.)

Le dernier groupement de la séquence étudiée est la saulaie arborescente à

Tableau XXXIV. - *Saluaie discoloris*

ASSOCIATION	SALICETUM DISCOLORIS				
Numéro de relevé	1	2	3	4	5
A. SUBSTRAT					
Altitude (pieds)*	15	14	14	16	16
Pente (°)	3	-	-	2	2
Exposition	N	-	-	N	N
B. VEGETATION					
a) RECOUVREMENT DES STRATES (Z)					
arborescente supérieure (As)	-	-	-	-	-
arborescente inférieure (as)	15	50	1	10	30
arborescente inférieure (ai)	1	-	35	-	-
herbacée supérieure (hs)	90	50	60	85	25
herbacée inférieure (hi)	25	20	30	85	90
b) COMPOSITION FLORISTIQUE					
I. STRATES LIGNEUSES					
1. Du <i>Salicetum discoloris</i>					
<i>Salix discolor</i> as/ai	2.3	2.4	3.3	2.3	3.3
2. Des <i>Saliceti rigidae discoloris et fragilis</i>					
<i>Salix lucida</i> as	.	.	.	+3	.
<i>Salix fragilis</i> As/as	.	+3	.	.	.
II. STRATE HERBACEE					
1. Du <i>Salicetum rigidae et du Salicetum discoloris</i>					
<i>Scirpus rubrotinctus</i>	.	1.3	1.3	2.2	1.2
<i>Carex rostrata</i>	2.4	+1	+2	.	.
<i>Stellaria graminea</i>	.	+2	.	2.1	.
<i>Potentilla anserina</i>	.	.	.	2.1	.
<i>Carex aquilifolia</i>	.	.	1.3	+1	.
<i>Cicuta bulbifera</i>	.	+1	+1	.	.
<i>Scirpus atrovirens</i>	+3	.	.	.	.
<i>Rumex</i> sp.	.	+2	.	.	.
<i>Sanguisorba canadensis</i>	.	.	.	1.3	2.2
<i>Campanula uliginosa</i>	.	.	2.3	.	.
2. Communes aux trois <i>Saliceti</i>					
<i>Equisetum fluviatile</i>	+1	1.3	+1	+2	+1
<i>Galium palustre</i>	.	1.3	2.4	2.4	1.3
<i>Equisetum palustre</i>	.	1.3	.	3.4	.
<i>Eupatorium maculatum</i>	+2	.	+3	3.3	1.2
<i>Amphicarpa bracteata</i>	.	.	.	2.2	1.2
<i>Caltha palustris</i>	.	+1	+1	2.2	+1
<i>Cicuta maculata</i>	.	+1	.	2.1	+1
<i>Iris versicolor</i>	+3	.	.	1.2	+2
<i>Chelone glabra</i>	.	+2	.	1.3	1.2
3. Du <i>Salicetum fragilis</i>					
<i>Impatiens capensis</i>	.	.	1.3	+1	.
<i>Strachys palustris</i>	.	.	.	.	.
<i>Onoclea sensibilis</i>	.	.	.	.	+2
4. Du <i>Sparganietum eurycarpi</i>					
<i>Sparganium eurycarpum</i>	.	+2	+3	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	1.3	.	.	.	.
5. Du <i>Spartinetum pectinatae</i>					
<i>Spartina pectinata</i>	1.3	3.4	1.3	+1	.
6. Du <i>Scirpsetum americani</i>					
<i>Sium suave</i>	+1	+1	+1	.	.
<i>Aster simplex</i>	+1	+1	+1	.	.
<i>Triglochin maritima</i>	.	+2	.	+1	.
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	+2	.	.	+2	+1
<i>Scirpus americanus</i>	.	.	.	+1	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+2	.	.	+2	.
<i>Sagittaria cuneata</i>	.	+1	.	.	.
<i>Eleocharis halophila</i>	.	.	.	1.3	.
<i>Juncus balticus</i>	.	.	.	+2	.
<i>Alisma subcordatum</i>	+1	.	.	.	.
7. Du <i>Sagittarietum latifoliae</i>					
<i>Sagittaria latifolia</i>	1.1	.	1.1	.	.
8. Espèces compagnes					
<i>Lythrum salicaria</i>	2.2	+2	3.4	2.2	+2
<i>Lysimachia terrestris</i>	+2	1.3	+1	1.2	.
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	+3	(1.3)	3.3	.
<i>Mentha canadensis</i>	.	+2	+2	+1	.
<i>Carex lanuginosa</i>	+1	.	.	+1	.
<i>Leersia oryzoides</i>	.	.	+3	.	.
<i>Lysimachia ciliata</i>	.	.	.	+3	+1
<i>Lycopus americanus</i>	.	.	.	1.1	.
<i>Polygonum sagittatum</i>	.	.	+2	.	.
<i>Mimulus ringens</i>	.	+2	.	.	.

En outre dans les relevés: no.1: *Scutellaria epilobiifolia*: +1; no.3: *Epilobium glandulosum*: +1; *Rorippa amphibia*: +1; no.4: *Habenaria psycodes*: +1, *Calamagrostis canadensis*: +3; no.5 *Solidago graminifolia*: +1.

* Altitude en pieds au-dessus du niveau de la marée la plus basse.

Tableau XXXV.- Saulaie fragile

ASSOCIATION	SALICETUM FRAGILIS				
	1	2	3	4	5
Numéro de relevé					
A) SUBSTRAT					
Altitude (pieds)*	18	18	17	18	18
Pente (°)	2	2	-	10	2
Exposition	N	N	-	N	N
B) VEGETATION					
a) RECOUVREMENT DES STRATES (%)					
arborescente supérieure (As)	95	95	100	95	90
arborescente inférieure (Ai)	5	-	-	1	-
arborescente supérieure (as)	5	2	5	1	-
arborescente inférieure (ai)	1	1	-	1	-
herbacée supérieure (hs)	90	95	95	95	80
herbacée inférieure (hi)	20	50	30	20	70
b) COMPOSITION FLORISTIQUE					
I. STRATES LIGNEUSES					
Salix fragilis	As/as	4.5	4.4	5.5	5.5
Rubus idaeus	ai	.	+3	.	+3
Fraxinus nigra	Ai/as	+1	+1	.	.
Prunus virginiana	ai	.	+1	.	+1
Fraxinus pennsylvanica	As/as	.	.	.	1.1
Viburnum trilobum	as	.	.	.	+2
Acer spicatum	as	+2	.	.	.
II. PLANTULES					
Ulmus americana		.	.	.	+1
Cornus rugosa		.	.	.	+1
III. STRATE HERBACEE					
1. Du Salicetum fragilis					
Impatiens capensis		5.5	4.5	3.4	5.4
Onoclea sensibilis		+3	1.3	4.5	1.3
Stachys tenuifolia		1.1	+1	(+1)	+2
Thalictrum polygamum		+1	+1	+1	+2
Convolvulus sepium		1.2	+1	.	+2
Geum canadense		+1	+2	.	+1
Circea quadrisulcata		2.1	3.3	4.4	.
Heracleum maximum		(+2)	.	.	+2
Agrimonia gryposepala		.	+1	+2	+1
Pteretis nodulosa		.	.	.	(1.3)
Carex deweyana		(1.2)	.	.	.
Carex crinita		.	.	+2	.
Epipactis helleborine		+1	.	.	1.2
Elymus virginicus		.	+2	.	+1
Symplocarpus foetidus		(+2)	.	.	.
Arisaema atrorubens		.	.	.	1.2
2. Des Saliceti fragilis, regidae et discoloris					
Amphicarpa bracteata		(+1)	+1	+1	+2
Cicuta maculata		.	+1	+1	+1
Galium palustre		+2	+1	(+3)	.
Carex rostrata		+2	.	.	2.3
Equisetum palustre		.	.	2.1	+1
Equisetum fluviatile		.	(1.3)	.	.
Iris versicolor		.	.	(+2)	.
Chelone glabra		.	.	+1	(+1)
Caltha palustris		.	.	+1	.
Eupatorium maculatum		.	.	+2	.
3. Espèces compagnes					
Lythrum salicaria		2.2	1.2	1.2	1.2
Mentha canadensis		.	+2	+2	(+1)
Lysimachia terrestris		1.1	.	.	1.1
Lysimachia punctata		.	+1	1.1	+3
Polygonum punctatum		.	1.2	+1	.
Lycopus uniflorus		.	.	+1	.
Epilobium angustifolium		+1	.	.	+2

En outre dans les relevés: n° 1: Carex cristatella: +2; n° 2: Carex stipitata: +2; n° 4: Armoracia lapathifolia: +1; n° 5: Myosotis laxa: 2.3, Solidago graminifolia: n° 3, Aster simplex: +3, Carex projecta: 1.2.

*Altitude en pieds au-dessus de la hauteur moyenne de la marée basse.

Salix fragilis. On la trouve généralement à la limite supérieure de la zone intertidale là où le milieu n'a pas été perturbé par l'action de l'homme. Son emplacement correspond au niveau atteint par les marées d'équinoxe qui sont les plus hautes de l'année.

Liste des relevés

Relevé 1 : (7121) ; 66 × 16 pi. ; transect no 11 ; environ 50 pi à l'est du quai de la Pointe de la Croix ; 8 juillet 1967 ; sommet de la deuxième terrasse ; pente très faible.

Relevé 2 : (7122) ; 66 × 16 pi. ; transect no 13 ; dans la baie entre l'embouchure de la rivière du Moulin et la Pointe d'Argente-naye ; 11 juillet 1967 ; sommet de la première terrasse, pente faible.

Relevé 3 : (7130) ; 66 × 16 pi. ; transect no 10 ; un mille à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 juillet 1967 ; sommet de la première terrasse.

Relevé 4 : (7156) ; 33 × 33 pi. ; transect no 7 ; 3 milles 1/2 environ à l'est du quai de Sainte-Famille ; 8 août 1967 ; sommet de la première terrasse, pente de 10° environ.

Relevé 5 : (7159) ; 66 × 16 pi. ; transect no 9 ; 2 milles à l'ouest du quai de la Pointe de la Croix ; 14 août 1967 ; début de la deuxième terrasse.

Composition floristique

La strate arborescente supérieure, occupée par *Salix fragilis*, forme un couvert presque entièrement fermé, comme on peut le constater par les données du tableau XXXV. Dans la strate herbacée, *Impatiens capensis*, *Onoclea sensibilis* et *Circea quadrisulcata* forment, à elles seules, un tapis presque complet. Cette strate comporte, en outre, des espèces qu'on ne retrouve pas dans les autres associations de la zone intertidale. Ce sont, entre autres : *Thalictrum polygamum*, *Convolvulus sepium*, *Geum canadense*, *Agrimonia gryposepala*, *Elymus virginicus*.

Caractères édaphiques

Le profil du sol de la saulaie arborescente est peu différencié, mais il comporte tout de même deux horizons : Ah et C, ce dernier ne représentant pas de trace de gleyification. Cette dernière caractéristique ne s'applique probablement pas à toutes les stations de *Salix fragilis*, mais, le temps nous ayant fait défaut, nous n'avons pu faire d'autres profils. Curtis (1959), lui, a toujours trouvé une couche gleyifiée, plus ou moins profonde, dans les stations de *Salix* spp. situées sur les bords des cours d'eau.

TABLEAU XXXVI

Propriétés physiques et chimiques d'un profil type du sol du *Salicetum fragilis* (profil 7121)

Profondeur en pouces	pH (eau)	Argile	Limon	Sable	C	N	Rapport C/N	Capacité d'échange m.é./100g
		%			%			
0-6	5.8	1	13	86	35.2	1.4	24	85.3
6-12	5.4	1	22	77	28.9	1.1	26	57.7
12-18	5.6	1	13	86	8.0	0.3	28	18.2

TABLEAU XXXVII
Régime nutritif d'un profil type du sol
du *Salicetum fragilis* (profil 7121)

Profondeur en pouces	P en ppm	Cations échangeables en m.é./100g						Taux de saturation en %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Mn ⁺⁺	Somme	
0- 6	34	45.5	13.3	0.7	1.7	1.36	62.56	74
6-12	27	20.5	7.9	0.3	2.1	0.50	31.30	54
12-18	63	8.7	3.6	0.2	0.9	0.08	13.48	74

TABLEAU XXXVIII
Richesse floristique des groupements étudiés

Groupements	Nombre total d'espèces	Nombre moyen d'espèces par relevé
A) <i>Formant des zones successives</i>		
Scirpaie américaine typique	2	2
Scirpaie américaine à <i>Sagittaria rigida</i>	5	3
Scirpaie américaine à <i>Sagittaria cuneata</i>	6	4
Scirpaie américaine à <i>Sium suave</i>	31	9
Scirpaie américaine à <i>Eupatorium perfoliatum</i>	53	20
Spartinaie pectinée	28	18
Saulaie rigide	53	24
Saulaie discoloré	55	23
Saulaie fragile	49	24
B) <i>Formant des enclaves</i>		
Scirpaie vigoureuse	10	5
Sagittaie latifoliée	23	7
Roselière latifoliée	30	16
Rubanaie à gros fruits	48	21
Groupements aquatiques	15	7

Contrairement au sol de la prairie riparienne qui était de neutre à alcalin, le sol de la saulaie arborescente est légèrement acide. Le pH est de 5.8 dans les premiers 6 po. et de 5.4 de 6 à 12 po., niveau où la matière organique est moins bien décomposée. La présence d'un horizon humifère, absent dans la partie inférieure des battures, se manifeste par un pourcentage de carbone 10 fois plus élevé en surface : 35.2% comparativement à 3.5% dans la prairie riparienne à *Scirpus americanus*. La teneur en azote est aussi presque 10 fois plus élevée. Le rapport C/N varie de 18 à 28. Les résultats sont compilés dans les tableaux XXXVI et XXXVII.

Synthèse écologique

Le tableau XXXVIII indique les nombres totaux d'espèces des groupements étudiés et leur nombre moyen par relevé. Les groupements qui forment des zones successives ont été placés les premiers, et suivant leur ordre d'apparition à partir de limite des vases dénudées. On note une augmentation progressive du nombre moyen des espèces par relevé en passant d'un groupement à un autre. L'augmentation est telle que pour 2 espèces en moyenne par relevé dans la scirpaie américaine typique, on en compte 24 dans la saulaie à *Salix fragilis*. À l'intérieur même du *Scirpetum americanum*, on passe de 2 espèces en moyenne par relevé à 20 dans la sous-association à *Eupatorium perfoliatum*. Pour ce qui est des groupements dont la position varie sur les transects, leur richesse floristique paraît contrôlée, en grande partie, par l'agressivité de l'espèce dominante et par son pouvoir inhibiteur à l'égard des autres espèces, le *Scirpus validus* semble particulièrement bien adapté sur ce rapport.

Le tableau de végétation XXXIX, qui réunit à la fois toutes les associations

de la zone intertidale, rend compte de la distribution des espèces et permet de déduire leurs affinités sociologiques ainsi que leur amplitude écologique. Un bon nombre d'espèces sont cantonnées dans la saulaie arborescente, d'autres ne se trouvent pas en dehors de la prairie riparienne. Les saulaies arbustives à *Salix discolor* et à *S. rigida* forment le trait d'union entre la prairie riparienne et la saulaie à *Salix fragilis*.

Conclusion

Comme on peut le constater, les éléments de la flore riparienne ne sont pas distribués au hasard. Au contraire, ils sont cantonnés dans une ou l'autre partie de la zone intertidale où ils forment des groupements végétaux. Dans ces habitats très particuliers, leur distribution semble dépendre tant des caractères édaphiques que du gradient-inondation. Pour distinguer la part respective des facteurs, il faudrait comparer maintenant ces associations avec leurs homologues des milieux non soumis à la marée.

Remerciements

Nos remerciements vont au Dr Bernard Bernier et au Dr Yvon Laflamme qui nous ont conseillés dans l'analyse des sols ainsi qu'à MM. Gilles Lemieux et Lionel Cinq-Mars qui ont élucidé un à un nos problèmes d'identification des plantes.

Références

- BARIL, R. et B. ROCHEFORT, 1957. Étude pédologique du comté de Lotbinière dans la Province de Québec. Min. Can. Agric., Serv. Fermes exp., Ottawa, 115 p.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1951. Pflanzensoziologie. Springer Verlag, Wien, 631 p.
- CURTIS, J. T., 1959. The vegetation of Wisconsin. The University of Wisconsin Press, Madison, 657 p.

- DANSEREAU, P., 1945. Essai de corrélation sociologique entre les plantes supérieures et les poissons de la beine du lac Saint-Louis. *Revue can. Biol.*, 4 (3) : 369-417.
- DANSEREAU, P., 1956. Le régime climatique régional de la végétation et les contrôles éda-phiques. *Revue can. Biol.*, 15 : 1-71.
- DANSEREAU, P., 1959. Phytogeographia laurentiana. II. The principal plant associations of the St. Lawrence Valley. *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, n° 75 : 1-147.
- DUCHAUFOUR, Ph., 1960. Précis de pédologie. Masson, Paris, 438 p.
- FERNALD, M.L., 1950. Gray's manual of botany. 8th. ed. American Book Co., New York, 1632 p.
- GERARDIN, V., 1967. Étude écologique des érablières de l'île d'Orléans. Fac. for. et géod., Univ. Laval, Québec, 88 p. (Thèse non publiée).
- GRANDTNER, M.M., 1966. Observations sur la végétation des marais des Îles-de-la-Madeleine. *Naturaliste can.*, 93 (6) : 771-777.
- JANSSEN, C.R., 1967. A postglacial pollen diagram from a small *Typha* swamp in North-western Minnesota, interpreted from pollen indicators and surface samples. *Ecol. Monogr.*, 37 (2) : 145-172.
- LACOURSIÈRE, E. et M.M. GRANDTNER, 1971. Contribution à l'étude écologique de la végétation riparienne de l'île d'Orléans. *Naturaliste can.*, 98 (3) : 443-459.
- MARCOUX, R., 1964. Étude pédologique et agronomique des battures de l'île aux Grues. Fac. agric., Univ. Laval, Québec, 47 p. (Thèse non publiée).
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1935. Flore laurentienne. Frères Écoles chrétiennes, Montréal, 917 p.
- McNAUGHTON, S.S., 1966. Ecotype function in the *Typha* community type. *Ecol. Monogr.*, 36 : 277-325.
- NUNES, A. de F., 1958. Geology of the Island of Orleans. Fac. Lettres, Univ. Laval, Québec, 216 p. (Thèse non publiée).
- NSSC, 1963. Report on the fifth meeting of the National Soil Survey Committee of Canada held at Winnipeg, Manitoba, March 4-8, 1963. Univ. Manitoba, Winnipeg, 92 p.
- PAGEAU, G., 1959. Étude descriptive structurale et fonctionnelle de la végétation aquatique supérieure du lac Saint-Louis dans la Grande Anse de l'île Perrot, province de Québec. Univ. Montréal, Montréal, 232 p. (Thèse non publiée).
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, 5 : 1-147.
- TAILLEFER, F., 1958. La morphologie des environs de Québec et la basse-vallée du Saint-Laurent. *Cah. Géogr. Québec*, 2 (4) : 177-191.
- THORNTHWAITE, C.W. et J.R. MATHER, 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publs. Clim., Drexel Inst. Technol.*, 10 (3) : 185-311.

EXTENSIONS D'AIRES ET ADDITIONS À LA FLORE DE LA ZONE D'ARGILE, AU QUÉBEC

Léopold GAUDREAU

*Camp-École Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest et
Département d'écologie et de pédologie, Faculté de foresterie et de géodésie,
Université Laval, Québec*

Résumé

Cet article présente les derniers résultats d'inventaire floristique de la Zone d'argile au Québec. L'auteur signale 16 espèces en indiquant d'abord celles qui sont nouvelles pour cette région et par la suite les espèces qui correspondent à une extension d'aire pour le Québec. Les espèces sont accompagnées d'indications écologiques et d'observations concernant leur distribution actuelle au Québec.

Abstract

This paper presents the last results of a botanical inventory in Québec Northern part of the Clay Belt. The author notes the presence of 16 species. The first ones are newly reported for this region. The last ones are corresponding to an expansion area for Québec. Ecological indications and actual distributional observations for Québec are also here reported.

Introduction

Des travaux d'herborisation effectués principalement au Camp-École Chicobi, ont contribué à étendre l'aire de distribution de quelques espèces méridionales et à découvrir de nouvelles entités dans la partie québécoise de la Zone d'argile.

La Zone d'argile (Clay Belt) correspond à une enclave de 70,000 milles carrés, où prit place le dernier des lacs proglaciaires de l'Est du Canada : le lac Barlow-Ojibway. Cette Zone s'étend à la fois dans le nord-est de l'Ontario et le nord-ouest du Québec, entre le 48^e et le 50^e parallèle nord approximativement. Nous considérons ici seulement la portion québécoise de cette vaste région (fig. 1).

La mention des récoltes est accompagnée, dans plusieurs cas, de celle du groupement végétal, du dépôt de surface, du type de sol, du type d'humus et du pH des horizons de surface ; ce dernier a été mesuré dans l'eau, au moyen de l'appareil Beckman à électrodes de verre, sur des échantillons préalablement séchés à l'air. Quant à la nomenclature des sols, elle suit celle proposée par le CSSC (1970).

Nouvelles espèces

GRAMINÉES

Bromus secalinus L.

Amos, Abitibi-Est, 48°34'N x 78°07'O ; 1948 ;
A. Asselin 49 ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

Cette herbe introduite est une nouvelle entité pour la région.

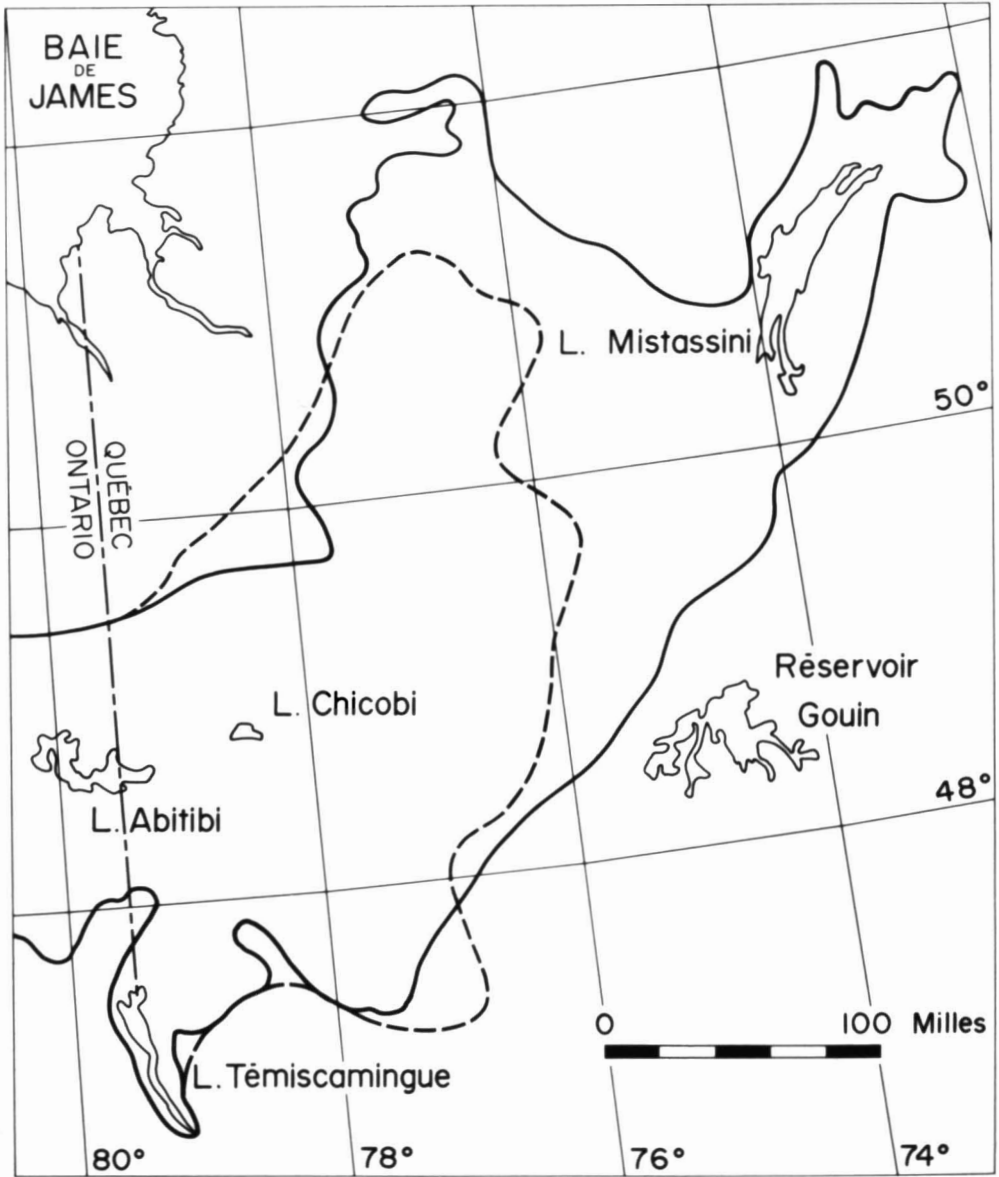


Figure 1. Portion québécoise de la Zone d'argile. (---) D'après Glacial Map of North America, 1949 (in Baldwin, 1958). (—) D'après Glacial Map of Canada, 1967. MAP 1523 A.

ORCHIDACÉES

Listera convallarioïdes (Sw.) Nutt.

Lac Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest, 48° 50'N x 78°30'O ; 9.7.1967 ; A. Asselin ; det. C. Rousseau, 1969.

Lac Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest, 48° 50'N x 78°32'O, rivage du lac Chicobi colo-

nisé par *Salix discolor*, *Alnus rugosa* var. *americana*, *Osmunda claytoniana*, *Thalictrum pubescens*, *Cornus stolonifera* ; gleysol recouvert d'alluvions sableuses fines, humus moder, pH 5.9 ; 11.7.1971 ; L. Gaudreau.

Cette espèce n'avait jamais été rencontrée plus au nord que les rives du lac Supérieur (Baldwin, 1958, p. 136).

POLYGONACÉES

Rumex obtusifolius L.

Amos, Abitibi-Est, 48°45'N x 78°08'O ; 16.10.1964 ; F. Miron ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

Il s'agit d'une addition à la flore introduite de la Zone d'argile et d'une extension d'aire importante. En Ontario, Baldwin (1958, p. 148) situait la limite nord de cette espèce au Lac Supérieur, alors que la station québécoise la plus septentrionale était celle citée par Rousseau (1968, p. 70) pour Nomingue, comté de Labelle.

CRUCIFÈRES

Cardamine parviflora L.

Lac Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest, 48° 50'N x 78°32'O ; groupement à *Eleocharis smallii* et *Equisetum fluviatile* ; alluvions sableuses fines, gleysol, pH 6.5 ; peu abondante ; 3.7.1971 ; L. Gaudreau 81 ; det. vérifiée par L. Cinq-Mars, 1971.

Cette récolte déplace considérablement la limite nord de l'espèce qui fut connue seulement de l'Outaouais et des Basses Terres du Saint-Laurent jusqu'au comté de Rivière-du-Loup (Marie-Victorin, 1930 in Rousseau, 1971).

LÉGUMINEUSES

Lotus corniculatus L.

St-Vital, Abitibi-Ouest, 48°51'N x 79°11'O, dans une dépression couverte de terre noire et cultivée ; 16.8.1964 ; F. Miron 25 ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

En 1964, cette récolte marquait l'introduction de l'espèce dans la flore de notre région. Depuis, d'autres individus ont été rapportés ailleurs en Abitibi. Ceci semble relié aux tentatives d'introduction de cette espèce comme plante fourragère et à la facilité avec laquelle elle s'échappe des cultures et colonise les lieux ouverts et abandonnés.

MALVACÉES

Malva rotundifolia L.

Guyenne, Abitibi-Ouest, 48°49'N x 78°28'O, dans un champ ; sol argileux ; 23.8.1969 ; C. Villeneuve ; det. L. Cinq-Mars, 1969.

Première mention de cette espèce dans la flore non indigène de la Zone argileuse.

VIOLACÉES

Viola labradorica Schrank

Lac Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest, 48° 49'N x 78°32'O, dans un ravage de castors colonisé par *Picea mariana*, *Abies balsamea* et *Alnus rugosa* var. *americana*, par des graminées, des carex, ainsi que *Ledum groenlandicum*, *Kalmia angustifolia*, *Dryopteris cristata* et *Sphagnum girgensohnii* ; sol tourbeux ; 24.6.1971 ; L. Gaudreau ; det. L. Cinq-Mars, 1971.

La première récolte signalée pour toute la Zone d'argile est celle de Mattice, Ontario (Lepage 36150), en 1958 ; alors que la station la plus rapprochée est celle de la Rivière Missinaibi, rapide Thunder House, 30 juillet 1958 (Dutilly et Lepage 36263), (Dutilly et Lepage, 1963, p. 130). Dans le nord-est du Québec, Rousseau (1971) situe sa limite méridionale dans le parc des Laurentides.

Extension d'aire

PINACÉES

Pinus strobus L.

Guyenne, Abitibi-Ouest, 48°49'N x 78°27'O, dans une sapinière à bouleau blanc avec une forte régénération en épinette noire accompagnée de *Cornus canadensis*, *Maianthemum canadense*, *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, *Vaccinium angustifolium* et *V. myrtilloides* ; station convexe avec affleurements rocheux, podzol humo-ferrique, humus mor, pH 3.4 ; 18.8.1971 ; L. Gaudreau.

L'arbre est haut de 28 mètres et épais de 64 cm. La longueur de ses aiguilles varie de 3.5 à 5 cm, alors que les flores citent des valeurs oscillant entre 6 et 15 cm. Signalons qu'une étude effectuée

sur un macrofossile de pin blanc (5,030 ± 130 ans) trouvé dans une région avoisinante indique que les aiguilles ont entre 3.5 à 4.5 cm de longueur (Terasmae, 1970, p. 408).

Situé à environ 75 milles au nord de la station la plus septentrionale signalée par Horton et Bedell (1960), ce pin constitue actuellement l'individu le plus nordique dans l'ouest du Québec. D'après Rousseau (1971), le pin blanc atteint, dans l'est, sur l'île d'Anticosti, le 50e parallèle nord.

GRAMINÉES

Echinochloa crusgalli (L.) Beauv. forma *longiseta* (Trin.) Farw.

La Sarre, Abitibi-Ouest, 48°48'N x 79°12'O ; 1941 ; A. Asselin 46 ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

Dans une étude sur les mauvaises herbes du Canada, Herbert Groh (1938) (*in* Baldwin 1958, p. 100), signale l'existence de cette espèce à Amos. La récolte de A. Asselin correspondrait à sa limite septentrionale au Québec.

CYPÉRACÉES

Carex communis Bailey

Lac Legendre, Barraute, Abitibi-Est, 48°24'N x 77°44'O, sur les flancs rocheux exposés au sud ; 17.6.1964 ; A. Asselin ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

Lac Roy, Barraute, Abitibi-Est, 48°24'N x 77°44'O, sur flancs rocheux ; 16.6.1965 ; F. Miron 48 ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

C'est un élément de la flore des Grands-Lacs et du Saint-Laurent. Baldwin (1958, p. 114) situe sa limite septentrionale au lac Témiscamingue. Dans l'est du Québec, Rousseau (1971) établit cette limite sur la platière de Cap Chat (Gaspésie). Dans l'ouest du Québec, ces nouvelles récoltes déplacent de beaucoup vers le nord la distribution de cette espèce.

ORCHIDACÉES

Listera cordata (L.) R. Br.

Lac Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest, 48° 50'N x 78°30'O, dans une dépression comblée de *Sphagnum girgensohnii* à l'intérieur d'une sapinière à bouleau blanc ; 27.6.1968 ; A. Asselin ; det. C. Rousseau, 1969.

Lac Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest, 48° 50'N x 78°32'O, vieille cédrière à *Thuja occidentalis* et *Alnus rugosa* var. *americana* accompagnée de *Petasites palmatus*, *Habenaria obtusata*, *Carex trisperma*, *Sphagnum girgensohnii* et *Pleurozium schreberi* ; sol organique en surface et limoneux en profondeur, tourbe, pH 4.9 ; 16.6.1971 ; L. Gaudreau.

Baldwin (1958, p. 136) le considère comme une espèce rare et ne le mentionne que pour la partie ontarienne de la Zone d'argile à Timmins et à Kapuskasing.

POLYGONACÉES

Rumex maritimus L. var. *fueginus* (Phil.) Dusen

Lac La Motte, Abitibi-Est, 48°25'N x 78° 02'O ; 10.8.1963 ; A. Asselin ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

Les deux seules autres récoltes de ce *Rumex* proviennent de la partie ontarienne de la Zone argileuse (Timmins), (Baldwin, 1958, p. 148) et (Mattice), (Lepage 36147) dans (Dutilly et Lepage, 1963, 100).

Signalons que Dutilly, Lepage et Duman (1954) l'ont récolté plus au nord sur le versant occidental de la baie de James et à Rupert House.

PORTULACACÉES

Claytonia caroliniana Michx.

La Corne, Abitibi-Est, 48°24'N x 78°01', dans une Aulnaie à *Alnus rugosa* var. *americana* et formant une grande colonie d'environ vingt pieds de diamètre ; sur alluvions limono-argileuses de la rivière La Corne ; 25.5. 1962 ; A. Asselin 64 ; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

Lac La Motte, Abitibi-Est, 48°24'N x 78° 10'O, sur un tapis de mousses, en pente nord, dans une sapinière à bouleau blanc ; 5.6. 1959 ; A. Asselin.

Lac Chicobi, Guyenne, Abitibi-Ouest, 48° 50'N x 78°32'O, dans une sapinière à bouleau blanc, érable à épis et *Dryopteris spinulosa*; régosol gleyifié, mor, pH 4.5; 1.6.1972; M.M. Grandtner et L. Gaudreau 333.

Extension intéressante dans la flore boréale de la Zone d'argile. Empain et J. Rousseau (1940, p. 104) établissaient la limite septentrionale de ce taxon à Duparquet (Abitibi-Ouest).

CARYOPHYLLACÉES

Saponaria vaccaria L.

La Sarre, Abitibi-Ouest, 48°48'N x 79°12'O, dans un champ d'avoine; 20.7.1941; A. Asselin; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

En 1958, Baldwin l'avait signalé un peu au nord de New Liskeard (Ontario). La récolte de 1941, antérieure à la mention précitée, indique la présence du *Saponaria* dans la portion québécoise de la Zone d'argile depuis au moins 30 ans. Ce taxon n'a pas été retrouvé plus au nord.

SCROFULARIACÉES

Mimilus glabratus H.B.K. var. *fremontii* (Benth) Grant

Lac Berry, Abitibi-Est, 48°48'N x 78°25'O, dans des sources d'eau froide, dépôts fluvio-glaciaires, sable fin, pH 6.0; 1.6.1971; A. Asselin.

Récoltée pour la deuxième fois au Québec à quelque 75 milles au sud-ouest de la première localité (route 61 de Mata-gami-Amos, millage 62). Le sol est légèrement plus acide (pH 6.0, 6.4 et 6.7) contrairement à la première mention (pH 7.0, 7.1 et 7.4). Nous remarquons l'absence du *Ranunculus trichophyllus*, *Potentilla palustris*, *Drepanocladus aduncus* var. *aduncus*; cependant s'ajoutent *Carex trisperma*, *C. lenticularis*, *C. stipata*, *C. angustior*, *C. disperma*. Le reste de la flore est comparable dans les deux localités.

COMPOSÉES

Aster modestus Lindl.

St-Vital, Abitibi-Ouest, 48°53'N x 79°11'O; 28.8.1964; F. Miron; det. W.K.W. Baldwin, 1966.

Première mention pour la partie québécoise de la Zone d'argile. Cette nouvelle localité étend l'aire de distribution de l'espèce vers l'est: de l'embouchure de la rivière Harricana, au confluent de la rivière Kesagami (Ontario) (Dutilly et Lepage, 1963, p. 160) à St-Vital (Québec).

Conclusion

Jusqu'à maintenant, peu de botanistes se sont réellement intéressés à la flore de la Zone d'argile; heureusement que les travaux de Baldwin et ceux de Dutilly et Lepage ont contribué à faire connaître les valeurs floristiques de cette région.

Notre étude, qui s'est concentrée à la connaissance plus détaillée de quelques secteurs de cette région, nous a appris que l'inventaire floristique devait se poursuivre et que de très nombreux coins qui n'avaient pas encore été visités ou explorés d'une façon plus systématique recellaient d'espèces d'un intérêt taxonomique et écologique certains.

Ainsi, à mesure que les travaux d'herborisation se poursuivront dans tout le pré-nord québécois, nos connaissances sur la distribution des espèces végétales s'en trouveront de plus en plus conforme à la réalité; c'est dans cette optique que s'inscrit notre étude.

Remerciements

Notre vive reconnaissance va à Monsieur W.K.W. Baldwin pour la vérification et l'identification des plantes vasculaires rapportées dans ce texte ainsi que pour les renseignements qu'il nous a fournis, concernant la distribution de plusieurs d'entre elles. Aussi, nous ne voudrions pas passer sous silence l'importante

contribution de messieurs A. Asselin et F. Miron, concernant les récoltes signalées.

Nous remercions également le Dr Camille Rousseau qui a revu notre texte, le Dr Miroslav M. Grandtner pour ses précieux conseils tout au long de la préparation du présent article, Monsieur Lionel Cinq-Mars qui a bien voulu vérifier plusieurs de nos identifications et Monsieur Camille Laverdière pour ses renseignements concernant la Zone d'argile.

Références

- BALDWIN, W.K.W., 1958. Plants of the Clay Belt of Northern Ontario and Québec. *Bull. natn. Mus. Can.*, N° 156 : 324 p.
- BALDWIN, W.K.W., E. LEPAGE, J. TERASMAE, D.W. MacLEAN and I.J. BASSETT, 1959. Botanical excursion... to the boreal forest region in northern Quebec and Ontario. *Misc. Ser. Bookl. natn. Mus. Can.*, 119 p.
- BALDWIN, W.K.W. and Members of the Excursion, 1962. Report on Botanical excursion to the Boreal Forest in Northern Quebec and Ontario. *Misc. Ser. Bookl. natn. Mus. Can.*, 107 p.
- CINQ-MARS, L., 1966. Mise au point sur les Violettes (*Viola* spp.) du Québec. *Naturaliste can.*, 93 : 895-958.
- COLEMAN, A.P., 1909. Lake Ojibway, last of great glacial lakes. *Ann. Rept. Ontario, Bur. Min.*, 18 (1) : 284-293.
- CSSC, 1970. The system of soil classification for Canada. Can. Dep. Agric., Ottawa.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1951. Exploration sommaire de la rivière Harricana. *Naturaliste can.*, 78 : 253-283.
- DUTILLY, A., E. LEPAGE et M. DUMAN, 1959. Contribution à la flore des Îles (T.N.O.) et du versant oriental (Qué.) de la Baie James. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, Washington, 9F : 199 p.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1963. Contribution à la flore du versant sud de la baie James, Québec-Ontario. *Contr. Arct. Inst. cath. Univ. Am.*, Washington, 12F : 199 p.
- EMPAIN, L. et J. ROUSSEAU, 1940. La flore printanière de Duparquet. *Annls ACFAS*, 6 : 104.
- FERNALD, M.L., 1950. Gray's Manual of Botany. Eighth ed. American Book Co., New York, 1632 p.
- HADDOW, W.R., 1948. Distribution and occurrence of white pine (*Pinus strobus* L.) and red pine (*P. resinosa* Ait) of the northern limit of their range in Ontario. *J. Arn.*, 29 : 217-226.
- HORTON, K.W., and G.H.D. BEDELL, 1960. White and red pine; ecology, silviculture and management. Can. Dept. Northern Affairs. *Bull. Div. For. natn. Res. Coun. Can.*, N° 124, 185 p.
- LAVERDIÈRE, C., 1968. Zone d'argile et "Clay Belt". *Cah. Géogr. Québ.*, (26) : 300-301.
- MARIE-VICTORIN, F. et F. ROLLAND-GERMAIN, 1942. Premières observations botaniques sur la nouvelle route de l'Abitibi (Mont-Laurier-Senneterre). *Contr. Inst. bot. Univ. Montréal*, 42 : 1-49.
- PREST, V.K., GRANDT, O.R. and RAMPTON, U.N., 1967. Glacial Map of Canada; *Can. Geol. Surv.*, MAP 1523A au 1/15,000,000e.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, 98 : 49-171.
- ROUSSEAU, C., 1971. Recherches sur la distribution des principales espèces de la flore vasculaire de la péninsule du Québec et du Labrador. Thèse de doctorat, Faculté d'agriculture et d'alimentation, Université Laval, Québec.
- ROUSSEAU, C., S. PAYETTE et A. ASSELIN, 1970. Une nouvelle Scrofulariacée pour le Québec. *Naturaliste can.*, 97 : 175-179.
- TERASMAE, J. and T.W. ANDERSON, 1970. Hypsithermal range extension of white pine (*Pinus strobus* L.) in Québec. *Can. J. Earth Sci.*, 7 : 406-413.

INTERACTION OF TEMPERATURE AND MOISTURE ON IRON AND MANGANESE AVAILABILITY IN SOILS

B. T. CHENG

Division des sols, Centre de recherche Parc Colbert, Ministère de l'agriculture du Québec

G. J. OUELLETTE

*Département des sols, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation,
Université Laval, Québec*

S. J. BOURGET

Station de recherches, Ministère de l'agriculture du Canada, Sainte-Foy

Résumé

Le comportement du manganèse et du fer dans le sol a été étudié en entreposant deux séries de sols pendant des périodes variant de une à cinq semaines sous diverses conditions d'humidité et de température. L'augmentation de la température du sol de 239°K à 305°K a causé des accroissements considérables dans les taux de manganèse et de fer échangeables dans les deux séries de sol saturé d'eau. L'accroissement dans le taux de manganèse échangeable était de l'ordre de 250 pour cent dans la série Platon et 1200 pour cent dans la série Tilly. L'accroissement dans le taux du fer échangeable était encore plus marqué, soit de l'ordre de 3300 pour cent dans la série Platon et 1400 pour cent dans la série Tilly. De 239°K à 272°K il n'y a pas de changement significatif dans les quantités de Fe et Mn extraites, les augmentations se produisant de 272°K à 305°K. Enfin, lorsque l'humidité du sol était maintenue à 60 pour cent de la capacité au champ, la température n'a pas exercé d'influence significative sur le fer et le manganèse, comme ce fut le cas lorsque le sol était saturé d'eau.

Abstract

The influence of moisture and temperature on manganese and iron status in two Québec soil types was investigated under incubation room conditions. Increasing soil temperature from 272°K to 305°K resulted in a definite increase of exchangeable manganese and iron in both saturated soils. The amount of exchangeable manganese in Platon soil was two and one half times higher when kept at 305°K and 200 per cent field moisture capacity than when kept at 239°K and dry. There was approximately 12 times more exchangeable manganese in Tilly soil samples which were subjected to the highest temperature and moisture treatments than in those subjected to low moisture and temperature. The corresponding values in the case of exchangeable iron were 33 for Platon soil and 14 for Tilly soil. There was no significant difference in any of the data comparing 239°K with 272°K. Soil moisture levels of 60 per cent field capacity or less resulted in no significant effect of soil temperature on the release of exchangeable iron and manganese.

Introduction

Two factors of the environment having profound effects on chemical transformations in the soil, on soil microbial activity and on plant growth are changes in the moisture and temperature regimes.

Pores in the soil are filled with air and water. Since the water content of the soil will vary greatly with the season, so will the redox potential in the soil, and the mineralization of nutrient elements is subsequently affected.

Water, in the liquid or solid form, has been the major vehicle for the solution, movement, segregation and deposition of chemicals in soils. The activities of the microbial fauna and flora are very dependent on the quantity of this element present.

Since all life processes, whether in plant roots or in microbes, are energy dependent, temperature will be important to any biological activity. The optimum temperature range for the root growth of oats and for the activity of beneficial soil organisms was between 20°C and 30°C (Devlin 1966, Simpson 1960). Below 10°C, root growth and microbial activity is much restricted. (Kohnke 1968).

In a previous report, Cheng, Bourget and Ouellette (1971) observed that excess moisture interacts with high temperature to increase manganese and iron uptake by Glen oats when grown on the unpacked Tilly soil. With the incubation technique in the laboratory, Cheng and Ouellette (1970 b) observed that steam sterilization (high temperature and pressure) increased the exchangeable but lowered the easily reducible manganese in two of the three soils studied.

In most parts of Canada, the land is frozen and covered with deep snow all through the winter. Thawing of the snow

cover usually takes place in early spring when the temperature is warming up; at that time, the soil is saturated and cold and the snow cover melts gradually and disappears until the next fall. Such recycling of freezing and thawing under flooded conditions has been found to increase the exchangeable and easily reducible manganese of the soil but decreased the amounts of exchangeable calcium and potassium. (Cheng, Bourget and Ouellette 1971 b). Also, increasing the soil moisture content increased the availability of soil manganese and iron. The purpose of the present work is to study further how various temperatures interact with moisture treatments on the availability of manganese and iron in two different Quebec soils under controlled temperature chamber.

Materials and methods

Surface samples of Tilly clay loam and Platon muck soil (Baril and Rochefort 1965) were collected from the top 10 cm layer of uncultivated land at the Université Laval experimental farm. The former soil had a pH of 4.8 and an organic matter content of 5.9 per cent, whereas the corresponding values for the latter were 5.3 and 32 per cent. Twenty-gram portions of each air-dried soil were placed in 125 ml Erlenmeyer flasks. The field moisture capacity of the two soil types was determined by the Buchner funnel method (Bouyoucos 1955). The soil was either kept air-dry, or distilled water was added in order to bring it to 20, 60, 100 and 200 per cent of field moisture capacity. Following the moisture adjustment, soil samples were incubated at constant temperatures, of 239, 255, 272, 294, and 305°K.

Temperature and moisture treatments arranged in rectangular lattice were replicated three times.

After one, three and five weeks of incubation, one of the three replicates was leached for one hour with 50 ml of 1.0 N neutral ammonium acetate for the extraction of exchangeable manganese and iron. The soil remaining after the extraction of exchangeable cations was leached again with freshly prepared 1.0 N ammonium acetate containing 0.2 per cent hydroquinone in order to extract the easily reducible manganese. The chemical analysis for manganese and iron was carried out by means of an atomic absorption spectrophotometer (Perkin Elmer Co. 1968). The methods described by Richard (1967) were adopted for statistical analysis.

Results

EXCHANGEABLE AND EASILY REDUCIBLE MANGANESE IN SOIL

The initial concentration of exchangeable manganese in air dry Tilly soil, when incubated at temperatures below 272°K was 3.5 ppm (Table I) ; with a moisture content of 200 per cent field moisture capacity and an incubation at 305°K, the resulting increase in exchangeable manganese was 12 times (43 ppm) higher than the previous. The corresponding values in the case of Platon soil were 12 and 28.5 ppm (Table II). The analysis of variance showed that the effects of temperature or moisture treat-

TABLE I

Effect of temperature and moisture on exchangeable and easily reducible manganese in Tilly soil (average of 3 sampling dates)

<i>Exchangeable Mn (ppm)</i>					<i>Reducible Mn (ppm)</i>				
<i>Field moisture capacity</i>	<i>Temperature °K</i>				<i>Temperature °K</i>				
	<i>%</i>	272	294	305	<i>mean</i>	272	294	305	<i>mean</i>
Air dry		3.5	4.6	7.4	5.2	20.7	19.8	16.6	19.0
20		3.6	4.6	6.5	4.9	20.7	19.8	17.2	19.2
60		3.9	2.2	2.0	2.7	20.7	21.1	20.5	20.8
100		4.2	9.2	29.8	14.4	19.8	18.1	15.6	17.8
200		4.8	38.1	43.0	28.6	20.3	8.6	12.1	13.7
Mean		4.0	11.7	17.7		20.4	17.5	16.4	
L.S.D.	5%		6.8				N.S.		
	1%		9.1				N.S.		

TABLE II

Effect of temperature and moisture on exchangeable and easily reducible manganese in Platon soil (average of 3 sampling dates)

Field moisture capacity %	Exchangeable Mn (ppm)				Reducible Mn (ppm)			
	Temperature °K				Temperature °K			
	272	294	305	mean	272	294	305	mean
Air dry	12.0	12.8	12.8	12.5	3.7	3.9	3.5	3.7
20	13.1	12.5	13.3	13.0	3.5	3.7	3.3	3.5
60	13.3	13.0	13.3	13.2	3.6	3.3	3.1	3.3
100	13.6	16.5	19.8	16.6	3.3	3.1	3.2	3.2
200	13.0	22.0	28.5	21.2	3.6	3.5	3.5	3.5
mean	13.0	15.4	17.6		3.5	3.5	3.3	
L.S.D. 5%		6.9				N.S.		
1%		9.3				N.S.		

ment on the availability of exchangeable manganese is significant at one per cent level for Tilly soil and five per cent for Platon soil. The interaction between both factors on the availability of manganese is significant at one per cent level for Tilly soil but not significant in the case of Platon soil. None of the treatments had any significant effect on the amount of easily reducible manganese extracted from the two soil types. (Tables I, II).

It has been well established that the rate of an enzyme-catalizing reaction is practically zero at 273°K. Low temperatures decrease the availability of plant nutrients especially where availability depends on microbial activity (Devlin 1966, Kohnke 1968). In fact,

the results obtained from this experiment indicate that the temperature treatments below 272°K had no effect on the availability of exchangeable or easily reducible manganese in Tilly and Platon soil even when they were over-saturated with water. Although not significant, regardless of moisture supplied, the higher temperature treatment had a tendency to decrease the amount of easily reducible manganese in Tilly soil as compared with 272°K. It is very interesting to note that at temperatures higher than 272°K, manganese had a tendency to go from the exchangeable to the easily reducible form when Tilly soil was kept below 60 per cent of field capacity; when the soil was waterlogged the tendency was reversed. An increase in exchangeable

manganese was accompanied by a concomitant decrease in easily reducible manganese. Kosegarten (1957) claimed that the increase in exchangeable manganese under anaerobic conditions at saturation is due to the reducing effect of soil organic matter and the absence of oxidation when microbial activity in moist soil results in a decrease of exchangeable manganese. The results indicated that in general, exchangeable manganese in Tilly soil decreased with increasing incubation time, whereas easily reducible manganese increased. In the case of Platon soil, the exchangeable as well as easily reducible manganese decreased with increasing incubation time regardless of treatments.

EXCHANGEABLE IRON AND Mn : Fe RATIO IN SOIL

Table III summarizes the results pertaining to exchangeable iron in Tilly and Platon soils. At temperatures lower than 272°K, none of the treatments used here had any significant effect on the amount of exchangeable iron extracted from the two soil types. A positive and very significant effect on exchangeable iron was observed when the temperature was higher than 305°K and the moisture level exceeded 100 per cent field capacity. This is due to the increase of chelate iron and decreased pH value of the soil. The highest temperature and moisture treatments increased exchangeable iron in Tilly soil 14 times over that of lower

TABLE III

Effect of temperature and moisture on exchangeable iron (ppm) in Tilly and Platon soils. (average of 3 sampling dates)

Field moisture capacity %	Tilly soil				Platon soil			
	Temperature °K				Temperature °K			
	272	294	305	mean	272	294	305	mean
Air dry	2.1	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.0	2.1
20	1.9	2.2	1.9	2.0	2.1	1.9	1.6	1.9
60	1.9	2.0	2.2	2.0	2.3	1.6	1.4	1.8
100	2.0	2.3	12.7	5.7	1.8	2.8	14.6	6.4
200	1.9	5.5	27.6	11.7	1.6	44.8	72.6	39.7
mean	2.0	2.8	9.3		2.0	10.6	18.4	
L.S.D. 5%		4.9					6.2	
1%		6.8					8.5	

ones. The equivalent figure for Platon soil was 33. The analysis of variance for exchangeable iron shows that the mean squares due to moisture and temperature treatments were significant at the 1% level. The interaction between temperature and moisture treatments on iron solubility was also highly significant. Generally speaking, the exchangeable iron in Platon soil increased with increasing incubation time, but the reverse was found with Tilly soil.

The exchangeable Mn : Fe ratio of Tilly soil was increased by increasing soil temperature or moisture and the reverse was observed in Platon soil. This ratio decreased with increasing time of incubation in both soils studies except those with high temperature and moisture treatments.

CORRELATION BETWEEN SOIL DATA AND TREATMENTS

It is well established that the solubility of most salts in water increases with temperature. Also the rate of chemical reactions doubles with every rise of 10°C in temperature (Devlin 1966, Kohnke 1968). For the same moisture content, the water supplying power of the soil is increased as the temperature increases. Temperature also affects the activity of the microbes, and hence their use of water. Statistical analysis shows that the exchangeable manganese (y) in the soils was closely correlated with absolute soil temperature (x) treatments. The regression equations calculated were :

$$\begin{aligned} \text{Tilly } y &= 0.20 \times -47.8 \quad r = + 0.80^{**} \\ \text{Platon } y &= 0.14 \times -25.1 \quad r = 0.82^{**} \end{aligned}$$

A very significant correlation between exchangeable iron (y) and absolute soil temperature (x) was observed :

$$\begin{aligned} \text{Tilly } y &= 0.22 \times -57.8 \quad r = 0.83^{**} \\ \text{Platon } y &= 0.22 \times -54.1 \quad r = 0.82^{**} \end{aligned}$$

The values for exchangeable manganese (y) and soil moisture (x) were highly correlated :

$$\begin{aligned} \text{Tilly } \text{Log } y &= 0.49 + 0.22 \text{ log } X \quad r = + 0.23 \\ \rho &= + 0.48^* \\ \text{Platon } \text{Log } y &= 11.4 + 2.0 \text{ log } X \quad r = + 0.94 \\ \rho &= + 0.95^{**} \end{aligned}$$

where r = lineal correlation coefficient
 ρ = curvilinear correlation index.

Between the exchangeable iron of the soil (y) and moisture levels (x), there was a significant curvilinear relationship :

$$\begin{aligned} \text{Tilly } \text{Log } y &= 0.23 + 0.18 \text{ log } X \quad r = + 0.35 \\ \text{Platon } \text{Log } y &= 0.09 + 0.33 \text{ log } X \quad r = + 0.62 \\ \rho &= + 0.50^* \\ \rho &= + 0.79^{**} \end{aligned}$$

Discussion

Manganese and iron, under conditions of satisfactory aeration, are found in most soils chiefly as precipitates of oxides and phosphates. It is the way the oxides of these metals respond to changes in pH, oxidation potential, the presence of soluble complexing agents, chemical fertilizers (Cheng and Ouellette 1970 a), temperature and moisture etc., which for the most part govern the movement and availability of these elements to plants. Due to the low temperature during the fall, winter and spring, the moisture content of Tilly or Platon soils may reach or exceed saturation for periods of several weeks ; in this case, neither manganese nor iron will be mineralized or accumulated to any large extent. On the other hand, during the summer, when soil temperature may rise to 305°K or higher, even a short period of water-logging may produce 2 to 12 times more exchangeable manganese and 14 to 33 times more exchangeable iron than in the cold seasons ; under these conditions, manganese and iron of tri and tetravalent forms may be reduced to the divalent form. Since it is the reduced

form of iron and manganese (divalent ion) that is absorbed by the plant, poorly aerated or waterlogged Tilly and Platon soils should favor the availability of manganese and iron. Such available iron and manganese may be returned to less available forms when the temperature or moisture is decreased.

Results obtained from this experiment suggest that soil temperature and moisture play an important role in regulating the solubility of manganese and iron in the soil, and in so doing, both factors interact in a positive way. Increasing soil temperature and moisture may have stimulated microbial production of natural chelates capable of solubilizing inorganic forms of manganese. Data for temperature below 272°K have been omitted since little differences in iron and manganese were found when the soil was frozen.

References

- BARIL, R. et B. ROCHEFORT, 1965. Étude pédologique du comté de Lotbinière dans la province de Québec. Service des fermes expérimentales, Ministère de l'Agriculture du Canada.
- BOUYOUCOS, G. J., 1955. A comparison between the suction method and the centrifuge method for determining the moisture equivalent of soils. *Soil Sci.*, 40 : 165-172.
- CHENG, B. T. and G. J. OUELLETTE, 1970a. Effect of various nitrogen fertilizers on manganese and iron availability as measured by incubation and sand culture studies. *Can. J. Soil Sci.*, 50 : 163-170.
- CHENG, B. T. and G. J. OUELLETTE, 1970b. Effect of steam sterilization and organic amendments on the manganese status and associated characteristics of acid soils. *Soil Sci.*, 110 (6) : 383-388.
- CHENG, B. T., S. J. BOURGET and G. J. OUELLETTE, 1971. Effect of some soil physical properties on growth and manganese, iron, aluminum and molybdenum content of oats. *Can. J. Soil Sci.*, 51 : 125-126.
- CHENG, B. T., S. J. BOURGET and G. J. OUELLETTE, 1971b. Influence of alternate freezing and thawing on the availability of some soil minerals. *Can. J. Soil Sci.*, 51 : 323-328.
- DEVLIN, R. M., 1966. Plant physiology. Reinhold Publishing Corporation. 564 p.
- KOHNKE, H., 1968. Soil physics. McGraw-Hill Book Company.
- KOSEGARTEN, E. K., 1957. Variation of active manganese in soil samples depending on moisture content and microbial activity. *Landw. Forsch.*, 10 : 214-222 (fide *Soils Fertil.*, 21 (902)).
- PERKIN ELMER CORPORATION, 1968. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Conn., U.S.A.
- RICHARD, A., 1967. Notes de statistiques. Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval. (Miméographié).
- SIMPSON, K., 1960. Effect of soil temperature and moisture on the uptake of phosphorus by oats. *J. Sci. Fd Agric.*, 11 : 449-456.

ÉTUDE DU RÔLE DE *SCIRPUS AMERICANUS* PERS. DANS LA DÉPOLLUTION DES EAUX CONTAMINÉES PAR LES MÉTAUX LOURDS

Marc CARBONNEAU et Jean-Louis TREMBLAY
Département de Biologie, Université Laval, Québec

Résumé

Nous avons étudié *Scirpus americanus*, une cypéacée, quant à sa capacité de concentrer les métaux lourds, mercure, plomb et cadmium, en solution dans son milieu. Nous avons trouvé que cette plante peut agir comme agent dépolluant. D'autres plantes ont aussi été étudiées sommairement dans le même but, ce sont : *Eleocharis Smallii* Britt. et *Bidens cernua* L.

Abstract

The capacity for *Scirpus americanus*, a cyperacea, to concentrate heavy metals, mercury, lead and cadmium, from its environment has been studied. We found that this plant has the capacity to act as a natural depolluting agent. We also tried two other plants which may do the same : *Eleocharis Smallii* Britt. and *Bidens cernua* L.

Introduction

Depuis plusieurs années déjà on sait que certains organismes concentrent des éléments qui ne se trouvent qu'en très faible quantité dans leur milieu ambiant. C'est pourquoi nous avons étudié la possibilité que des plantes semi-aquatiques puissent concentrer des métaux lourds, polluants possible du milieu aquatique.

La principale plante que nous avons étudiée est *Scirpus americanus* Pers., plante vivace à longs rhizomes traçants (Marie-Victorin, 1964). Nous l'avons choisie à cause de sa tolérance à divers milieux ; en effet sa distribution géographique est très grande (Koyama, 1963) et elle est abondante au Québec (Raymond, 1950).

Les éléments polluants étudiés sont, par ordre d'importance, le mercure, le

plomb et le cadmium. Nous avons aussi étudié deux autres plantes : *Eleocharis Smallii* Britt. et de *Bidens cernua* L. Le but premier de ce travail était de savoir si des plantes semi-aquatiques seraient efficaces pour dépolluer des eaux contaminées par des métaux lourds. Nous avons donc essayé de mesurer quantitativement l'absorption de mercure, de plomb et de cadmium par les plantes mentionnées ci-haut.

Une revue des causes et des conséquences de la pollution par les métaux lourds ne s'avère pas nécessaire, le sujet ayant été abondamment traité (Berglund et Berlin, 1969 ; Coffey, 1970 ; Eisler, 1971 ; English *et al*, 1963 ; Fimreite, 1970 ; Goldwater, 1971 ; Hammond, 1971 ; Jernelov, 1969 ; Kendry et Roe, 1969 ; Uthe et Bligh, 1971).

Matériel et méthodes

Le protocole expérimental, dans une étude portant sur le comportement d'organismes vivants dans des conditions particulières de milieu, doit se rapprocher le plus possible des conditions naturelles dans lesquelles vivent ces organismes. Cependant, dans le présent travail, des difficultés insurmontables nous ont imposé des conditions expérimentales dérogeant à ces conditions naturelles; et nous avons travaillé en milieu hydroponique selon les techniques de la physiologie végétale conventionnelle.

Nous prélevions les plantes nécessaires à nos expériences à Cap-Rouge, 10 milles en amont de Québec, au sein d'une association à *Scirpus americanus* au niveau de la sous-association à *Eupatorium perfoliatum* L. (Lacoursière, 1969). Les échantillons de plantes, maintenus dans l'eau du fleuve pour le transport, étaient ensuite placés dans des récipients contenant 500 ml d'eau distillée dont la pression osmotique était ajustée avec du sucrose à l'équivalent d'une salinité de 1 pour 1000. Par la suite nous ajoutions les quantités désirées de métaux lourds. Les dosages de ceux-ci étaient faits, d'une part sur des échantillons de l'eau dans laquelle elles baignaient, ces échantillons étant prélevés tout au long et à la fin des expériences et, d'autre part, sur les rhizomes et les tiges déséchés des plantes soumises à l'expérimentation à raison de quatre par récipient.

Nous avons dosé les métaux lourds au moyen d'un spectrophotomètre à absorption atomique, soit directement, lorsqu'il s'agissait des échantillons d'eau, ou après digestion chimique, lorsqu'il s'agissait de plantes séchées. Pour le mercure, des difficultés techniques lors de la digestion ont fait que le pourcentage de récupération s'est établi à $68 \pm 2\%$, ce qui fait que les résultats obtenus pour

les dosages de mercure dans les plantes sont des résultats ne représentant que les $\frac{2}{3}$ environ de leur valeur réelle. Avec le plomb et le cadmium, ces difficultés ne se présentaient pas parce que leur pression de vapeur n'est pas aussi élevée que celle du mercure. Le mélange oxydant utilisé était composé d'acide nitrique (17 ml) et d'acide perchlorique (3 ml). Dans le cas du mercure, nous avons fait les dosages par absorption atomique sans flamme (FAA), ce qui améliorerait considérablement la précision et la limite de détection pour cet élément (Manning, 1970).

Nos expériences ont été effectuées à un pH de 5.5-5.6, et ceci pour toute la durée de celles-ci. On sait, que chez les plantes, la capacité d'absorber des cations ne varie pratiquement pas en solution légèrement acide, pH 5.5 à 7.0 (Bould et Hewitt, 1963), donc les plantes devaient réagir de la même façon que si elles étaient dans leur milieu naturel à pH 7.

Dans le but de localiser dans quels tissus les plantes étudiées accumulaient le mercure qu'elles absorbaient, nous avons fait quelques coupes histologiques sur des plantes ayant séjourné dans de l'eau à concentration de 20 ppm de mercure (HgCl_2) pour 72 heures. Ces coupes ont ensuite été traitées avec un mélange réducteur à base de SnCl_2 , de façon à mettre en évidence le mercure absorbé (Gabe, 1968).

Résultats et discussion

TENEUR EN Hg ET EN Pb DES TISSUS DE *SCIRPUS AMERICANUS* ET DE L'EAU EN MILIEU NATUREL

La première partie de notre travail a consisté à faire des dosages sur des plantes cueillies dans leur milieu naturel, un bassin hydrologique relativement pollué, l'estuaire supérieur du fleuve Saint-Laurent. Les résultats obtenus nous in-

diquent des concentrations relativement élevées de métaux lourds (tableau I), surtout en ce qui concerne le plomb. Notons cependant que si, pour le mercure, les concentrations trouvées sont semblables pour les échantillons prélevés à Cap Tourmente (25 milles en aval de Québec) et à Cap-Rouge, dans le cas du plomb ce n'est plus vrai, les concentrations trouvées dans les plantes provenant de Cap-Rouge étant beaucoup plus élevées. Ceci est vraisemblablement dû à une contamination locale provenant de l'essence perdue par des véhicules tout-terrain qui semblent circuler fréquemment à cet endroit et aussi à la proximité d'une marina

TABLEAU I

Concentration (ppm) de mercure et de plomb chez *Scirpus americanus* en milieu naturel

élément	tiges	rhizomes
H _g	0.19 (n = 54)	0.83 (n = 8)
P _b	5.9 (n = 16)	34.0 (n = 24)

n = nombre de spécimens

TABLEAU II

Concentrations de mercure trouvées dans le fleuve Saint-Laurent au mois d'août 1971

Lieu d'échantillonnage	Hg (ppb)
Centre du Lac St-Pierre	0.11
Trois-Rivières	0.08
Batiscan (Amont)	0.07
Mi-ch. Batiscan-Ste-Croix	0.11
Donnacona	<0.04
Ste-Pétronille	<0.04

Nous avons aussi fait des dosages de mercure sur des échantillons d'eau prélevés au milieu du fleuve Saint-Laurent à divers endroits (tableau II). La

diminution de la teneur en mercure en aval est probablement due à trois raisons principales: 1) la déposition de ce métal lourd sur le fond du fleuve, 2) une dilution des eaux du fleuve à mesure que des affluents moins ou non contaminés s'y déversent, 3) l'absorption de ces métaux par des organismes aquatiques.

Les concentrations de métaux lourds trouvées chez les plantes sont trop faibles pour interférer avec les résultats des expériences d'absorption effectuées au laboratoire, car les valeurs trouvées au cours de ces expériences sont 100 fois plus élevées en moyenne. On peut donc faire entrer les valeurs trouvées chez les plantes *in situ* dans la marge d'erreur.

ABSORPTION DU MERCURE PAR *SCIRPUS AMERICANUS* ET *ELEOCHARIS SMALLII*

Le mercure est le principal métal lourd que nous avons étudié. Nos analyses ont porté sur la disparition du mercure du milieu où baignaient les plantes, i.e., indirectement, sur la cinétique d'absorption par les plantes et sur les quantités de métal absorbées par ces plantes après les 72 heures de l'expérience.

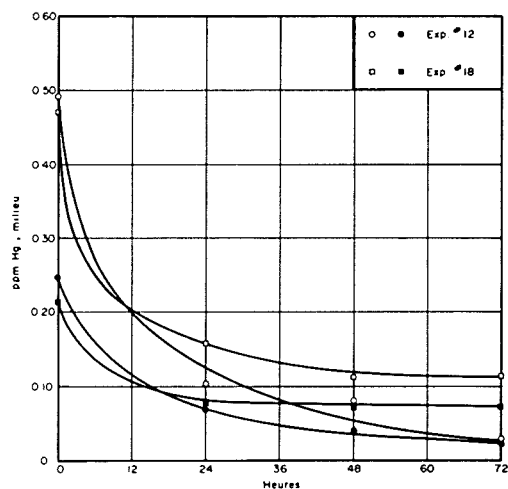


Figure 1. Disparition du mercure inorganique (HgC_{12}) en fonction du temps. *Scirpus americanus*.

En ce qui concerne la cinétique d'absorption (fig. 1), on voit que, quelle que soit la concentration de départ dans le liquide des récipients où baignaient les plantes, on retrouve, après 72 heures, des concentrations de mercure du même ordre de grandeur. Ceci voudrait dire qu'il y a absorption de cet élément jusqu'à ce que la concentration de ce dernier atteigne un certain niveau dans le milieu. Pour démontrer ce fait nous avons fait varier les conditions expérimentales : en effet, après 24 et 48 heures, nous avons restauré partiellement les conditions de départ dans le milieu. Les résultats (fig. 2) montrent une baisse accentuée après chaque renouvellement. De plus, la concentration finale atteinte après 24, 48 et 52 heures est toujours la même, à peu de choses près, pour une concentration initiale donnée. Ceci pourrait être dû à un phénomène de diffusion simple. Cependant le fait qu'il y ait concentration du métal par la plante implique une incorporation active du mercure par celle-ci, active dans le sens que le gradient favorable au passage de l'ion de l'extérieur vers l'intérieur de la plante serait dû à la combinaison de celui-ci à des molécules riches en groupement thiols et en ponts disulfures, les protéines par exemple. Une fois combinés, ces ions perdraient en effet leurs propriétés osmotiques. On sait que les métaux lourds sont parmi les principaux agents réagissant avec les groupes $-SH$ et qu'ils accélèrent la rupture hydrolytique des ponts disulfures (Yon, 1969). Afin de connaître la proportion exacte de transport actif responsable de cette accumulation, nous avons employé du DNP (2, 4-dinitrophénol), les résultats de ces expériences n'ont cependant pas été concluants.

Les résultats qu'illustre la figure 3 indiquent jusqu'à quel point les plantes cueillies sur le terrain présentent une

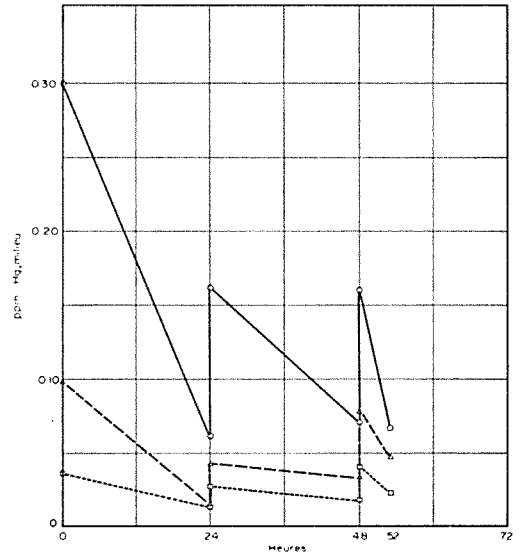


Figure 2. Disparition du mercure inorganique (HgC^{12}) en fonction du temps avec renouvellement partiel des concentrations de départ. Exp. 15.

hétérogénéité physiologique en fonction de la date où elles ont été collectionnées. Nos résultats sont donc conditionnés, d'une part, par la concentration initiale en mercure du milieu dans lequel baignaient les plantes au laboratoire et, d'autre part, par la date où l'expérience a été effectuée. Nous nous voyons donc obligés de considérer les résultats de chaque expérience séparément afin de voir l'effet de la concentration initiale du mercure dans le milieu sur la concentration trouvée dans les plantes. En effet on connaît le rôle important que joue la croissance dans le phénomène d'absorption des sels par les végétaux. La croissance d'un tissu végétal augmente sa surface propre et le nombre de ses cellules, entraînant la synthèse de nouveaux sites récepteurs. Conséquemment, si l'on considère séparément chaque expérience (figures 4 et 5), i.e. avec les plantes cueillies le même jour, on trouve des augmentations linéaires des concentrations de mercure dans les rhizomes et les tiges de *S. americanus* en fonction de l'augmentation de la concen-

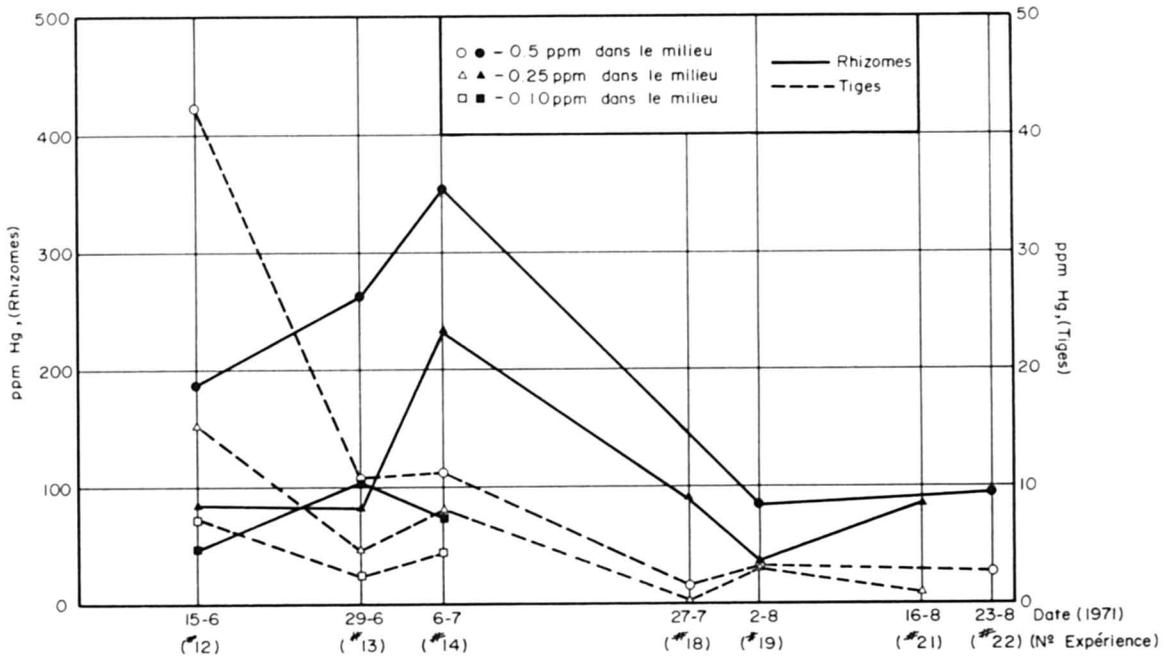


Figure 3. Variation de la concentration en Hg dans les tiges et les rhizomes de *Scirpus americanus* en fonction de la période de l'été.

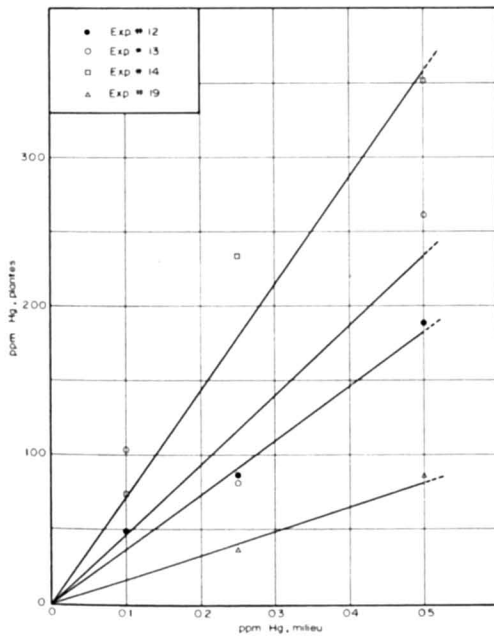


Figure 4. Concentrations en Hg des rhizomes de *S. americanus* après 72 heures en fonction de la concentration initiale en Hg du milieu.

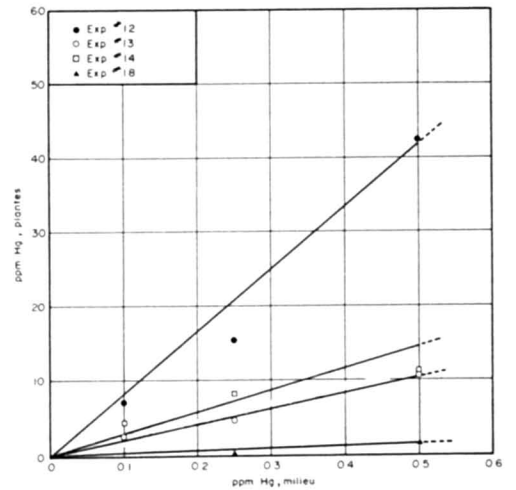


Figure 5. Concentration en Hg des tiges de *S. americanus* après 72 heures en fonction de la concentration initiale en Hg du milieu.

tration de mercure inorganique dans le milieu. Mais on trouve aussi une translocation maximum, i.e., transport du rhizome à la tige, pour la période considérée, vers la mi-juin. C'est en effet à ce moment que le rapport des concentrations dans les rhizomes sur les concentrations dans les tiges est le plus faible. Finalement, on note que les courbes des figures précédentes ont leur origine à zéro, laissant supposer qu'il n'y a pas de mercure dans la plante au départ ; ceci est la conséquence des explications données

précédemment sur les concentrations trouvées dans les plantes prélevées sur le terrain.

ABSORPTION DU PLOMB PAR *SCIRPUS AMERICANUS*, *ELEOCHARIS SMALLII* ET *BIDENS CERNUA* L.

Les expériences que nous avons effectuées avec le plomb, bien que moins nombreuses et localisées sur une période plus courte que celles effectuées avec le mercure, semblent indiquer que l'état

TABLEAU III

Concentrations de plomb trouvées dans les plantes après 72 heures en présence des solutions suivantes

No. de l'expérience	Concentration initiale dans le milieu (ppm)					
	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
	Tiges			Rhizomes		
<i>Scirpus americanus</i>						
13	37.4	—	—	336	351	673
18	—	18.6	28.3	—	375.6	885
19	—	15.9	12.4	—	345.3	739
22	—	—	54.2	—	—	542.0
	—	—	18.2	—	—	715.8
	—	—	21.5	—	—	541.5
<i>Eleocharis Smallii</i>						
18	—	187.6	341.5	—	1414	—
19	—	280.1	308.0	—	1782	3321
<i>Bidens cernua</i> *						
22	—	—	139.7	—	—	625

*fleurs et feuilles : 28.3 ppm

N.B. Les concentrations exprimées ici sont en ppm

physiologique des plantes ait un effet beaucoup moins important que dans le cas précédent, i.e. les expériences avec le mercure, sur leur capacité d'absorption de ce métal lourd. Contrairement à ce qui se passe avec le mercure, on remarque (tableau III) que la date à laquelle la cueillette est faite n'a pratiquement pas d'influence sur le pouvoir de concentration du plomb par les plantes. On constate alors que les concentrations de plomb dans les plantes augmentent de façon proportionnelle à celles du milieu (fig. 6).

Nous supposons donc que le plomb serait absorbé par la plante presque quantitativement par diffusion, le métabolisme de celle-ci n'ayant qu'un effet négligeable sur l'absorption de ce métal. Cependant le fait que les concentrations de plomb dans le milieu expérimental soient relativement élevées (de 0.5 à 1.5 ppm) peut nous empêcher de déceler cette influence possible. En définitive il nous faut admettre que *S. americanus* n'a pas le même comportement vis-à-vis du plomb et du mercure inorganique, le transport actif ayant vraisemblablement

un rôle à jouer dans le cas de l'absorption du mercure. En effet, parmi les critères qui nous permettent de savoir s'il y a du transport actif, deux se vérifient ici : 1) l'absorption d'une substance (le mercure), ressemblant beaucoup à une autre (le plomb), devrait se faire de façon à peu près identique, sinon on aurait une forte indication qu'il y a transport actif. Nous constatons une réponse différente. 2) Le taux d'absorption est, dans la plupart des cas, directement proportionnel au gradient de concentration, mais dans le cas du transport actif il ne l'est pas. Avec le mercure nous avons vu que, suivant le stade de croissance des plantes, l'absorption varie pour une même concentration initiale dans le milieu (fig. 3) et l'on peut tenir l'état physiologique de la plante comme responsable en partie de ce phénomène.

ABSORPTION DU CADMIUM PAR *SCIRPUS AMERICANUS*

Nous n'avons fait qu'une expérience avec ce métal, notre seul but étant de savoir si *S. americanus* se comportait de la même façon en présence de ce métal qu'il le faisait avec le mercure et le plomb. Nous constatons une réponse de la même importance qu'avec les deux métaux lourds précédents (tableau IV). Soulignons que dans nos expériences l'échelle des concentrations initiales de cadmium n'était pas la même qu'avec le mercure et le plomb. Le choix des concentrations initiales utilisées dans le milieu expérimental était déterminé par deux facteurs : 1) la limite de détection de la méthode de dosage, particulièrement dans le cas du plomb, 2) l'utilisation des résultats, i.e. l'emploi de ceux-ci pour faire des intrapolations ; en effet des concentrations relativement élevées permettent de faire des intrapolations à l'intérieur des courbes obtenues tandis que l'utilisation de concentrations initiales très faibles nous aurait donné des

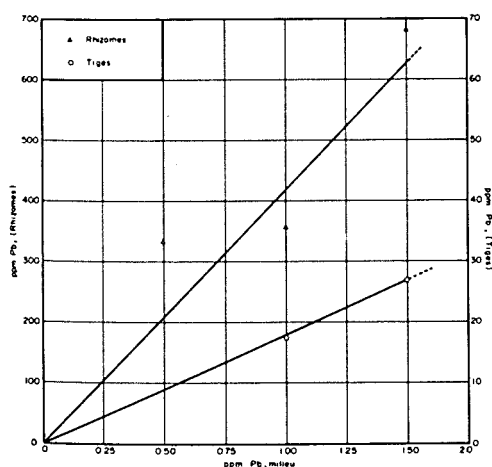


Figure 6. Concentrations en plomb des rhizomes et des tiges de *S. americanus* après 72 heures dans des milieux à diverses concentrations initiales (Moy.)

TABLEAU IV

Concentration de cadmium trouvées dans les tissus de *S. americanus* après 72 heures en présence des solutions suivantes.

N° de l'expérience	Concentration initiale dans le milieu (ppm)					
	0.05	0.1	0.4	0.05	0.1	0.4
	<i>Scirpus americanus</i>					
	Tiges			Rhizomes		
22	2.5	4.9	14.1	26.7	129.3	238.7

N.B. Les concentrations exprimées ici sont en ppm de Cadmium.

courbes avec lesquelles nous aurions dû faire des extrapolations en dehors de celle-ci, ce qui aurait suscité des hypothèses moins valables que dans le premier cas.

COMPARAISON ENTRE LES POUVOIRS D'ABSORPTION DES PLANTES POUR LE MERCURE ET POUR LE PLOMB

Les données du tableau V permettent de comparer l'accumulation du plomb et du mercure dans les tiges et les rhizomes de *S. americanus* et d'*E. Smallii* et permettent de discerner quelle espèce a la plus grande capacité d'absorption. D'après ces résultats, on voit qu'*E. Smallii* peut absorber beaucoup plus de plomb que *S. americanus* : en effet, on trouve dans la première des concentrations de plomb environ 13 à 5 fois plus fortes dans les tiges et les rhizomes respectivement que chez la deuxième. Cependant, dans le cas du mercure, *S. americanus* concentre environ deux fois plus ce métal lourd que *E. Smallii*. On note aussi une plus grande absorption du mercure inorganique que du mercure organique chez *S. americanus*. Ceci semble confirmer l'hypothèse d'une sélectivité des plantes vis-à-vis ces métaux lourds et renforcer l'hypothèse de l'intervention du transport actif.

TABLEAU V

Rapport des concentrations de métal lourd trouvées chez les plantes en fonction de l'espèce et en fonction du composé mercurique

Plomb				
Concentration initiale, milieu (ppm)	Rapport de la moyenne des concentrations trouvées chez les plantes			
	Espèce*	tiges	rhizomes	
1.0	E.s.			
	S.a.	13.5	4.5	
1.5	E.s.			
	S.a.	12.1	4.8	
1.5	B.c.			
	S.a.	5.2	0.9	
Mercure				
0.25	E.s.			
	S.a.	0.9	0.5	
0.50	E.s.			
	S.a.	0.7	0.4	
S.a.	MeHg			
	0.25 Hg C1	0.7	0.5	
S.a.	MeHg			
	0.50 Hg C1	0.3	0.3	

*E.s. Eleocharis Smallii S.a. Scirpus americanus
B.c. Bidens cernua

Aux travaux de physiologie, nous avons jugé bon d'adjoindre des observations histologiques ; nous avons effectué des coupes histologiques au niveau des racines de *S. americanus*. Sur les coupes de plantes traitées, apparaissent de très nombreux points noirs au niveau des membranes des cellules parenchymateuses du cortex (fig. 7-A), tandis que rien de semblable n'apparaît dans les cellules des racines des témoins (fig. 7-B). Ces points sont formés de mercure réduit à l'état métallique.

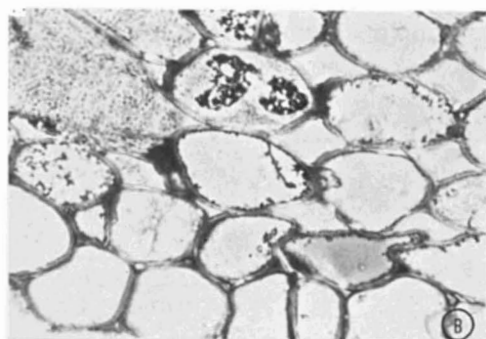
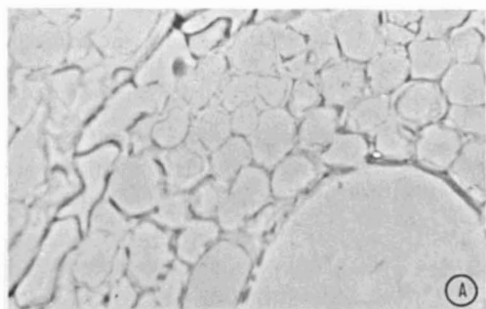


Figure 7. Microphotographies de racines de *S. americanus* en contraste de phase. A. Témoins. B. Plantes ayant baigné pendant 72 heures dans une solution à 20 ppm de mercure ($HgCl_2$).

Conclusion

Il semble bien que *Scirpus americanus* peut agir comme agent dépolluant naturel. D'autres espèces cependant semblent aussi aptes que celle-ci pour cette fonction : *Eleocharis Smallii* et *Bidens cernua*. Cependant, seulement des essais sur le terrain permettraient de savoir jusqu'à quel point cette méthode pourrait

s'avérer efficace et rentable. Étant donné que les métaux lourds se déposent en grande partie sur le fond des cours d'eau, les plantes absorbent vraisemblablement ceux-ci à partir des sols de fond ; en enlevant une partie des plantes d'une étendue d'eau donnée chaque année, on pourrait possiblement diminuer la contamination de cette eau.

Un autre aspect de l'accumulation de métaux lourds par *S. americanus* est celui que celle-ci constitue une source de nourriture majeure de la grande Oie Blanche (*Chen hyperborea atlantica*) lors de son passage dans nos régions. Celle-ci pourrait alors développer des états pathologiques. Nous avons fait des dosages de mercure sur une douzaine de ces oiseaux, mais rien ne permet d'établir qu'aucun de ceux-ci soit mort d'intoxication au mercure.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Ministère fédéral de l'Énergie des Mines et des Ressources qui, en versant un fonds de recherche au Centre de Recherche sur l'Eau de l'Université Laval (CENTRAU), nous a permis de faire les recherches dont nous présentons les résultats.

Références

- BERGLUND, F. and M. BERLIN, 1969. Risk of methylmercury cumulation in man and mammals and the relation between body burden of methylmercury and toxic effects, p. 258-273. *In*: Chemical fallout; current research on persistent pesticides. M. W. Miller and G. G. Berg. (ed.) Springfield, Ill., 531 p.
- BOULD, C. and E. J. HEWITT, 1963. Mineral nutrition of plants in soils and in culture, p. 15-133. *In*: Plant physiology, Vol. 3 (Inorganic Nutrition of plants), Academic Press, New York, 811 p.
- COFFEY, B. T., 1970. Mercury in animals may be worse than thought. *Natn Fisherm.*, (6) : 4A, 15A.

- EISLER, R., 1971. Cadmium poisoning in *Fundulus heteroclitus* (Pisces: Cyprinodontidae) and other marine organisms. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28 (9) : 1225-1234.
- ENGLISH, J. N., W. E. SURBER and G. N. McDERMOTT, 1963. Pollutional effects of out-board motor exhaust: Field study. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 35 : 1121.
- FIMREITE, N., 1970. Mercury uses in Canada and their possible hazards as source of mercury contamination. *Environ. Pollut.*, 1 : 119-131.
- GABE, M., 1968. Techniques histochimiques. Masson, Paris, 1113 p.
- GOLDWATER, L. J., 1971. Mercury in the environment. *Sci. Amer.*, 224 : 15-21.
- HAMMOND, A.L., 1971. Mercury in the environment: Natural and human factors. *Science*, 171 : 736-789.
- JERNELOV, A., 1969. Conversion of mercury compounds, p. 68-74. In: Chemical fallout; current research on persistent pesticides. M. W. Miller and G. G. Berg. (ed.) Springfield, Ill., 531 p.
- KENDRY, G. and F. J. C. ROE, 1969. Cadmium toxicology. *Lancet*, 1 (7607) : 1206-1207.
- KOYAMA, T., 1963. The Genus *Scirpus* Linn. *Can. J. Bot.*, 41 : 1107-1123.
- LACOURSIÈRE, E., 1969. Étude écologique de la végétation riparienne entre Sainte-Famille et la Pointe Argentenaye à l'île d'Orléans. Thèse de maîtrise, Université Laval, Québec.
- MANNING, D. C., 1970. Non-flamme methods for mercury determination by atomic absorption. *Newsl. At. Absorption*, 9 (5) : 97-99.
- MARIE-VICTORIN, Fr., 1964. Flore laurentienne. Les Presses de l'Université de Montréal, 694 p.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, n° 5, p. 1-147.
- UTHE, J. F. and E. G. BLIGH, 1971. Preliminary survey of heavy metal contamination of canadian freshwater fish. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28 (5) : 786-796.
- YON, J., 1969. Structure et dynamique conformationnelle des protéines. Hermann, Paris, 320 p.

NOUVEAU CATALOGUE DES LICHENS DU QUÉBEC

Ernest LEPAGE

Saint-Simon (Rimouski), Québec

Résumé

Le présent catalogue est une mise à jour de la liste des lichens du Québec, dont le nombre s'élève maintenant à 647 espèces, 89 variétés et 150 formes.

Abstract

This catalogue brings up to date the list of the Québec lichens, which number by this time 647 species, 89 varieties and 149 forms.

Introduction

Depuis la publication de notre catalogue des lichens du Québec (Lepage, 1947-1949) et d'un premier supplément (Lepage, 1958), on peut noter de nombreux changements dans la nomenclature, ainsi qu'un bon nombre d'additions nouvelles à notre flore, de sorte que la

compilation d'un nouveau catalogue devient nécessaire et, nous l'espérons, sera bienvenue de la part des lichénologues canadiens. La nomenclature adoptée, sauf exceptions, suit « A Fourth Checklist of the Lichens of the Continental United States and Canada » de M. E. Hale et W. L. Culberson (Bryologist 73 : 499-543, 1970).

Liste des familles

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. LICHINACEAE | 21. RAMALINACEAE |
| 2. COLLEMATACEAE | 22. BUELLIACEAE |
| 3. PLACYNTHIACEAE | 23. PHYSCIACEAE |
| 4. PANNARIACEAE | 24. TELOSCHISTACEAE |
| 5. PELTIGERACEAE | 25. OSTROPACEAE |
| 6. NEPHROMATACEAE | 26. DIPLOSCHISTACEAE |
| 7. STICTACEAE | 27. THELOTREMATACEAE |
| 8. GYALECTACEAE | 28. GRAPHIDACEAE |
| 9. LECIDEACEAE | 29. PYRENULACEAE |
| 10. STEREOCAULACEAE | 30. STRIGULACEAE |
| 11. BAEOMYCETACEAE | 31. VERRUCARIACEAE |
| 12. CLADONIAEAE | 32. CALICIACEAE |
| 13. UMBILICARIACEAE | 33. CYPHELIACEAE |
| 14. PERTUSARIACEAE | 34. SPHAEROPHORACEAE |
| 15. ACAROSPORACEAE | 35. ARTHONIACEAE |
| 16. LECANORACEAE | 36. MYRANGIACEAE |
| 17. CANDELARIACEAE | 37. ARTHOPYRENIACEAE |
| 18. PARMELIACEAE | 38. OPEGRAPHACEAE |
| 19. ANZIACEAE | 39. FUNGI IMPERFECTI |
| 20. USNEACEAE | |

**Liste des genres, espèces, variétés
et formes**

Le chiffre entre parenthèses à la suite des genres, réfère à la famille à laquelle ces genres appartiennent.

- Acarospora** Mass. (15)
glaucocarpa (Wahlenb.) Koerb.
 — var. *depauperata* (Koerb.) A.L. Sm.
molybdina (Wahlenb.) Trev.
 — f. *ereutica* (Wahlenb.) Th. Fr.
rufescens (Ach.) Bausch
Schleicheri (Ach.) Mass.
- Actinogyra** Schol. (13)
Muehlenbergii (Ach.) Schol.
 — var. *alpina* (Tuck.) Llano
polyrrhiza (L.) Schol.
- Agyrophora** (Nyl.) Nyl. (13)
leiocarpa (DC.) Gyeln.
Lyngei (Schol.) Llano
- Alectoria** Ach. (20)
americana Mot.
bicolor (Ehrh.) Nyl.
chalybeiformis (L.) S. Gray
glabra Mot.
implexa (Hoffm.) Nyl.
nadvornikiana Gyeln.
nidulifera Norrl.
nigricans (Ach.) Nyl.
nitidula (Th. Fr.) Vain.
ochroleuca (Hoffm.) Mass.
positiva (Gyeln.) Mot.
pubescens (L.) R.H. Howe
sarmentosa (Ach.) Ach.
simplicior (Vain.) Lynge
vexillifera (Nyl.) Stizenb.
- Anaptychia** Koerb. (23)
ciliaris (L.) Koerb.
 — var. *melanosticta* (Ach.) Boistel
kaspica Gyeln.
palmulata (Michx.) Vain.
- Anzia** Stizenb. (19)
colpodes (Ach.) Stizenb.
- Arthonia** Ach. (35)
dispersa (Schrad.) Nyl.
incarnata (Th. Fr.) Kullh.
lecideella Nyl.
punctiformis Ach.
radiata (Pers.) Ach.
 — f. *astroidea* Ach.
 — var. *Swartziana* (Ach.) Almq.
- Arthopyrenia** Mass. (37)
alba (Schrad.) Zahlbr.
biformis (Borr.) Mass.
punctiformis (Pers.) Mass.
- Arthothelium** Mass. (35)
spectabile (Flot.) Mass.
taediosum (Nyl.) Muell. Arg.
- Bacidia** De Not. (9)
albescens (Kremp.) Zw.
atrogrisea (Del.) Koerb.
Beckhausii Koerb.
declinis (Tuck.) Zahlbr. cfr.
incompta (Borr.) Anzi
inundata (Fr.) Koerb.
obscurata (Somm.) Zahlbr.
rubella (Hoffm.) Mass.
sabuletorum (Schreb.) Lett.
sphaeroides (Dicks.) Zahlbr.
suffusa (Fr.) Schneid.
- Baeomyces** Pers. (11)
carneus (Retz.) Floerke
placophyllus Ach.
roseus Pers.
rufus (Huds.) Rebent.
- Biatorella** De Not. (15)
campestris (Fr.) Almq.
moriformis (Ach.) Th. Fr.
- Buellia** De Not. (22)
alboatra (Hoffm.) Branth & Rostr.
atrata (Sm.) Anzi
callispora (Knight) J. Stein.
disciformis (Fr.) Mudd
lauri-cassiae (Fée) Muell. Arg.
lepidastrata (Tuck.) Tuck.
occidentalis Lynge
punctata (Hoffm.) Mass.
Schaereri De Not.
spuria (Schaer.) Anzi
stilligiana J. Stein
- Calicium** Pers. (32)
pusillum Floerke
- Caloplaca** Th. Fr. (24)
aurantiaca (Lightf.) Th. Fr.
cerina (Ehrh.) Th. Fr.
cinnabarina (Ach.) Zahlbr.
citrina (Hoffm.) Th. Fr.
discolor (Will.) Fink
ferruginea (Huds.) Th. Fr.
flavovirescens (Wulf.) Dalla Torre & Sarnth
fraudans (Th. Fr.) Oliv.
holocarpa (Hoffm.) Wade
jungermanniae (Vahl) Th. Fr.
microphyllina (Tuck.) Hasse

- murorum* (Hoffm.) Th. Fr.
Pollinii (Mass.) Jatta
sinapisperma (Lam.) Mah. & Gill.
stillicidiorum (Vahl) Lynge
tiroliensis Zahlbr.
trachyphylla (Tuck.) Zahlbr.
ulmorum (Fink) Fink
- Candelaria** Mass. (17)
concolor (Dicks.) B. Stein
fibrosa (Fr.) Muell. Arg.
- Candelariella** Muell. Arg. (17)
aurella (Hoffm.) Zahlbr.
placodizans (Nyl.) Magn.
vitellina (Ehrh.) Muell. Arg.
xanthostigma (Ach.) Lett.
- Catillaria** (Ach.) Th. Fr. (9)
atropurpurea (Schaer.) Th. Fr.
glauconigrans (Tuck.) Hasse
Griffithii (Sm.) Malme
grossa (Pers.) Koerb.
Laureri Hepp
micrococca (Koerb.) Th. Fr.
musciicola Lynge
- Cetraria** Ach. (18)
aurescens Tuck.
ciliaris Ach.
commixta (Nyl.) Th. Fr.
cucullata (Bell.) Ach.
Delisei (Bory) Th. Fr.
ericetorum Opiz
Fendleri (Nyl.) Tuck.
Halei Culb. & Culb.
hepatizon (Ach.) Vain.
islandica (L.) Ach.
juniperina (L.) Ach.
nigricans (Retz.) Nyl.
nivalis (L.) Ach.
Oakesiana Tuck.
orbata (Nyl.) Fink
pinastri (Scop.) S. Gray
platyphylla Tuck.
sepincola (Ehrh.) Ach.
Tilesii Ach.
viridis Schwein.
- Cetrelia** Culb. & Culb. (18)
cetrarioides (Del.) Culb. & Culb.
Chichitae (W. Culb.) Culb. & Culb.
olivetorum (Nyl.) Culb. & Culb.
- Chaenotheca** (Th. Fr.) Th. Fr. (32)
brunneola (Ach.) Muell. Arg.
trichialis (Ach.) Th. Fr.
- Cladonia** Wigg. (12)
aberrans (Abb.) Stuck.
- Cladonia** Wigg. (12) (suite)
acuminata (Ach.) Norrl.
alpestris (L.) Rabenh.
 — f. *pumila* (Del.) A.L. Sm.
amaurocraea (Floerke) Schaer.
 — f. *celotea* (Ach.) Vain.
 — f. *furcatiformis* (Nyl.) Vain.
 — f. *oxyceras* (Ach.) Vain.
 — f. *oxyclada* Vain.
 — f. *tenuisecta* Vain.
 — f. *Tominii* Sandst.
apodocarpa Robb.
arbuscula (Wallr.) Rabenh.
bacillaris (Ach.) Nyl.
 — f. *clavata* (Ach.) Vain.
 — f. *elegantior* Vain.
bacilliformis (Nyl.) Dalla Torre & Sarnth.
bellidiflora (Ach.) Schaer.
 — f. *subuliformis* (Wallr.) Vain.
 — f. *tubaeformis* (Wallr.) Vain.
Boryi Tuck. f. *lacunosa* (Bory) Tuck.
 — f. *reticulata* (Russ.) Merr.
botrytes (Hag.) Willd.
caespiticia (Pers.) Floerke
carassensis Vain.
cariosa (Ach.) Spreng.
 — f. *corticata* Vain.
 — f. *cribosa* (Wallr.) Vain.
 — f. *squamulosa* (Muell.) Vain.
carneola (Fr.) Fr.
 — f. *irregularis* Sandst.
cenotea (Ach.) Schaer.
 — f. *crossota* (Ach.) Nyl.
 — f. *prolifera* Schaer.
chlorophaea (Floerke) Spreng.
 — f. *carpophora* (Floerke) Anders.
 — f. *costata* (Floerke) Arn.
 — f. *pachyphyllina* (Wallr.) Sandst.
 — f. *prolifera* (Floerke) Vain.
 — f. *pterygota* (Floerke) Vain.
 — f. *simplex* (Hoffm.) Arn.
coccifera (L.) Willd.
 — var. *coronata* (Del.) Vain.
 — f. *ochrocarpia* Floerke
 — f. *phyllocoma* Floerke
 — var. *stematina* (Ach.) Vain.
coniocraea (Floerke) Spreng.
 — f. *ceratodes* (Floerke) Dalla Torre & Sarnth.
 — f. *expansa* (Floerke) Sandst.
 — f. *phyllostrota* (Floerke) Vain.
 — f. *pycnotheliza* (Nyl.) Vain.
 — f. *stenoscypha* (Stuckenberg) Sandst.
 — f. *truncata* (Floerke) Dalla Torre & Sarnth.
conista (Ach.) Robb.
 — f. *simplex* Robb.
cornuta (L.) Hoffm.

Cladonia Wigg. (12) (suite)

- f. *cylindrica* Schaer.
- var. *groenlandica* Dahl
- f. *phyllostoca* (Floerke) Arn.
- f. *scyphosa* Schaer.
- crispata* (Ach.) Flot.
- var. *ceptrariaeformis* (Del.) Vain.
- var. *dilacerata* (Schaer.) Malbr.
- f. *divulsa* (Del.) Arn.
- var. *infundibulifera* (Schaer.) Vain.
- — f. *schistopoda* Vain.
- var. *subcrispata* (Nyl.) Vain.
- var. *virgata* (Ach.) Vain.
- — f. *Kairomoi* Vain.
- cristatella* Tuck.
- f. *Beauvoisii* (Del.) Vain.
- f. *ochrocarpia* Tuck.
- f. *pleurocarpa* Robb.
- f. *ramosa* Tuck.
- f. *scyphulifera* Sandst.
- f. *squamosissima* Robb.
- f. *vestita* Tuck.
- cryptochlorophaea* Asah.
- cyanipes* (Somm.) Nyl.
- f. *Despreauxii* (Borr.) Th. Fr.
- cylindrica* (Evans) Evans
- decorticata* (Floerke) Spreng.
- deformis* (L.) Hoffm.
- f. *cornuta* Tors.
- digitata* (L.) Hoffm.
- var. *glabrata* (Del.) Vain.
- f. *monstrosa* (Ach.) Vain.
- ecmocyna* (Ach.) Nyl.
- var. *macroceras* (Floerke) Ach.
- var. *nigripes* (Nyl.) Evans
- farinacea* (Vain.) Evans
- fimbriata* (L.) Fr.
- var. *simplex* (Weiss) Flot.
- — f. *minor* (Hag.) Vain.
- Floerkeana* (Fr.) Floerke
- var. *carcata* (Ach.) Vain.
- var. *Intermedia* Hepp
- furcata* (Huds.) Schrad.
- var. *palamaea* (Ach.) Vain.
- — f. *rigidula* (Mass.) Oliv.
- var. *pinnata* (Floerke) Vain.
- — f. *foliosa* (Del.) Vain.
- — f. *truncata* (Floerke) Vain.
- — f. *turgida* (Scriba) Sandst.
- var. *racemosa* (Hoffm.) Floerke
- — f. *corymbosa* (Ach.) Vain.
- — f. *fissa* (Floerke) Aigret
- — f. *furcatosubulata* (Hoffm.) Vain.
- — f. *squamulifera* Sandst.
- — f. *subclausa* Sandst.
- gonecha* (Ach.) Asah.
- gracilis* (L.) Willd.
- var. *chordalis* (Floerke) Schaer.

Cladonia Wigg. (12) (suite)

- — f. *aspera* Th. Fr.
- — f. *incondita* (Wallr.) Anders.
- — f. *leucochlora* Floerke
- var. *dilatata* (Hoffm.) Vain.
- — f. *anthocephala* (Floerke) Vain.
- — f. *dilacerata* (Floerke) Vain.
- — f. *floripara* (Floerke) Sandst.
- — f. *mesotheta* (Wallr.) Sandst.
- — f. *squamulosa* (Schaer.) Sandst.
- var. *elongata* (Jacq.) Fr.
- var. *gracillima* Norrl.
- Grayi* Merr.
- f. *simplex* Robb.
- f. *squamulosa* Sandst.
- impexa* Harm.
- ssp. *laxiuscula* (Del.) Sandst.
- f. *pumila* (Ach.) Sandst.
- incrassata* Floerke
- lepidota* Nyl.
- macilentata* Hoffm. f. *styracella* (Ach.) Vain.
- macrophylla* (Schaer.) Stenham.
- major* (Hag) Sandst.
- mitis* Sandst.
- f. *attenuata* Sandst.
- f. *prostrata* Sandst.
- f. *tenuis* Sandst.
- multiformis* Merr.
- f. *Finkii* (Vain.) Sandst.
- f. *simulata* Robb.
- f. *subascypha* (Vain.) Evans
- f. *subtestacea* (Vain.) Evans
- nemoxyna* (Ach.) Nyl.
- f. *fibula* (Ach.) Vain.
- Norrlinii* Vain.
- ochrochlora* Floerke
- parasitica* (Hoffm.) Hoffm.
- phyllophora* Hoffm.
- pityrea* (Floerke) Fr. var. *Zwackhii*. Vain.
- f. *cladomorpha* Vain.
- pleurota* (Floerke) Schaer.
- f. *decorata* Vain.
- f. *decorticata* Vain
- f. *extensa* (Ach.) Sandst.
- f. *frondescens* (Nyl.) Oliv.
- pocillum* (Ach.) O. Rich.
- pseudorangiformis* Asah.
- pyxidata* (L.) Hoffm.
- var. *neglecta* (Floerke) Mass.
- — f. *lophyra* (Ach.) Koerb.
- — f. *macrophylla* (Muell. Arg.) Vain.
- — f. *peritheta* (Wallr.) Robb.
- — f. *prolifera* Arn.
- — f. *simplex* (Ach.) Harm.
- rangiferina* (L.) Web.
- f. *crispata* Coem.
- f. *patula* Flot.
- f. *setigera* Oxner

Cladonia Wigg. (12) (suite)

- f. *stygia* Fr.
- rangiformis* Hoffm.
- f. *pungens* (Ach.) Vain.
- scabriuscula* (Del.) Nyl.
- f. *elegans* Robb.
- f. *subglauca* Sandst.
- f. *surrecta* (Floerke) Vain.
- squamosa* (Scop.) Hoffm.
- f. *clavariella* Vain.
- f. *denticollis* (Hoffm.) Floerke
- f. *frondosa* (Del.) Mass.
- var. *levicorticata* Sandst.
- — f. *pseudocrispata* Sandst
- — f. *rigida* (Del.) Sandst.
- — f. *turfacea* Rehm.
- f. *muricella* (Del.) Vain.
- f. *murina* Scriba
- f. *phyllocoma* (Rabenh.) Vain.
- f. *squamosissima* Floerke.
- strepsilis* (Ach.) Vain.
- subfurcata* (Nyl.) Arn.
- subrangiformis* Sandst.
- subsquamosa* (Nyl.) Vain. f. *luxurians*. Nyl.
- f. *pulverulenta* Vain.
- subtenuis* (Abb.) Evans
- subulata* (L.) Wigg.
- terrae-rovae* Ahti
- turgida* (Ehrh.) Hoffm.
- f. *corniculata* Floerke
- f. *scyphifera* Vain.
- f. *squamulosa* (Rabenh.) Theobald
- f. *stricta*. Nyl.
- uncialis* (L.) Wigg.
- f. *biuncialis* (Hoffm.) Harm.
- f. *dicraea* (Ach.) Vain.
- f. *integerrima* Vain.
- f. *obtusata* (Ach.) Nyl.
- f. *setigera* Anders.
- f. *spinosa* Oliv.
- f. *subobtusata* Coem.
- f. *turgescens* (Del.) Fr.
- verticillata* (Hoffm.) Schaer.
- f. *aggregata* (Del.) Oliv.
- f. *apoticta* (Ach.) Vain.
- f. *evoluta* (Th. Fr.) Stein
- f. *phyllophora* (Dalla Torre & Sarnth.) Floerke
- f. *pulvinata* Sandst.

Coenogonium Ehrenb. (8)

- interpositum* Nyl.

Collema Wigg. (2)

- auriculatum* Hoffm.
- conglomeratum* Hoffm. var. *crassiusculum* (Malme) Degel.
- crispum* (Huds.) Wigg.

- flaccidum* (Ach.) Ach.
- limosum* (Ach.) Ach.
- nigrescens* (Huds.) DC.
- Nylanderianum* Zahlbr.
- polycarpon* Hoffm.
- ryssoleum* (Tuck.) Schneid.
- tenax* (Sw.) Ach.
- tunaeforme* (Ach.) Ach.

Coniocybe Ach. (32)

- turfuracea* (L.) Ach.

Conotrema Tuck. (25)

- urceolatum* (Ach.) Tuck.

Cornicularia (Schreb.) Hoffm. (20)

- aculeata* (Schreb.) Ach.
- divergens* Ach.
- normoerica* (Gunn.) Du Rietz
- odontella* (Ach.) Roehl.

Cyphelium Ach. (33)

- tigillare* (Ach.) Ach.

Dactylina Nyl. (20)

- arctica* (Hook.) Nyl.
- ramulosa* (Hook.) Tuck.

Dermatina Almq. (36)

- pyrenocarpa* (Nyl.) Zahlbr.

Dermatocarpon Eschw. (31)

- fluviatile* (G. Web.) Th. Fr.
- hepaticum* (Ach.) Th. Fr.
- Michelii* (Mass.) Zw.
- miniatum* (L.) Mann.
- var. *complicatum* (Lightf.) Th. Fr.
- rufescens* (Ach.) Th. Fr.

Dimelaena Norm. (22)

- oreina* (Ach.) Norm.

Diploschistes Norm. (26)

- scruposus* (Schreb.) Norm.
- var. *parasiticus* (Somm.) Zahlbr.

Endocarpon Hedw. (31)

- pusillum* Hedw.

Ephebe Fr. (1)

- lanata* (L.) Vain.
- solida* Born.

Evernia Ach. (20)

- mesomorpha* Nyl.
- prunastri* (L.) Ach.

Graphis Adans. (28)

- scripta* (L.) Ach.
- var. *limitata* (Pers.) Ach.
- var. *pulverulenta* (Pers.) Ach.
- var. *recta* (Schaer.) Rabenh.
- var. *serpentina* (Ach.) Meyer

- Haematomma** Mass. (16)
elatinum (Ach.) Mass.
lapponicum Räs.
ochrophaeum (Tuck.) Mass.
- Heterodermia** Trev. (23)
granulifera (Ach.) W. Culb.
hypoleuca (Muhl.) Trev.
leucomela (L.) Poelt
tremulans (Muell. Arg.) W. Culb.
- Hypogymnia** (Nyl.) W. Wats. (18)
austerodes (Nyl.) Räs.
Bitteri (Lyng.) Ahti
encausta (Sm.) W. Wats.
enteromorpha (Ach.) Nyl.
physodes (L.) S. Wats.
subobscura (Vain.) Poelt
tubulosa (Schaer.) Hav.
vittata (Ach.) Gas.
- Icmadophila** Trev. (16)
ericetorum (L.) Zahlbr.
- Lasallia** Mér. (13)
papulosa (Ach.) Llano
pustulata (L.) Mér.
- Lecania** Mass. (16)
cyrtella (Ach.) Th. Fr.
cyrtellina (Nyl.) Sandst.
dimeria (Nyl.) Th. Fr. f. *dubitans* (Nyl.) Arn.
erysibe (Ach.) Mudd
syringea (Ach.) Th. Fr.
- Lecanora** Ach. (16)
atra (Huds.) Ach.
badia (Hoffm.) Ach.
— var. *cinerascens* Flot.
beringii Nyl.
caesiorubella Ach.
calcareia (L.) Somm.
campestris (Schaer.) Hue
castanea (Hepp) Th. Fr.
cenisia Ach.
— f. *atrynea* (Ach.) Stein
chlarona (Ach.) Nyl.
chlarotera Nyl.
chrysoleuca (Sm.) Ach.
cinerea (L.) Somm.
cinereofusca Magn.
coilocarpa (Ach.) Nyl.
contractula Nyl.
crenulata (Dicks.) Nyl. cfr.
cupressi Tuck.
dispersa (Pers.) Somm.
epibryon (Ach.) Ach.
expallens Ach.
frustulosa (Dicks.) Ach.
gibbosula Magn.
- glabrata* (Ach.) Malme
Grantii Magn.
Hageni (Ach.) Ach.
hypoptoides Nyl.
impudens Degel.
insignis Degel.
lacustris (With.) Nyl.
melanaspis (Ach.) Ach.
muralis (Schreb.) Rabenh.
— var. *saxicola* (Poll.) Tuck.
mutabilis Somm.
pallida (Schreb.) Rabenh.
pinastri (Schaer.) Magn.
piniperda Koerb.
polytropia (Ehrh.) Rabenh.
— var. *alpigena* (Ach.) Rabenh. f. *acrustacea*
Schaer.
— var. *leucococca* (Somm.) Th. Fr.
— f. *dispersula* Zahlbr.
rugosella Zahlbr.
rupicola (L.) Zahlbr.
saligna (Schrad.) Zahlbr.
sambuci (Pers.) Nyl.
straminea (Wahlenb.) Ach.
subfusca (L.) Ach.
— var. *allophana* Ach.
subfuscata Magn.
subrugosa Nyl.
uplandica Magn. cfr.
varia (Ehrh.) Ach.
— var. *saepincola* (Ach.) Link
versicolor (Pers.) Ach.
- Lecideea** Ach. (9)
albocaerulescens (Wulf.) Ach.
arctogena Th. Fr.
assimilata Nyl.
atrobrunnea (Ram.) Schaer.
auriculata Th. Fr.
— var. *diducens* (Nyl.) Th. Fr.
— var. *evoluta* Th. Fr.
Berengeriana (Mass.) Nyl.
cinnabarina Somm.
columnata Lowe
conferenda Nyl.
crustulata (Ach.) Spreng.
decipiens (Hedw.) Ach.
delincta Nyl.
demissa (Rutstr.) Ach.
Dicksonii (Gmel.) Ach.
elabens Fr.
elegantior Magn.
enteroleuca Ach.
erratica Koerb.
flavocaerulescens Hornem.
fuscoatra Nyl.
fuscocinerea Nyl.
globifera Ach.

- glomerulosa* (DC.) Steud. var. *muscorum* (Wulf.) Vain.
granulosa (Ehrh.) Ach.
helvola (Koerb.) Oliv.
insularis Nyl.
lapicida (Ach.) Ach.
— f. *ecrustacea* (Bausch) Anzi
— f. *ochracea* (Nyl.) Vain.
— f. *oxydata* Rabenh.
latypea Ach.
latypiza Nyl.
limosa Ach.
lithophila (Ach.) Ach.
lugubris Somm.
lulensis Hellb.
lurida (Dill.) Ach.
macrocarpa (DC.) Steud.
Magnussonii Lynge
melinodes (Koerb.) Magn.
Merrillii Magn.
myriocarpoides Nyl.
panaeola Ach.
— var. *elegans* Th. Fr.
pantherina (Hoffm.) Th. Fr.
peliaspis (Tuck.) Zahlbr.
plana Lahm
ramulosa Th. Fr.
recensa Stirt.
rufonigra (Tuck.) Nyl.
Russellii Tuck.
sanguineoatra (Wulf.) Ach.
silacea (Hoffm.) Ach.
speirea (Ach.) Ach.
symmicta (Ach.) Ach.
tenebrosa Flot.
tessellata (Ach.) Floerke
tornoensis Nyl.
uliginosa (Schrud.) Ach.
variens Ach.
vernalis (L.) Ach.
— f. *minor* Nyl.
vorticosa (Floerke) Koerb.
Wallrothii Floerke
- Lecidella*** Koerb. (9)
elaeochroma (Ach.) Haszl.
goniophila (Floerke) Koerb.
stigmatea (Ach.) Hert. & Leuck.
Wulfenii (Hepp) Koerb.
- Lempholemma*** Koerb. (2)
myriococcum (Ach.) Th. Fr.
- Lepraria*** Ach. (39)
aeruginosa (Wigg.) Sm.
chlorina (Ach.) Ach.
membranacea (Dicks.) Vain.
neglecta (Nyl.) Lett.
zonata Brodo, cfr.
- Leptogium*** S. Gray (2)
americanum Degel.
cyanescens (Ach.) Koerb.
hirsutum Sierk
lichenoides (L.) Zahlbr.
milligranum Sierk
minutissimum (Floerke) Fr.
saturninum (Dicks.) Nyl.
- Lobaria*** Schreb. (7)
linita (Ach.) Rabenh.
pulmonaria (L.) Hoffm.
— var. *papillaris* Del.
quercizans Michx.
scrobiculata (Scop.) DC.
- Lopadium*** Koerb. (9)
pezizoideum (Ach.) Koerb.
- Melanaria*** Erichs. (14)
Macounii Lamb
- Menegazzia*** Mass. (18)
terebrata (Hoffm.) Mass.
- Micarea*** Fr. (35)
melaena (Nyl.) Hedl.
prasina (Fr.) Koerb.
viridescens (Schrud.) Brodo
- Microthelia*** Koerb. (29)
micula Koerb.
— var. *megaspora* (Nyl.) Boul. de Lesd.
thelena (Ach.) Trev.
- Mycoblastus*** Norm. (9)
sanguinarius (L.) Norm.
— var. *alpinus* (Fr.) Stein
- Mycocalicium*** Vain. (32)
microcephalum (Sm.) Fink
parietinum (Ach.) Vain.
savonicum Räs.
- Nephroma*** Ach. (6)
arcticum (L.) Torrs.
bellum (Spreng.) Tuck.
helveticum Ach.
— var. *Sipeanum* (Gyeln.) Wetmore
laevigatum Ach.
parile (Ach.) Ach.
resupinatum (L.) Ach.
- Ochrolechia*** Mass. (16)
androgyna (Hoffm.) Arn.
frigida (Sw.) Lynge
— var. *grandinosa* (Ach.) Th. Fr.
— var. *thelephoroides* (Th. Fr.) Lynge
geminipara (Th. Fr.) Vain.
gonatodes (Ach.) Räs.
grimmiae Lynge
inaequatula (Nyl.) Zahlbr.

pallescens (L.) Mass.
— var. *rosella* (Tuck.) Zahlbr.
parella (L.) Mass.
tartarea (L.) Mass.
upsaliensis (L.) Mass.

Omphalodiscus Schol. (13)
decussatus (Vill.) Schol.
Krascheninnikovii (Sav.) Schol.
virginis (Schaer.) Schol.

Opegrapha Ach. (38)
atra Pers. f. *parallela* Leight.
lichenoides Pers.
pulicaris (Hoffm.) Schrad.
vulgata (Ach.) Ach.

Pannaria Del. (4)
leucosticta (Tuck.) Tuck.
lurida (Mont.) Nyl.
microphylla (Sw.) Mass.
pezizoides (G. Web.) Trev.
pityrea (DC.) Degel.
rubiginosa (Thunb.) Del.

Parmelia Ach. (18)
Almquistii Vain.
alpicola Th. Fr.
aurulenta Tuck.
Bolliana Muell. Arg.
Borreri (Sm.) Turn.
caperata (L.) Ach.
centrifuga (L.) Ach.
cestrata Ach.
conspersa (Ach.) Ach.
crinita Ach.
cumberlandia (Gyeln.) Hale
disjuncta Erichs.
exasperata De Not.
flaventior Stirt.
fraudans Nyl.
galbina Ach.
glabratula Lamy
Halei Ahti
incurva (Pers.) Fr.
olivacea (L.) Ach.
omphalodes (L.) Ach.
perforata (Jacq.) Ach.
perlata (Huds.) Ach.
prolixa (Ach.) Carroll
quercina (Willd.) Vain.
reticulata Tayl.
rudecta Ach.
saxatilis (L.) Ach.
— var. *Aizonii* Del.
— var. *angustifolia* Nyl.
— var. *divaricata* Del.
septentrionalis (Lynge) Ahti
sorediosa Almb.

stygia (L.) Ach.
subargentifera Nyl.
subaurifera Nyl.
sulcata Tayl.
taractica Kremp.

Parmeliella Muell. Arg. (4)
corallinoides (Hoffm.) Zahlbr.
praetermissa (Nyl.) P. James

Parmeliopsis (Stizenb.) Nyl. (18)
aleurites (Ach.) Nyl.
ambigua (Wulf.) Nyl.
hyperopta (Ach.) Arn.
placorodia (Ach.) Nyl.

Peltigera Willd. (5)
aphthosa (L.) Willd.
— var. *variolosa* (Mass.) Thoms.
— — f. *crispa* (Vain.) Zahlbr.
canina (L.) Willd.
— var. *albescens* (Wahlenb.) Thoms.
— var. *spongiosa* Tuck.
— var. *ulorrhiza* (Floerke) Schaer.
collina (Ach.) Ach.
Degenii Gyeln.
Evansiana Gyeln.
horizontalis (Huds.) Baumg.
— f. *lacunculata* Gyeln.
— f. *Zopfii* (Gyeln.) Thoms.
leucophlebia (Nyl.) Gyeln.
malacea (Ach.) Funck
— var. *polyphylla* Flot.
membranacea (Ach.) Nyl.
polydactyla (Neck.) Hoffm.
— var. *crassoides* Gyeln.
— var. *dolichorrhiza* Nyl.
— f. *lophyra* (Ach.) Nyl.
— f. *microcarpa* (Ach.) Mér.
praetextata (Floerke) Vain.
rufescens (Weis.) Humb.
scabrosa Th. Fr.
spuria (Ach.) DC.
venosa (L.) Baumg.

Pertusaria DC. (14)
albescens (Huds.) Choisy & Wern.
alpina Hepp
— var. *occulta* Erichs.
amara (Ach.) Nyl.
ambigens (Nyl.) Tuck.
bryontha (Ach.) Nyl.
coriacea (Th. Fr.) Th. Fr.
dactylina (Ach.) Nyl.
globularis (Ach.) Tuck.
hymenea (Ach.) Schaer.
laevigata (Nyl.) Arn.
leioplaca (Ach.) DC.
marginata Nyl.

- multipuncta* (Turn.) Nyl.
 — var. *ophthalmiza* Nyl.
oculata (Dicks.) Th. Fr.
panyrga (Ach.) Mass.
pertusa (L.) Tuck.
pustulata (Ach.) Duby
rubefacta Erichs.
Tuckermanii Erichs.
velata (Turn.) Nyl.
- Phaeographis** Muell. Arg. (28)
eulectra (Tuck.) Zahlbr.
inusta (Ach.) Muell. Arg.
- Phlyctis** (Wallr.) Flot. (16)
argena (Ach.) Flot.
- Physcia** (Schreb.) DC. (23)
adscendens (Th. Fr.) Oliv.
aipolia (Ehrh.) Hampe
 — var. *anthelina* (Ach.) Vain.
caesia (Hoffm.) Hampe
ciliata (Hoffm.) Du Rietz
dubia (Hoffm.) Lett.
elaeina (Sm.) A.L. Sm.
grisea (Lam.) Zahlbr.
 — f. *farrea* (Ach.) Lynge
 — f. *subnitens* (Vain.) Räs.
intermedia Vain.
leptalea (Ach.) DC.
millegrana Degel.
muscigena (Ach.) Nyl.
 — f. *lenta* (Ach.) Vain.
 — f. *squarrosa* (Ach.) Lynge
orbicularis (Neck.) Poetsch
 — f. *rubropulchra* Degel.
phaea (Tuck.) Thoms.
pulverulenta (Schreb.) Nyl.
sciastra (Ach.) Du Rietz
stellaris (L.) Nyl.
tenella (Scop.) DC.
tribacoides Nyl.
- Pilophorus** Th. Fr. (10)
cereolus (Ach.) Th. Fr.
fibula (Tuck.) Th. Fr.
- Placopsis** (Nyl.) Linds. (16)
gelida (L.) Linds.
- Placynthium** S. Gray (3)
nigrum (Huds.) S. Gray
- Platismatia** Culb. & Culb. (18)
glauca (L.) Culb. & Culb.
lacunosa (Ach.) Culb. & Culb.
Tuckermanii (Oakes) Culb. & Culb.
- Polyblastiopsis** Zahlbr. (37)
fallaciosa (Stizenb.) Zahlbr.
- Porina** Muell. Arg. (30)
cestrensis (Tuck.) Muell. Arg.
- Protoblastenia** (Zahlbr.) J. Stein (24)
monticola (Ach.) J. Stein
rupestris (Scop.) J. Stein
- Pseudevernia** Zopf (18)
cladonia (Tuck.) Hale & Culb.
- Pseudocyphellaria** Vain. (7)
aurata (Ach.) Vain.
crocata (L.) Vain.
- Psoroma** (Ach.) Ach. (3)
hypnorum (Vahl) S. Gray
- Pyrenula** Ach. (29)
leucoplaca (Wallr. Koerb.
 — var. *pluriloculata* Fink
nitida (Weig.) Ach.
- Pyxine** Fr. (23)
sorediata (Ach.) Mont.
- Racodium** Pers. (39)
rupestre Pers.
- Ramalina** Ach. (21)
calicaris (L.) Fr.
 — var. *canaliculata* Fr.
crinalis (Ach.) Gyeln.
farinacea (L.) Ach.
fastigiata (Pers.) Ach.
fraxinea (L.) Ach.
intermedia (Del.) Nyl.
minuscula (Nyl.) Nyl.
pollinaria (Westr.) Ach.
polymorpha (Ach.) Ach.
 — var. *emplecta* Ach.
Roesleri (Hochst.) Nyl.
subamplicata (Nyl.) Fink
thrausta (Ach.) Nyl.
- Rhizocarpon** Ram. (9)
badioatrum (Floerke) Th. Fr.
chionophilum Th. Fr.
cinereovirens (Muell. Arg) Vain.
concentricum (Dav.) Beltr.
disporum (Naeg.) Muell. Arg.
distinctum Th. Fr.
eupetraeum (Nyl.) Arn.
geographicum (L.) DC.
grande (Floerke) Arn.
Hochstetteri (Koerb.) Vain.
jemtlandicum Malme
lavatum (Ach.) Hazsl.
lecanorinum (Koerb.) And.
obscuratum (Ach.) Mass.
tinei (Tornab.) Runem. ssp. *frigidum* (Räs.)
 runem.

- Rinodina** (Ach.) S. Gray (22)
adironackii Magn.
annulata Magn.
ascociscana Tuck.
dakotensis Magn.
Halei Magn.
milliaria Tuck.
nimbosa (Fr.) Th. Fr.
turfacea (Wahlenb.) Koerb.
— var. *depauperata* Th. Fr.
- Sagiolechia** Mass. (28)
rhexoblephara (Nyl.) Zahlbr.
- Sarcogyne** Flot. (15)
clavus (Ram.) Kremp.
regularis Koerb.
simplex (Dav.) Nyl.
- Siphula** Fr. (20)
ceratites (Wahlenb.) Fr.
- Solorina** Ach. (5)
crocea (L.) Ach.
saccata (L.) Ach.
spongiosa (Sm.) Anzi
- Sphaerophorus** Pers. (34)
fragilis (L.) Pers.
globosus (Huds.) Vain.
- Staurothele** Norm. (31)
clopina (Wahlenb.) Th. Fr.
fissa (Tayl.) Zw.
- Stenocybe** Nyl. (32)
major Nyl.
- Stereocaulon** Hoffm. (10)
alpinum Laur.
arcticum Lynge
botryosum Ach.
condensatum Hoffm.
dactylophyllum Floerke
glareosum (Sav.) Magn.
— f. *congestum* Magn.
grande (Magn.) Magn.
nanodes Tuck.
paschale (L.) Hoffm.
— f. *congestum* Lamb
— var. *conglomeratum* Fr.
— f. *serpens* (Th. Fr.) Lamb
pileatum Ach.
saxatile Magn.
subcoralloides Nyl.
symphycheilum Lamb
tomentosum Fr.
— var. *alpestre* Flot.
vesuvianum Pers.
— var. *denudatum* (Floerke) Lamb
- var. *depressum* (Magn.) Lamb
— var. *umbonatum* (Wallr.) Lamb
- Thamnotia** Ach. (20)
vermicularis (Sw.) Ach.
— var. *taurica* (Wulf.) Schaer.
- Thelotrema** Ach. (27)
lepadinum (Ach.) Ach.
- Thermutis** Fr. (1)
velutina (Ach.) Flot.
- Thrombium** Wallr. (31)
epigaeum (Pers.) Wallr.
- Toninia** Th. Fr. (9)
caeruleonigricans (Lightf.) Th. Fr.
cumulata (Somm.) Th. Fr.
lobulata (Somm.) Lynge
- Trapelia** Choisy (9)
coarctata (Turn.) Choisy
- Trypethelium** Spreng. (37)
virens Tuck.
- Umbilicaria** Hoffm. (13)
angulata Tuck.
arctica (Ach.) Nyl.
caroliniana Tuck.
cylindrica (L.) Del.
— var. *fimbriata* (Roehl.) Nyl.
deusta (L.) Baumg.
hirsuta (Sw.) Ach. var. *grisea* (Sw.) Th. Fr.
hyperborea (Ach.) Ach.
mammulata (Ach.) Tuck.
Nylanderiana Zahlbr.
polyphylla (L.) Baumg.
proboscidea (L.) Schrad.
torrefacta (Lightf.) Schrad.
vellea (L.) Ach.
- Usnea** P. Br. (20)
cavernosa Tuck.
ceratina Ach.
chaetophora Stirt.
compacta Mot.
dasyypoga (Ach.) Roehl.
— var. *hirtella* (Arn.) Hern.
— ssp. *melanocarpa* Mot.
— var. *plicata* (Hoffm.) Hue
filipendula Stirt.
florida (L.) Wigg.
glabrata (Ach.) Vain.
glabrescens (Nyl.) Vain. ssp. *glabrella* Mot.
hirta (L.) Wigg.
— ssp. *minutissima* (Meresm.) Mot.
longissima Ach.
— var. *tenuis* Th. Fr.
scabiosa Mot.

similis (Mot.) Räs.
sorediifera (Arn.) Lynge
strigosa (Ach.) A. Eat.
subfloridana Stirt.
subfusca Stirt.
subscabrata (Vain.) Mot.
substerilis Mot.
trichodea Ach.
 — var. *ciliata* Mull.

Verrucaria Schrad. (31)
muralis Ach.
mutabilis Borr.
pinguicula Mass. var. *laevigata* Arn.

Xanthoria (Fr.) Th. Fr. (24)
candelaria (L.) Th. Fr.
 — var. *laciniosa* (Duf.) Arn.
elegans (Link) Th. Fr.
fallax (Hepp) Arn.
parietina (L.) Th. Fr.
 — var. *ritirugosa* Stein. & Zahlbr.
polycarpa (Ehrh.) Oliv.
sorediata (Vain.) Poelt

Xylographa (Fr.) Fr. (28)
opegraphella Will.

Additions nouvelles à la flore du Québec

Alectoria americana Mot.
 Parc des Laurentides (Montmorency), le Relais, *P. Masson 15959*. — Sainte-Lucie (Montmagny), *P. Masson 13649*. — Sainte-Rose-du-Dégel (Témiscouata), *P. Masson 13681*. — Lac Lajoie, canton Asselin (Rimouski), *P. Masson 14337, 14339, 14341*. Récolté sur *Picea mariana*, sapin et *Thuja*.

Alectoria glabra Mot.
 Sainte-Lucie (Montmagny), *P. Masson 13623*. — Pelletier (Kamouraska), *P. Masson et A. Hamel 11734*. — Canton Parke (Kamouraska), *P. Masson et A. Hamel 11704*. — Lac Pain de Sucre (Témiscouata), *P. Masson 12234*. Récolté sur sapin et bois mort.

Alectoria nidulifera Norrl.
 Riv. Fort George et région de la grande rivière de la Baleine (Hustich, 1950). Rapporté antérieurement pour Miquelon seulement (Lepage, 1947-1949).

Mont Albert (Gaspé) (cf. Motyka, 1964). — Poste de la Baleine, sur rocher granitique, *S. Brisson et P. Forest 20338*.

Alectoria positiva (Gyeln.) Mot.
 Gaspé, cap Bon Ami, *Dahl*. — Bonaventure Isl., *Dahl* (Motika, 1964).

Bacidia albescens (Kremp.) Zw.
 Montréal, sur *Populus*, *J. DeSloover 257*.

Bacidia declinis (Tuck.) Zahlbr.
 Saint-Mathieu (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage 16130* (identité probable).

Bacidia obscurata (Somm.) Zahlbr.
 Saint-Fabien (Rimouski), sur schistes, *Lepage 15890*.

Baeomyces carneus (Retz.) Floerke
 Sainte-Arme-de-la-Pocatière (Kamouraska), *Lepage 271* (révisé par Thomson; rapporté antérieurement sub *B. refus* par Lepage, 1947-1949).

Buellia occidentalis Lynge
 Riv. Kogaluk, *Rousseau* (Rousseau, 1968, p. 506). — Riv. George, *Rousseau* (1.c. p. 542).

Buellia Schaereri De Not.
 Beauceville (Beauce), sur sapin, *A. Gagnon et P. Masson 7422*.

Caloplaca holocarpa (Hoffm.) Wade
 Magdalen Islands, *Reilly* (Reilly, 1972, p. 180).

Caloplaca stillicidiorum (Vahl) Lynge
 Riv. George, *Rousseau* (Rousseau, 1968, p. 540).

Caloplaca tirolensis Zahlbr.
 Riv. Payne, *Rousseau* (Rousseau, 1968, p. 517, sub *C. subolivacea*). — Riv. George, *Rousseau* (1.c. p. 540, sub *C. subolivacea*).

Candelaria fibrosa (Fr.) Muell. Arg.
 Montréal, sur *Ulmus americana*, *J. DeSloover 255*.

Candelariella xanthostigma (Ach.) Lett.
 Luskville (Gatineau), sur *Ostrya virginiana*, *Brodo 5621*. — Montréal, sur *Ulmus americana*, *DeSloover et Leblanc 52, 191*.

Cetraria Halei W. Culb. & Culb.
 Saint-Simon (Rimouski), sur quartzite, *Lepage 16044* in part.

Cetraria nigricans (Retz.) Nyl.
 Poste de la Baleine, *Brisson et Forest 20325a, 20341*. — Ibid., *Tuomikoski 2078*. — Ibid., *S.L. Thomson 10*. — Schefferville, *Kallio et Heikkila*, s.n. — Summit Lake, Manicouagan Riv., *Macoun*, s.n. July 1885.

Cetraria orbata (Nyl.) Fink
 Magdalen Isl., *R. Reilly 1183-B*, on bark of shrub in bog.

Cetrelia Chichitae (W. Culb.) Culb. & Culb.
Nous n'avons pas de mention précise pour le Québec, mais il se trouve dans l'aire de distribution, telle que délimitée par W. Culberson (Bryologist 68 : 96, 1965).

Cetrelia olivetorum (Nyl.) Culb. & Culb.
Sainte-Anne-de-la-Pocatière (Kamouraska), *Lepage* 200 (rapporté antérieurement sub *Parmelia cetrarioides* par Lepage, 1947-1949).

Cladonia carassensis Vain.
Bas Saint-Laurent, *R. Gauthier* 5868-17.

Cladonia cornuta (L.) Hoffm. var. *groenlandica*
Dahl
Commun sur la côte est de la baie d'Hudson (cf. Ahti, in *Ann. Bot. Fenn.* 1964, p. 15).

Cladonia incrassata Floerke
Bas Saint-Laurent, *R. Gauthier* 5884-8.

Cladonia strepsilis (Ach.) Vain.
Magdalen Isl., *Reilly* (Reilly, 1972, p. 182).

Cladonia subfurcata (Nyl.) Arn.
Poste de la Baleine, *Brisson et Forest* 20315, 20484, 22077. — Ibid., *Tuomikoski* 2080.

Cladonia subrangiformis Sandst.
Plusieurs localités dans le Québec signalées par Ahti (*Arch. Soc. Zoo. Bot. Fenn.* 17 : 38-41).

Cladonia subtenuis (Abb.) Evans
Bas Saint-Laurent, *R. Gauthier* 5944-10.

Cladonia terrae-novae Ahti
Saint-Simon (Rimouski), sur quartzite, *Lepage* 15949.

Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Hav.
Saint-Simon (Rimouski), sur sapin, *Lepage* 15922. Nous l'avions rapporté antérieurement de Miquelon seulement (Lepage 1947-1949).

Lecania cyrtellina (Nyl.) Sandst.
Arvida (Lac-Saint-Jean), *F. Leblanc* 15-1.

Lecanora caesiorubella Ach.
Saint-Simon (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 15985, 15993, 16082.

Lecanora chlarona (Ach.) Nyl.
Saint-Damien (Bellechasse), *A. Gagnon et P. Masson* 9163. Rapporté antérieurement de Miquelon seulement (Lepage 1947-1949).

Lecanora chlarotera Nyl.
Luskville (Gatineau), *Brodo* 5573. — Barston (Compton), *B. Denison* 503. — Saint-Bernard (Dorchester), sur sapin, *A. Gagnon et P. Masson* 8407. — Saint-Simon (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 16083 in part.

Lecanora cinereofusca Magn.
Limbour (Gatineau), sur *Acer saccharum*, *Brodo* 14552. — Buckingham (Papineau), sur *Fagus*, *Brodo* 9609.

Lecanora contractula Nyl.
Riv. Payne, *Rousseau* (Rousseau, 1968, p. 519).

Lecanora crenulata (Dicks.) Nyl.
Saint-Simon (Rimouski), sur conglomérat maritime, *Lepage* 15903 (identité probable).

Lecanora dispersa (Pers.) Somm.
Saint-Simon (Rimouski), sur mortier, *Lepage* 16132 in part. Rapporté antérieurement de Miquelon seulement (Lepage 1947-1949).

Lecanora expallens Ach.
Lac Mégantic (Frontenac), *A. Gagnon et P. Masson* 8753.

Lecanora glabrata (Ach.) Malme
Frampton (Dorchester), *A. Gagnon et P. Masson* 9274. — Sainte-Claire (Dorchester), *A. Gagnon et P. Masson* 9299. — Saint-Henri (Lévis), *A. Gagnon et P. Masson* 7385. — Saint-Simon (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 15978, 15990, 15992, 16073 in part, 16083 in part.

Lecanora Grantii Magn.
Gaspé, *Macoun* 183. — Magdalen Islands, *R. Reilly* 1741, sur vieux bois près de la mer.

Lecanora impudens Degel.
Montréal, sur *Ulmus americana*, *DeSloover* 13, 177, 179, 183, 246, 313 (rapporté sub *L. subfusca* var. *variolosa* par Leblanc et DeSloover; cf. *Can. Jour. Bot.* 48 : 1489, 1970).

Lecanora insignis Degel.
Piopolis (Frontenac), sur *Acer saccharum*, *A. Gagnon et P. Masson* 8769. — Frampton (Dorchester), *A. Gagnon et P. Masson* 10658.

Lecanora pinastri (Schaer.) Magn.
Château d'Eau (Québec), *P. Masson* 8829. — Sainte-Claire (Dorchester), *A. Gagnon et P. Masson* 9012. — Saint-Odilon (Dorchester), *A. Gagnon et P. Masson* 9344. Ces récoltes ont été faites sur sapin.

Lecanora piniperda Koerb.
Montréal, sur *Ulmus americana*, *DeSloover* 18, 24, 50.

Lecanora saligna (Schrad.) Zahlbr.
Montréal, sur *Ulmus* et *Populus*, *DeSloover* 26, 27, 198, 236, 313, 316.

Lecanora sambuci (Pers.) Nyl.
Arvida (Lac-Saint-Jean), *F. Leblanc* 7-6.

Lecanora subrugosa Nyl.
Near Johnville (Compton), B. *Denison* 491.

Lecanora uplandica Magn.
Sacré-Coeur (Rimouski), sur schistes, *Lepage* 14056 (identité probable).

Lecidea cinnabarina Somm.
Poste de la Baleine, sur *Picea*, *Brisson et Forest* 20324.

Lecidea erratica Koerb.
Gatineau Park (Gatineau), *Brodo* 9600. — Saint-Simon (Rimouski), sur quartzite, *Lepage* 16764.

Lecidea insularis Nyl.
Saint-Damien (Bellechasse), A. *Gagnon et P. Masson* 9163. Rapporté par Masson sub *Lecanora intumescens* (cf. Ann. ACFAS 26 : 75, 1960).

Lecidea Merrillii Magn.
Riv. George, *Rousseau* (Rousseau, 1968, p. 542).

Lecidea plana Lahm
Saint-Simon (Rimouski), sur cailloux, *Lepage* 16001, 16039.

Lecidea recensa Stirt.
Riv. George, *Rousseau* (Rousseau, 1968, p. 542, sub *L. arcuatula*).

Leptogium americanum Degel.
Ste. Anne des Monts River, 1882 (Bryologist 67 : 264, 1964).

Leptogium hirsutum Sierk
Québec (Bryologist 67 : 268, 1964).

Leptogium minutissimum (Floerke) Fr.
Gaspé, *Macoun* 57 (Bryologist 67 : 275, 1964).

Melanaria Macounii Lamb
Kirk's Ferry (Gatineau), *Brodo* 9632. — Luskville (Gatineau), *Brodo* 5617, sur *Quercus rubra*, *Betula papyrifera* et *Juglans cinerea*. — Saint-Simon (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 15990 in part. — Near Huntingville (Compton), B. *Denison* 467.

Micarea melaena (Nyl.) Hedl.
Magdalen Islands, R. *Reilly* 165.

Mycocalicium savonicum Ras.
Knob Lake (Ungava), *Hustich* (Hustich, 1951).

Nephroma helveticum Ach. var. *Sipeanum* (Gyeln.) Wetmore County Gaspé, *Macoun*, Aug. 1882 (Wetmore, 1960).

Ochrolechia androgyna (Hoffm.) Arn.
Eardley (Gatineau), *Brodo* 16282. — Kirk's Ferry (Gatineau), *Brodo* 9631. — Saint-Simon (Rimouski), *Lepage* 16109 (identité probable). Magdalen Islands, R. *Reilly* 1505. — Poste de la Baleine, *Brisson et Forest* 20325.

Opegrapha lichenoides Pers.
Montréal, *DeSloover* 150, sur *Ulmus americana*.

Parmelia Almqvistii Vain.
Wakeham Bay, *Polunin* 1480c-4 (Bryologist 66 : 31, 1963).

Parmelia Bolliana Muell. Arg.
Sainte-Claire (Dorchester), sur *Acer*, A. *Gagnon et P. Masson* 9300.

Parmelia cumberlandia (Gyeln.) Hale
Lake Pemichangon (Gatineau), W.R. *Koski et C.J. Clayton*, s.n. 26 July 1969. — Rock Forest (Sherbrooke), *Brisson* 66290. — Pont-Rouge (Québec), R. *Coleman* 12. — Montmorency River, *Macoun*, s.n., 26 June 1905. — Ste. Anne des Monts River, *Macoun*, s.n. 19 Aug. 1882.

Parmelia disjuncta Erichs.
Saint-Simon (Rimouski), sur quartzite, *Lepage* 15911.

Parmelia flaventior Stirt.
Sainte-Anne-de-la-Pocatière (Kamouraska), *Lepage et L. Dubé*, 131.

Parmelia galbina Ach.
Rivière Matawin (Champlain), sur érable rouge, P. *Masson* 7024, 7025. — Saint-Henri (Lévis), P. *Masson et A. Gagnon* 7375. — Gaspé-Ouest, Ste. Anne des Monts, coll. ? (CAN). (cf. Am. Jour. Bot. 48 : 171, 1961).

Parmelia glabrata Lamy
Saint-Simon (Rimouski), sur sapin et bouleau, *Lepage* 16070 (rapporté antérieurement sub *P. fuliginosa* de Miquelon seulement, cf. *Lepage*, 1947-1949).

Parmelia Halei Ahti
Sainte-Thècle (Champlain), P. *Masson*. — Saint-Henri (Lévis), A. *Gagnon et P. Masson*. — Saint-Jean-Chrysostôme, *Gagnon et Masson*. — Riv. Montmorency, *Macoun* (rapporté par Ahti, Acta Bot. Fenn. 70 : 38, 1966).

Parmelia septentrionalis (Lyngé) Ahti
Saint-Thimothée (Champlain), P. *Masson*. — Saint-Roch de Méhinac, P. *Masson*. — Hervey-Junction, P. *Masson*. — Riv. Sainte-Anne des Monts, P. *Masson* (cf. Ahti, Acta Bot. Fenn. 70 : 24, 1966). — Arvida, F. *Leblanc* 39-1. —

Saint-Simon (Rimouski), sur *Amelanchier*, *Lepage* 16126, sur *Cornus stolonifera*, *Lepage* 16071.

Parmelia saxatilis (L.) Ach. var. *divaricata* Del.
Magdalen Isl., *Reilly* (Reilly, 1972, p. 183).

Parmelia taractica Kremp.
Riv. Trois-Pistoles, sur schistes, *Lepage* 16065.
— Saint-Simon (Rimouski), sur quartzite, *Lepage* 15936, 15944, 16038.

Peltigera Degenii Gyeln.
Saint-Nérée (Bellechasse), *A. Gagnon et P. Masson* 8349. — Beaumont (Bellechasse), *A. Gagnon et P. Masson* 10541. — Rivière-du-Loup, sur sol pH 6.5, *Blouin* 5806.

Pertusaria albescens (Huds.) Choisy & Wern.
Saint-Odilon (Dorchester) sur *Acer rubrum*, *A. Gagnon et P. Masson* 11040.

Pertusaria alpina Hepp
Saint-Simon (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 15975. Rapporté antérieurement de Mi-quelon seulement (*Lepage* 1947-1949).

Pertusaria alpina var. *occulta* Erichs.
Saint-Jean-Chrysostôme (Lévis), sur érable, *A. Gagnon et P. Masson* 8889.

Pertusaria marginata Nyl.
Saint-Simon (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 15979.

Pertusaria panyrga (Ach.) Mass.
Riv. Kogaluk, *Rousseau* (Rousseau, 1968, p. 502).

Phlyctis argena (Ach.) Flot.
Luksville (Gatineau), *Brodo* 5573. — Johnville (Compton), *B. Denison* 499, récolté sur *Thuja* et *Acer saccharum*.

Physcia grisea (Lam.) Zahlbr. f. *farrea* (Ach.) Lynge
Saint-Simon (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 15996.

Physcia intermedia Vain.
Riv. Trois-Pistoles (Riv.-du-Loup), sur schistes, *Lepage* 16064.

Physcia tenella (Scop.) DC.
Saint-Simon (Rimouski), sur grès, *Lepage* 15908.

Placopsis gelida (L.) Linds.
Sunny Mountain (Ungava), *Harper* 3847 (Bryologist 59 : 47, 1956).

Ramalina thrausta (Ach.) Nyl.
Gaspé, *Macoun*, *Can. Lich.* 34 (Bryologist 67 : 43, 1964).

Rhizocarpon cinereovirens (Muell. Arg.) Vain.
Sainte-Rose-du-Dégelis (Témiscouata), sur ardoise, *Lepage* 3634 (révisé par Sheard ; rapporté antérieurement sub *Buellia aethalea* par *Lepage*, 1947-1949). — Saint-Simon (Rimouski), sur quartzite, *Lepage* 16029 in part.

Rhizocarpon lavatum (Ach.) Hazsl.
Luksville (Gatineau), sur roche lavée par la cascade, *Brodo* 5568.

Rinodina annulata Magn.
Saint-Mathieu (Rimouski), sur *Acer saccharum*, *Lepage* 16130 (dét. Sheard).

Rinodina dakotensis Magn.
Luksville (Gatineau), sur *Quercus*, *J. Sheard* 1430 (dét. Sheard). — Arvida (Lac-Saint-Jean), *F. Leblanc* 3-26 (dét. Brodo).

Rinodina Halei Magn.
Gatineau Park (Gatineau), *J. Sheard* 1497. — Point Gatineau, sur *Acer saccharinum*, *J. Sheard* 1442. — Arvida, *Leblanc* 3-18.

Sagiolechia rhexoblephara (Nyl.) Zahlbr.
Fort Chimo (Ungava), sur granit, *Lepage* 13691 (dét. Thomson).

Stereocaulon symphycheilum Lamb
Mont Blanc (Matane), *Lepage* 3512 (révisé par Lamb ; rapporté sub *S. vesuvianum* var. *capitatum* par *Lepage*, 1958). Connu de l'Alaska, Finlande, Norvège, Suède et Kamtchatka.

Stereocaulon tomentosum Fr. var. *alpestre* Flot.
Riv. Trois-Pistoles (Riv.-du-Loup), sur schistes, *Lepage* 16062.

Usnea chaetophora Stirt.
Saint-Odilon (Dorchester), *P. Masson*, 24 sept. 1958. — Saint-Simon (Rimouski), *Lepage* 16101, 16108. Récolté sur sapin et bouleau.

Usnea dasypoga (Ach.) Roehl. ssp. *melanocarpa* Mot.
Piopolis (Frontenac), *A. Gagnon et P. Masson* 8764. — Saint-Odilon (Dorchester), *A. Gagnon et P. Masson* 9356. — Parc des Laurentides, la Mare du Sault, près de la riv. Montmorency, *P. Masson*, 5 sept. 1959. — Canton Parke (Témiscouata), *A. Hamel et P. Masson* 11701, 11713. — Pelletier (Kamouraska), *A. Hamel et P. Masson* 11721.

Usnea hirta (L.) Wigg. ssp. *minutissima* (Meresm.) Mot.

Saint-Anselme (Dorchester), près de la riv. Etchemin, A. Gagnon et P. Masson 8155.

Usnea sorediifera (Arn.) Lynge

Sainte-Germaine (Dorchester), A. Gagnon et P. Masson 11015.

Usnea subscabrata (Vain.) Mot.

Sainte-Germaine (Dorchester), sur *Larix*, A. Gagnon et P. Masson 11027, 11029. — Saint-Camille (Bellechasse), A. Gagnon et P. Masson 10942.

Usnea substerilis Mot.

Saint-Théophile (Beauce) près de la riv. Linrière, A. Gagnon et P. Masson 7648.

Xanthoria fallax (Hepp) Arn.

Saint-Anselme (Dorchester), A. Gagnon et P. Masson 8156. — Sainte-Claire (Dorchester), A. Gagnon et P. Masson 9247, 9340. — Saint-Simon (Rimouski), Lepage 15899, 15900, 16004. Récolté sur érable, peuplier, orme et pommier.

Synonymes et espèces exclues

Les entités mentionnées uniquement pour Miquelon dans notre premier catalogue (Lepage, 1947-1949) ont été supprimées, à moins d'avoir été découvertes depuis dans le Québec.

Acarospora bella (Nyl.) Jatta n'est qu'une modification (variété ou forme) de *A. SCHLEICHERI* (Ach.) Mass. (cf. Weber, 1968).

Acarospora citrina (Tayl.) Zahlbr. n'est qu'une modification de *A. SCHLEICHERI* (Ach.) Mass. (cf. Weber, 1968).

Alectoria altaica (Gyeln.) Ras. = *A. NADVORNIKIANA* Gyeln.

Alectoria jubata (L.) Ach. ne se rencontre pas en Amérique, d'après Motyka (1964).

Alectoria jubata (L.) Ach. var. *cana* Ach. est une plante rare des forêts montagneuses de l'Europe, d'après Motyka (1964).

Alectoria lanæa (Ehrh.) Vain. = *A. PUBESCENS* (L.) R.H. Howe, d'après Hawksworth (Taxon 19 : 240, 1970).

Alectoria lanestris (Ach.) Gyeln. est exclusivement européen, d'après Motyka (1964).

Alectoria sarmentosa (Ach.) Ach. var. *cincinnati* Nyl. = *A. VEXILLIFERA* (Nyl.) Stizenb.

Anaptychia ciliaris (L.) Koerb. var. *crinalis* (Torss.) Rabenh. = *A. KASPICA* Gyeln.

Anaptychia fusca Vain. = *A. PALMULATA* (Michx.) Vain.

Anaptychia granulifera (Ach.) Mass. = *HETERODERMIA GRANULIFERA* (Ach.) W. Culb.

Anaptychia hypoleuca (Muhl.) Mass. = *HETERODERMIA HYPOLEUCA* (Ach.) Trev.

Anaptychia leucomelaena (L.) Vain = *HETERODERMIA LEUCOMELA* (L.) Poelt.

Anaptychia palmatula des aut. = *A. PALMULATA* (Michx.) Vain.

Anaptychia speciosa (Wulf.) Mass. : nos récoltes appartiennent à *Heterodermia tremulans* (Muell. Arg.) W. Culb.

Anaptychia Wrightii (Tuck.) Zahlbr. ; l'échantillon sur lequel fut basé notre rapport a été révisé à *PHYSICIA GRISEA* (Lam.) Zahlbr. par Brodo.

Bacidia lugubris (Somm.) Zahlbr. = *LECIDEA LUGUBRIS* Somm.

Bacidia luteola (Schröd.) Mudd = *B. RUBELLA* (Hoffm.) Mass.

Biatorella pruinoso (Sm.) Th. Fr. = *SARCOGYNE REGULARIS* Koerb.

Blastenia leucoraea (Ach.) Th. Fr. = *CALOPLACA SINAPISPERMA* (Lam.) Mah. & Gill.

Buellia aethalea (Ach.) Th. Fr. ; l'échantillon sur lequel fut basé ce rapport a été révisé à *RHIZOCARPON CINEREOVIRENS* (Muell. Arg.) Vain. par Sheard.

Buellia badioatra (Floerke) Koerb. = *RHIZOCARPON BADIOATRUM* (Floerke) Th. Fr.

Calicium Floerkei Zahlbr. = *C. PUSILLUM* Floerke.

Calicium subtile Pers. = *MYCOCALICIUM PARIETINUM* (Ach.) Vain.

Caloplaca elegans (Link) Th. Fr. = *XANTHORIA ELEGANS* (Link) Th. Fr.

Caloplaca ferruginea (Huds.) Th. Fr. var. *discolor* (Will.) Zahlbr. = *C. DISCOLOR* (Will.) Fink.

Caloplaca sorediata (Schaer.) Du Rietz = *XANTHORIA SOREDIATA* (Vain.) Th. Fr.

Catillaria prasina (Fr.) Th. Fr. = *MICAREA PRASINA* (Fr.) Koerb.

Cetraria crispa (Ach.) Nyl. = *C. ERICETORUM* Opiz.

Cetraria fahlunensis (L.) Schaer. = *C. COMMIXTA* (Nyl.) Th. Fr.

Cetraria glauca (L.) Ach. = *PLATISMATIA GLAUCA* (L.) Culb. & Culb.

Cetraria islandica (L.) Ach. var. *tenuifolia* (Retz.) Vain. = *C. ERICETORUM* Opiz.

Cetraria juniperina (L.) Ach. f. *viridis* (Schwein.) Zahlbr. = *C. VIRIDIS* Schwein.

- Cetraria lacunosa* Ach. = PLATISMATIA TUCKERMANII (Oakes) Culb. & Culb.
- Cetraria Tuckermanii* Oakes, non Herre = PLATISMATIA TUCKERMANII (Oakes) Culb. & Culb.
- Cladonia alpicola* (Flot.) Vain. = C. MACROPHYLLA (Schaer.) Stenham.
- Cladonia cornutoradiata* (Coem.) Sandst. = C. SUBULATA (L.) Wigg.
- Cladonia degenerans* (Floerke) Spreng. = C. PHYLLOPHORA Hoffm.
- Cladonia delicata* (Ehrh.) Floerke = C. PARASITICA (Hoffm.) Hoffm.
- Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm. = C. ARBUSCULA (Wallr.) Rabenh.
- Collema rupestre* Rabenh. = C. FLACCIDUM (Ach.) Ach.
- collema vespertilio* (Light.) Hoffm. = C. NIGRESCENS (Huds.) DC.
- Crocynia membranacea* (Dicks.) Zahlbr. = LEPRARIA MEMBRANACEA (Dicks.) Vain.
- Crocynia neglecta* (Nyl.) Hue = LEPRARIA NEGLECTA (Nyl.) Lett.
- Haematomma ventosum* (L.) Mass.; sa présence en Amérique est douteuse. Il s'agit ordinairement de *H. LAPPONICUM* Räs.
- Haematomma ventosum* (L.) Mass. var. *lapponicum* (Räs.) Lyngé = *H. LAPPONICUM* Räs.
- Lecanora allophana* (Ach.) Roehl. = L. SUBFUSCA (L.) Ach. var. *allophana* Ach.
- Lecanora coarctata* (Sm.) Ach. = TRAPELIA COARCTATA (Turn.) Choisy.
- Lecanora gelida* (L.) Ach. = PLACOPSIS GELIDA (L.) Nyl.
- Lecanora intricata* (Schrad.) Ach. = L. MUTABILIS Somm.
- Lecanora rubina* (Vill.) Ach. = L. CHRYSOLEUCA (Sm.) Ach.
- Lecanora symmicta* Ach. = LECIDEA SYMMICTA (Ach.) Ach.
- Lecidea coarctata* (Turn.) Nyl. = TRAPELIA COARCTATA (Turn.) Choisy.
- Lecidea contigua* (Hoffm.) Fr. = L. CRUSTULATA (Ach.) Spreng.
- Lecidea cyanea* (Ach.) Roehl. = L. TESSELLATA (Ach.) Floerke
- Lecidea elaeochroma* (Ach.) Ach. = LECIDEA ELAEOCHROMA (Ach.) Haszl.
- Lecidea euphorea* (Floerke) Nyl. = L. GLOMERULOSA (DC.) Steud.
- Lecidea fuscobubens* Nyl. = PROTOBLASTENIA MONTICOLA (Ach.) Stein.
- Lecidea glomerulosa* (DC.) Steud. var. *muscorum* (Wulf.) Vain. = LECIDEA WULFENII (Hepp) Koerb.
- Lecidea goniophila* Floerke = LECIDEA GONIOPHILA (Floerke) Floerke
- Lecidea griseoatra* (Hoffm.) Flot. = L. TENEBROSA Flot.
- Lecidea neglecta* Nyl. = LEPRARIA NEGLECTA (Nyl.) Lett.
- Lecidea parasema* Ach. = L. GLOMERULOSA (DC.) Steud.
- Lecidea stigmatea* Ach. = LECIDEA STIGMATEA (Ach.) Hert. & Leuck.
- Lecidea viridescens* (Schrad.) Ach. = MICAREA VIRIDESCENS (Schrad.) Brodo.
- Lecidea vulgata* Zahlbr. = LECIDEA STIGMATEA (Ach.) Hert. & Leuck.
- Lecidea Wulfenii* (Hepp) Arn. = LECIDEA WULFENII (Hepp) Koerb.
- Leptogium chloromelum* (Sw.) Nyl.; cette espèce du sud n'atteint pas le Canada, mais y est remplacée par *L. MILLIGRANUM* Sierk (cf. Sierk, Bryol. 67 : 290-293, 1964).
- Lobaria verrucosa* (Huds.) Hoffm. = L. SCROBICULATA (Scop.) DC.
- Ochrolechia frigida* (Sw.) Lyngé f. *gonatodes* (Ach.) Lyngé = C. GONATODES (Ach.) Räs.
- Ochrolechia frigida* (Sw.) Lyngé var. *grimmiae* (Lyngé) Malme = O. GRIMMIAE Lyngé.
- Opegraphoidea quaternella* (Nyl.) Fink est un champignon (Bryologist 63 : 169, 1960).
- Parmelia aspidota* (Ach.) Poetsch = P. EXASPERATA De Not.
- Parmelia austerodes* Nyl. = HYPOGYMNIA AUSTERODES (Nyl.) Räs.
- Parmelia Bitteri* Lyngé = HYPOGYMNIA BITTERI (Lyngé) Ahti.
- Parmelia cetrarioides* Del. comprend ce qu'on désigne maintenant sous les noms de *Cetrelia cetrarioides* (Del.) Culb. & Culb., C. CHICHI-TAE (W. Culb.) Culb. & Culb. et C. OLIVETORUM (Nyl.) Culb. & Culb.
- Parmelia Cladonia* (Tuck.) Du Riez = PSEUDVERNIA CLADONIA (Tuck.) Hale & Culb.
- Parmelia conspersa* (Ach.) Ach. var. *isidiata* (Anzi) Hillm. = P. CONSPERSA (Ach.) Ach.
- Parmelia encausta* (Sm.) Ach. = HYPOGYMNIA ENCAUSTA (Sm.) S. Wats.
- Parmelia enteromorpha* Ach. = HYPOGYMNIA ENTEROMORPHA (Ach.) Nyl.
- Parmelia frondifera* Merr. = P. BOLLIANA Muell. Arg.

- Parmelia fuliginosa* (Wibel) Nyl. = *P. GLABRATULA* Lamy.
- Parmelia olivacea* (L.) Ach. = *P. RETICULATA* Tayl.
- Parmelia pertusa* (Schrank) Schaer. = *MENEGAZZIA TEREBRATA* (Hoffm.) Mass.
- Parmelia physodes* (L.) Ach. = *HYPOGYMNIA PHYSODES* (L.) S. Wats.
- Parmelia physodes* (L.) Ach. var. *vittata* Ach. = *HYPOGYMNIA VITTATA* (Ach.) Gas.
- Parmelia pubescens* (L.) Vain. = *ALECTORIA PUBESCENS* (L.) R.H. Howe.
- Parmelia soredica* Nyl. = *P. FLAVENTIOR* Stirt.
- Parmelia subobscura* Vain. = *HYPOGYMNIA SUBOBSCURA* (Vain.) Poelt.
- Parmelia tubulosa* (Schaer.) Bitter = *HYPOGYMNIA TUBULOSA* (Schaer.) Hav.
- Parmelia viciniior* Hue = *P. QUERCINA* (Willd.) Vain.
- Parmelia vittata* (Ach.) Nyl. = *HYPOGYMNIA VITTATA* (Ach.) Gas.
- Parmeliella lepidiota* (Somm.) Vain. = *P. PRAETERMISSA* (Nyl.) P. James.
- Parmeliella microphylla* (Sw.) Muell. Arg. = *PANNARIA MICROPHYLLA* (Sw.) Mass.
- Parmeliopsis diffusa* (G. Web.) Ridd. = *P. HYPEROPTA* (Ach.) Arn.
- Peltigera canina* var. *rufescens* f. *innovans* (Koerb.) Thoms. = *P. PRAETEXTATA* (Floerke) Vain.
- Peltigera pulverulenta* (Tayl.) Nyl. = *P. SCABROSA* Th. Fr.
- Peltigera scutata* (Dicks.) Duby = *P. COLLINA* (Ach.) Ach.
- Pertusaria discoidea* (Pers.) Malme = *P. ALBESCENS* (Huds.) Choisy & Wern.
- Pertusaria Wulfenii* DC. = *P. HYMENEAE* (Ach.) Schaer.
- Phycia adglutinata* (Floerke) Nyl. = *P. ELAEINA* (Sm.) A.L. Sm.
- Phycia hispida* (Schreb.) Frege = *P. TENELLA* (Scop.) DC.
- Phycia melops* Duf. = *P. PHAEA* (Tuck.) Thoms.
- Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Vain. = *R. MINUSCULA* (Nyl.) Nyl.
- Rhizocarpon petraeum* (Wulf.) Mass. = *R. GRANDE* (Floerke) Arn.
- Rhizocarpon petraeum* f. *albineum* (Tuck.) Eahlbr. = *R. EUPETRAEUM* (Nyl.) Arn.
- Rinodina oreina* (Ach.) Mass. = *DIMELAENA OREINA* (Ach.) Norm.
- Rinodina sophodes* (Ach.) Mass.; l'échantillon sur lequel fut basé ce rapport est *CYPHELIUM TIGILLARE* (Ach.) Ach. (revision de Sheard).
- Sarcogyne pruinoso* (Sm.) Koerb. = *S. REGULARIS* Koerb.
- Solorina saccata* (L.) Ach. var. *spongiosa* (Sm.) Nyl. = *S. SPONGIOSA* (Sm.) Anzi.
- Sphinctrina gelasinata* (With.) Zahlbr. = *MYCOCALICIUM MICROCEPHALUM* (Sm.) Fink.
- Staurothele lithina* (Ach.) Zahlbr. = *S. FISSA* (Tayl.) Zw.
- Stereocaulon alpinum* Laur. var. *botryosum* (Ach.) Laur. = *S. BOTRYOSUM* Ach.
- Stereocaulon coralloides* Fr. = *S. DACTYLOPHYLLUM* Floerke.
- Stereocaulon denudatum* Floerke = *S. VESUVIANUM* Pers. var. *denudatum* (Floerke) Lamb.
- Stereocaulon evolutoides* (Magn.) Frey = *S. SAXATILE* Magn.
- Stereocaulon fastigiatum* Anzi = *S. BOTRYOSUM* Ach.
- Stereocaulon paschale* (L.) Hoffm. var. *grande* Magn. = *S. GRANDE* (Magn.) Magn.
- Umbilicaria decussata* (Vill.) Zahlbr. = *OMPHALODISCUS DECUSSATUS* (Vill.) Schol.
- Usnea comosa* (Ach.) Roehl. = *U. SUBFLORIDANA* Stirt.
- Verrucaria rupestris* Schrad. = *V. MURALIS* Ach.

Conclusion

Notre premier catalogue (Lepage, 1947-1949) contenait 495 espèces, 89 variétés et 154 formes (Miquelon exclus). Avec le premier supplément (Lepage, 1958), nous comptons 525 espèces, 80 variétés et 163 formes. La présente liste contient 647 espèces, 91 variétés et 149 formes. Cependant, nous sommes encore loin de l'inventaire complet. Dans le Québec habité, il reste encore de larges portions de territoire inexploré. Que dire de l'arrière-pays qui remonte au nord jusqu'au détroit d'Hudson et dont les lichens terricoles et saxicoles forment l'élément principal de la couverture végétale.

Remerciements

Nous remercions vivement les personnes suivantes, qui nous ont aidé dans ce travail : J.W. Thomson, I.M. Lamb, J.W. Sheard et I. Brodo pour l'identification de nos récoltes ; de plus le Dr Brodo et Pierre Masson, qui ont mis généreusement à notre disposition leur liste d'additions nouvelles à la flore du Québec.

Références

- HALE, M.E. and W.L. CULBERSON, 1970. A Fourth Checklist of the Lichens of the Continental United States and Canada. *Bryologist* 73 : 499-543.
- HUSTICH, I., 1950. Notes on the forests on the East Coast of Hudson Bay and James Bay. *Acta geogr.*, 11 : 1-83.
- HUSTICH, I., 1951. The Lichen woodlands in Labrador and their importance as winter pasture for domesticated Reindeer. *Acta geogr.*, 12 : 1-48.
- LEPAGE, E., 1947-1949. Les lichens, les mousses et les hépatiques du Québec et leur rôle dans la formation du sol arable dans la région du Bas de Québec, de Lévis à Gaspé. *Naturaliste can.*, 74 : 8-16, 93-101, 225-240, 280-292 ; 75 : 31-48, 90-96, 174-184, 228-256 ; 76 : 45-88.
- LEPAGE, E., 1958. Premier supplément au catalogue des lichens du Québec. *Naturaliste can.*, 85 : 169-198.
- MOTYKA, J., 1964. The North American species of *Alectoria*. *Bryologist* 67 : 1-44.
- REILLY, R.W., 1972. The macrolichens of the Magdalen Islands, Québec, Canada. *Bryologist* 75 : 179-184.
- ROUSSEAU, J., 1968. The vegetation of the Québec-Labrador Peninsula between 55° and 60° W. *Naturaliste can.*, 95 : 469-563.
- WEBER, W.A., 1968. A taxonomic revision of *Acarospora*, subgenus *Xanthothallia*. *Lichenologist* 4 : 16-31.
- WETMORE, C.M., 1960. The Lichen genus *Nephroma* in North and Middle America. *Publs Mich. Sta. Univ. Mus. Biological series*, 1 : 373-452.

COMMUNICATIONS BRÈVES

CYPERUS SUBPARADOXUS KÜKENTHAL, UN SOUCHET
PLUS QUE PARADOXAL MALGRÉ SON NOM

Marcel RAYMOND †

Beaucoup de botanistes croient encore que les taxons du niveau de la famille, ou du genre, ou de la section, sont intangibles et s'excluent mutuellement comme les tiroirs d'un meuble, alors qu'il faut les considérer comme des tuiles qui se chevauchent sur un toit. Toujours demeureront les espèces frontalières que le caprice des botanistes promènera d'un genre à un autre, bien souvent pour le vain plaisir d'y accoler leur nom. Un exemple qu'on pourrait mentionner est celui du *Schoenus erinaceus* Ridley, d'Afrique, placé par la suite dans le genre *Rhynchospora* par C.B. Clarke et finalement traité comme *Cyperus* par Kükenthal. Son exacte position me semble ailleurs (Raymond, 1971). *Cyperus paradoxus* Kükenthal, une cypéacée africaine, est un cas analogue comme on peut en juger par sa synonymie.

CYPERUS SUBPARADOXUS Kükenthal, *Cyper.-Cyper.* 525. 1936. — *Lipocarpa paradoxa* Chermeson, *Bull. Soc. bot. France* 68 : 425. 1921. — *Mariscus paradoxus* Chermeson, *Bull. Soc. bot. France* 72 : 169. 1925 ; *Fl. de Madag. Cypér.* 29^e fam. 28. 1937. — Non *Cyperus paradoxus* Steudel (1855).

Annus. Culmus 10—12 cm altus gracilis laevis sulcatus. Folia culmo breviora 1 mm lata plicata. Bracteeae 4—5 haud longae ; ima anthelam subsuperans. Anthela composita 4—6— radiata, radii ad 2 cm longi, radioli divergentes ad 7 mm longi. Spicae parvulae ovato-concae subobtusae 2—3 mm longae 1,5 mm latae multi- et densi-spiculosae. Spiculae $\frac{3}{4}$ — 1 mm longae patentes 1—florae. Squamae ovato-lanceolatae subobtusae

$\frac{3}{4}$ — 1 mm. longae brevissime mucronatae involventes fuscoferrugineae 5—nerviae. Stamina 2, antherae oblongae. Stylus brevis profunde trifidus. Nux squamam subaequans oblonga trigona subcurvata.

W. MADAGASCAR : Itampika (Ambongo), *Perrier de la Bâthie 2423b* (P). MOZAMBIQUE : Zambesia ; Maganja da Costa ; Junio 1946, G. *Pedro 1516* (MTJB). Roadside from Vila Pere to Forozí River, Moribane Forest ; alt. 2300 ft. ; April 8, 1952, *N.C. Chase 4534* (BM, C01).

Nouveau pour la flore africaine.

Espèce très rare et inusitée, connue seulement des trois localités mentionnées plus haut. Chermeson, pourtant très qualifié dans la morphologie des Cypéacées, se méprit sur son identité. Il considéra la partie caduque de l'épillet située plus bas que les deux écailles extérieures, comme un akène sous-tendu par deux écailles, ce qui caractérise le genre *Lipocarpa*. L'inflorescence en anthèle gâtait le tableau. Il revint sur son opinion un peu plus tard, donnant de l'épillet une description détaillée qui démontrait sans l'ombre d'un doute qu'il s'agissait d'un *Cyperus* du groupe *Mariscus*.

De plus amples explorations botaniques démontreront qu'un grand nombre d'espèces dites endémiques malgaches sont présentes en Afrique orientale.

Référence

RAYMOND, M., 1971. The shifting status of *Cyperus erinaceus*. *Mitt. bot. StSamml., Münch.*, 10 : 586-588.

AN ENLARGED DESCRIPTION OF A RARE S.E. ASIATIC SEDGE

Marcel RAYMOND †

Carex pterocaulos Nelmes, in Hook. Ic. Pl. 35, tab. 3467. 1947. Ampl. Raymond. — Sect. RADICALES (Kükenthal) Nelmes.

Densely tufted, the short, forking, oblique, hard and thick rhizome with coarse stiff roots. Culms (0.5-35 cm high) broadly winged, the base strongly thickened by the numerous leaf-sheaths as well as the brown remnants of the old ones. Leaves numerous (30-35 cm long, 0.6-0.9 mm) greyish-green, multinerved, stiffish. Spikes 1-2-3 (2.5-4 cm long, 8-11 mm wide) densely flowered, usually a terminal and a lateral median one, or all crowded on the much reduced culms. Bracts 2-3 foliaceous, up to 20 cm long. Utricles (6-7 mm long) rhombic-ellipsoid, trigonous, pale green, multinerved, glabrous and marginate-stipitate below, whitish-setulose above ventrally and marginally, passing into a 1 mm long bidentate beak. Scales (4-5 mm long) ovate-acuminate, whitish, the midrib green and the margin erose. Achene (4-4.75 mm long) sharply trigonous, brown, stipitate, the oblique apex discoid-annulate. Style-base hispidulous, pyramidally thickened. Stigmas 3.

Collected only twice, once in Lower Burma at Tavoy, in 1920 (type, *Russel 1845*) and later at Khun Kawng Sang (alt. 1600 m, on a ridge) in Northeastern Thailand by Bertel Hansen, Gunnar Seidenfaden and Tem Smitinand. Though Nelmes' description is quite lengthy, thorough and accompanied by a detailed plate, it was based on the upper immature part of the plant only. The lower half including the rhizome, the numerous basal leaves, the sheaths and the eventual basal spikes were unknown till in 1964 the 4th Danish Expedition to Thailand rediscovered it in excellent condition (no. 10885, C; MTJB) and collected ample and complete material to which I had access. Nelmes' descriptions has been rewritten and enlarged.

With only 2 localities known, it is surely one of the rarest species of *Carex*. The same applies to *Carex desponsa* Boott, known so far only from Assam in the Khasi Hills (*Hooker and Thompson 1417*, K) and at Chapa in Northern Vietnam (*Petelot 7993*, MTJB), the former Tonkin.

REVUE DES LIVRES

HUNT, Ch. B., 1972. **Geology of soils.** Their evolution, classification and uses. W. H. Freeman, San Francisco. ix + 344 p., ill. 17 × 26 cm. Relié, U.S. \$12.50.

Après une introduction, où sont envisagées à juste raison et illustrées à l'aide d'un tableau synoptique (p. 2) les évolutions de l'atmosphère, du monde vivant et des sols depuis 4600 millions d'années, C.B. Hunt traite des temps géologiques (quaternaire, préhistoire, méthodes de la géochronologie, historique des évaluations anciennes). Puis viennent (p. 35 à 40) la structure des roches et des dépôts superficiels, les processus de désagrégation, les vitesses de météorisation, l'érosion envisagée comme processus sélectif, l'érosion des différents types de sols. Les chapitres suivants (4 à 13) traitent des formes du terrain, du climat du sol, de la flore et de la faune, des dépôts superficiels, des sols actuels, des paléosols, des propriétés physiques du sol, de la minéralogie et de la géochimie, de la fertilité et de l'érosion des sols, enfin de la mécanique des sols. Après une conclusion, vient un lexique et index alphabétique de 22 pages, où plus de 1800 mots sont cités, et 1200 sont définis.

Le plan de l'ouvrage est tout-à-fait déroutant pour le lecteur épris de logique. Du fait de l'ignorance (fréquente aux États-Unis) des travaux allemands, canadiens, français, scandinaves, slaves et autres, certaines données sont périmées. Pour ne citer qu'un seul exemple, l'épaisseur maximale du permagel (permafrost) en Sibérie est dite de 600 mètres (2000 pieds) alors que des forages l'ont traversée sur plus de 1500 mètres (4500 pieds). Heureusement, ces inexactitudes ne portent que sur des détails.

Pour le reste, C.B. Hunt, qui a une grande expérience (1930-1960 au U.S. Geological Survey; actuellement professeur de géographie à Johns Hopkins) mérite les plus vifs éloges et remerciements. P. 180, il lance, contre les changements de terminologie superflus, un cri d'alarme parfaitement justifié, et qui trouvera certainement des échos. Le Département d'agriculture des USA en est à sa septième approximation pour la nomenclature des sols, et Hunt se fait un malin plaisir d'en citer deux extraits typiques :

"The Umbraqueptic Cryaquents are comparable to the Cryaqueptic Cryaquents in color values, and to the Orthic Cryaquent in chromas" (p. 107). Or "The Entisols are those soils, exclusive of Vertisols, that have a plaggen horizon or that have a diagnostic horizon other than an ochric or anthropic epipedon, and albic horizon and agric horizon, or, if the N value exceeds 0.5 in all horizons between 20 and 50 cm. (8 and 20 inches), a histic epipedon" (p. 105)."

En nette contrepartie, l'ouvrage de Hunt se distingue par l'extrême simplicité du langage, utilisant le plus possible les mots de la langue commune, et aussi par sa très grande clarté. Il se lit avec le plus grand plaisir. Ce qui, sous d'autres plumes, serait un charabia obscur, devient, sous celle de Hunt, un langage lumineux. Les définitions de l'index, elles aussi, sont des trésors. Aussi cet ouvrage sera-t-il apprécié d'un large cercle de lecteurs, notamment étudiants et non-spécialistes.

André CAILLEUX

*Centre des études nordiques
Université Laval, Québec*

TWIDALE, C.R., 1971. **Structural Landforms.** Série *An Introduction to Systematic Geomorphology*, vol. 5. MIT Press, Cambridge et London. 247 p., 101 fig., 56 photos. 14 × 22 cm. Relié, \$8.50.

Moins de deux cent cinquante pages (petit format) de texte, d'illustrations et de références pour traiter de la géomorphologie structurale, c'est certainement insuffisant si l'on cherche à faire le tour de la question d'une manière adéquate, mais c'est beaucoup pour une simple introduction qui, par définition, se doit d'être une synthèse réussie ne présentant au lecteur que l'essentiel. De telles synthèses constituent le plus souvent une épine dans le talon d'Achille dont très peu d'auteurs réussissent à se départir habilement. On ne saurait ranger *Structural Landforms* parmi les meilleurs modèles à suivre, bien que l'ouvrage soit de bonne qualité et contienne une abondante information.

Outre une courte introduction (2½ p.) une conclusion laconique (2 p.), une bibliographie (13 p.) et un index (14 p.), l'ouvrage com-

prend quatre chapitres : *Joints, Boulders, and related Features ; Characteristics and Origin of Inselbergs ; Landforms associated with Faults ; Landforms evolved on folded Sequences*. Les titres des deux premiers pourront surprendre ou laisser rêveurs plusieurs lecteurs. L'ouvrage est abondamment illustré et la reproduction des photographies est de bonne qualité. Il est destiné aux étudiants de premier et second cycles principalement en géographie et géologie. Quoique de lecture facile, la matière est souvent présentée sous forme de longues discussions ou d'une revue critique des diverses opinions ou hypothèses, ce qui présuppose une connaissance préalable du vocabulaire et des notions de base de géologie physique ou dynamique. De plus, comme la démarcation entre les éléments propres à la géologie dynamique et à la géomorphologie est très difficile à cerner, il en résulte un certain déséquilibre : l'auteur fournissant parfois des détails superflus et négligeant par ailleurs des données essentielles. Cette situation regrettable paraît tenir de la nature même de la formule adoptée, voire la rédaction par divers auteurs d'un manuel élémentaire en plusieurs ouvrages séparés. Si cette formule s'avère heureuse pour les traités dignes de ce nom, elle ne l'est pas pour les introductions, du moins si on en juge par les autres ouvrages de cette collection dont nous avons déjà rendu compte. Il y a un manque d'unité, de lien organique, des répétitions inévitables. Mais le mérite est grand d'avoir su réunir en quelques centaines de pages une matière abondante ; c'est pourquoi nous en savons gré à l'auteur. Les exemples fournis aideront certainement l'étudiant francophone à mieux comprendre certains processus et certaines formes de relief et ajouteront à la diversité des exemples fournis par les ouvrages francophones de Tricart et Cailleux, Birot, et Charbonnel. On aurait souhaité davantage d'exemples des pays de l'Europe centrale et de l'U.R.S.S. À cet égard la Grande-Bretagne et l'Australie sont choisis ; le Canada est mentionné à quelques reprises. La bibliographie comprend 350 titres dont 7.5% en français et 5.6% en allemand.

Le prix modique de l'ouvrage du professeur Twidale facilitera certainement une large diffusion. Nous en recommandons la lecture à tous ceux qui s'intéressent à la géomorphologie. Ils se convaincront avec l'auteur que "*the relationship between regional structure and major relief forms has never been overlooked, but with rare exceptions, the consideration of structural influence did not extend beyond the gross, obvious, and surficial. Moreover, the structural*

framework has tended to be seen as something established in the past, but now static and unchanging" (p. 217). Les adeptes de la néotectonique applaudiront certainement à ces propos fort judicieux. On oublie trop facilement que les échelles spatiale et temporelle de la géomorphologie structurale diffèrent sensiblement de celle des processus dynamiques d'érosion et de sédimentation, bien qu'elles puissent néanmoins être perçues par le géomorphologue d'expérience. Cet ouvrage aidera à mieux comprendre l'environnement et la nature des reliefs dits structuraux.

Jean-Claude DIONNE

*Centre de recherche forestière des Laurentides
Ministère de l'environnement, Québec*

JACKSON, W., éditeur, 1972. **Man and the Environment**. W.M.C. Brown Company Publishers, Iowa. xxiii + 322 p. 15 × 22 cm. Broché, prix non-indiqué.

Depuis que les termes pollution et environnement ont pris place dans notre vie, il y a eu une masse tellement considérable de publications qui en exploitent les thèmes, que nous nous demandons toujours ce qu'un autre volume peut encore apporter de nouveau et d'original à nos connaissances.

Dans le cas de *Man and the Environment*, l'éditeur a articulé son livre sur 3 grands thèmes : le comportement humain, l'environnement, les problèmes de population et de nourriture. La discussion de ces thèmes se fait par l'intermédiaire d'articles qui constituent les chapitres. Voici brièvement quelques sujets traités : air (origine, évolution, smog), l'huile dans les écosystèmes, la pollution thermique, les pesticides, les fertilisants, le matériel militaire radioactif et chimique, conséquences de l'accroissement de la population et les principaux programmes de contrôle, l'avortement et la contraception, les ressources et les besoins de la terre et de l'humanité, les programmes d'irrigation, de désalinisation, de récupération des déserts, les barrages, les océans comme source de nourriture, etc. . .

Nous pouvons constater la très grande variété des sujets abordés. Nous concevons bien qu'aucun n'a pu être analysé en profondeur. Cependant, cette première impression passée, nous découvrons que les textes, quoique très courts, contiennent, pour la plupart, une abondante documentation sous une forme conden-

sée. Il en résulte que les articles présentent les faits d'une façon crue. On se sert d'événements réels qui touchent un aspect quelconque de l'environnement (ex. : le naufrage du pétrolier *Torrey Canyon* à Santa Barbara, la mort de milliers de *Pinus ponderosa* par le smog à Los Angeles, le contrôle des naissances au Japon, l'irrigation des terres en Israël) pour discuter, d'une façon générale, de la pollution de l'eau par l'huile, de la pollution de l'air, de la surpopulation, etc. . . . Les auteurs accompagnent leur texte de données extraites des rapports d'experts, et de nombreux tableaux synthétiques viennent confirmer ces données ou simplifier leur lecture. Un paragraphe synthèse termine les articles dans lequel on suggère des solutions et où sont critiquées les actions néfastes de l'homme sur son milieu.

Nous notons un manque évident de discussion soutenue à travers les articles. Bien sûr, le livre présente souvent des textes à résonnances différentes, voire opposées, face à un problème d'environnement (ex. : la théorie soviétique et la croyance catholique face au problème de surpopulation) mais, il n'en reste pas moins que peu ou pas de liens sont établis entre ces différentes idées. C'est ainsi que chacun des articles peut à lui seul constituer un texte séparé et être lu comme tel sans nuire à la compréhension générale du volume.

Une abondante liste de références bibliographiques et de notes termine chacun des textes. Les titres sont énumérés suivant les sujets développés, ce qui facilite grandement la consultation. Mais, ces listes bibliographiques sont presque totalement de sources américaines et le manque de références aux travaux réalisés ailleurs constitue une des faiblesses du livre.

L'innovation et, par conséquent, l'intérêt majeur du volume, vient, finalement, surtout du fait qu'il peut servir à remplacer les notions biologiques traditionnelles que reçoivent les étudiants de nos écoles. C'est ainsi, par exemple, qu'à partir du problème de la pollution de l'air, on explique le rôle de l'oxygène dans la vie ; partant des fertilisants on décrit le cycle de l'azote ; la contraception et l'avortement permettent de montrer l'importance et la constitution des hormones ; la malnutrition amène la discussion sur les protéines, les lipides et les sucres.

Cependant, même si ce livre préfigure comme un exemple type de nos futurs manuels d'initiation à la biologie, il ne peut certes s'appliquer dans sa forme actuelle qu'aux étudiants d'expression anglaise des États-Unis. Il serait pourtant souhaitable qu'un manuel de ce genre, en

langue française, soit publié chez nous, en vue d'un cours obligatoire d'initiation à l'environnement ayant, comme idée directrice, la protection et la conservation de celui-ci par une meilleure connaissance de certaines réalités biologiques qui régissent sa composition et son fonctionnement.

Léopold GAUDREAU

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec

WIELGOLASKI, F.E. and ROSSWALL, T., (éd.), 1972. *Tundra Biome. Proceedings IV. International Meeting On The Biological Productivity of Tundra*. I.B.P., Stockholm. 320 p., 72 fig., 52 tab. 16 × 24 cm. Cartonné, U.S. \$4.00.

Cet ouvrage présente les 44 communications du colloque international sur la productivité biologique de la toundra tenu à Leningrad, en octobre 1971, sous l'égide du Programme Biologique International.

Comme il se doit, le terme toundra est défini dans la première communication. Il nous est cependant difficile d'adopter une définition aussi nébuleuse englobant beaucoup trop de formations végétales non forestières allant de la pelouse alpine aux landes océaniques en passant par les platières alluviales herbacées. Une telle largesse dans la définition permet à Wielgolaski d'écrire (p. 9) : "*For practical reasons certain subalpine birch and pine forests are included here as well*". Nous serons ainsi amenés à comparer des résultats de travaux effectués dans des stations aussi peu comparables que Moor-House (Écosse) (p. 295) au 54° 65' de latitude Nord et Barrow (Alaska) (p. 52) au 71° de latitude Nord, soumises, la première à un climat océanique frais, la seconde à un climat arctique : en juillet, la moyenne thermique atteint 11° C en Écosse contre 4.7° C en Alaska, alors que la pluviosité annuelle moyenne est, respectivement, 1850 et 106 mm . . .

La table des matières (p. 3) distingue 3 chapitres : (1) problèmes généraux sur la productivité de la toundra, (2) principales études soviétiques dans les stations de toundra du P.B.I., (3) présentation de l'ensemble des projets nationaux du P.B.I., absolument indiscernables à la lecture de l'ouvrage. L'article de Chepurko (p. 236) illustre parfaitement les défauts de mise en page du volume : la figure 1, commentée p. 236 se retrouve p. 244, après la biblio-

graphie, alors que le texte lui-même est entrecoupé par 5 pages de tableaux non-directement commentés dans la communication. Une autre inconséquence concerne les unités de biomasse exprimées en g/m² (p. 236), en kg/ha et en cent/ha¹ (p. 237) et se poursuit dans les tableaux (p. 238, 239). Il nous est également impossible de passer sous silence les trop nombreuses fautes de frappe qui émaillent le texte et dont voici quelques exemples pris au hasard : *tomenthyupnum* (p. 135), *manorelief* (p. 142), *concection* (p. 152) . . .

Les études de productivité de la toundra, très ponctuelles, recourent à des méthodes d'échantillonnage très subtiles nécessitant l'utilisation de l'ordinateur pour exprimer des résultats dont les fluctuations annuelles, très sensibles, demanderont de nombreuses années d'expérimentation pour obtenir des valeurs statistiquement valables, mais à quel prix . . . ?

Le lecteur habitué aux espaces nordiques néo-québécois sera particulièrement attentif aux descriptions des unités végétales à la limite des arbres de Norin (p. 133) et Ignatenko *et al.* (p. 140). Malgré les articles de Ignatenko (p. 150), Grishina (p. 212) et Bogatyrev (p. 229) nous obtenons trop peu de renseignements sur les conditions pédogénétiques particulières aux sols arctiques et, de plus, la dénomination de ces derniers est peu accueillante pour le lecteur nord-américain : "*forest-tundra cryogenic humus-slightly-gley soils*" (p. 133) ou bien "*tundra peaty-mucky-gleyed loamy sand soil*" (p. 219).

Exactement la moitié des articles est sans référence bibliographique tandis que la grande majorité des références signalées renvoie à des ouvrages russes réduisant d'autant les sources de renseignements pour la plupart des lecteurs nord-américains.

Dans l'ensemble, malgré son prix modique, l'acquisition de *Tundra Biome* ne peut être recommandée qu'avec beaucoup de réserves.

1 Cent - 100 kg

Jean-Pierre DUCRUC

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec

BARBOSA, P. et PETERS, T.M., 1972. *Readings in Entomology*. W.B. Saunders Cy., Philadelphia. 450 p., ill. 17 × 25 cm. Broché, \$6.70.

Beaucoup de travaux scientifiques échappent à l'attention des entomologistes parce qu'ils paraissent dans des publications qui ne sont pas consacrées exclusivement aux insectes. Tout effort de publier un recueil d'articles importants mais, jusque là, dispersés dans divers journaux, est donc bienvenu.

Barbosa et Peters ont groupé ensemble ce qu'ils considèrent être des articles d'appui à un cours d'introduction à l'entomologie. Le livre est divisé en sept chapitres, chacun débutant avec un commentaire des auteurs : introduction, structure et identification des insectes, physiologie des insectes, écologie des insectes, comportement des insectes, mimétisme, l'homme et les insectes. Ce dernier chapitre est subdivisé en deux parties : (1) les ressources ; (2) la santé et le bien-être. En tout, un total de 50 articles qui ont été publiés de 1954 à 1970, dont 12 datent d'avant 1960. On y retrouve les noms d'entomologistes qui ont fait leur marque comme Uvarov, Knipling, Beck, mais aucun travail de Williams, Wigglesworth ou Steinhaus.

La sélection qui nous est offerte est en général bonne, mais pas plus. On doit immédiatement déplorer l'absence d'un chapitre sur la pathologie des insectes. Il n'y a même pas un article sur le sujet. Par contre, on retrouve quatre articles sur le même sujet : la lutte autocide. Le chapitre traitant de la physiologie des insectes n'est pas particulièrement transcendant. D'autre part le livre ne possède aucun index, ce qui est déplorable vu la variété des sujets traités.

Tous ceux que l'entomologie intéresse auront avantage à se procurer ce volume qui est relativement bon marché. Les étudiants en tireront certainement leur profit mais voudront bien se souvenir des omissions mentionnées plus haut.

Bernard J.R. PHILOGÈNE

Department of Plant Science
University of British Columbia
Vancouver, B.C.

Marcel RAYMOND

2 décembre 1915 — 23 août 1972



« Collégien, je récitais des vers à mes copains. Mon père m'en avait d'ailleurs donné l'habitude lui qui m'en lisait à l'âge où je commençais à m'intéresser aux lettres. Plus tard, au hasard de voyages, j'ai eu l'occasion unique de rencontrer maints poètes. Aussi ce livre est-il le reflet de nombreuses rencontres qui étaient à la fois sur le plan poétique et le plan amical. »

« Dans la dernière partie du livre on trouvera un reflet de mes curiosités botaniques qui remontent à plus d'un quart de siècle.

Les deux thèmes entremêlés donnent une idée de ma double personnalité, sans mentionner mon intérêt pour le théâtre où, à titre de journaliste, je pris une part active pendant plusieurs années. »

« J'ai voulu aussi, afin de donner un éventail plus complet de mes curiosités, y joindre quelques écrits botanique qui donnent de moi une image plus complète, puisque toute ma vie j'ai été tiraillé entre la littérature et la science. »

Ces quelques lignes, extraites de son dernier livre d'Essais intitulé « Géographies » (Hurtubise HMH, Montréal, 1971) nous décrivent bien ce botaniste québécois doublé d'un littérateur et d'un critique de théâtre que fut Marcel Raymond, rappelé beaucoup trop tôt dans l'au-delà, le 23 août dernier, à l'âge de cinquante-six ans. Cette double personnalité, on la retrouve même dans son nom, puisqu'il signe ses écrits scientifiques : Marcel, mais ses travaux littéraires : Louis-Marcel.

Le goût de la littérature, il le prend jeune, d'abord à la maison sur les genoux de son père et dans l'ambiance familiale, puis au Collège de Saint-Jean où il fait ses études classiques. Il m'a souvent parlé de la grande influence qu'eurent sur lui ses maîtres du temps. Le théâtre, il s'y intéresse surtout au contact des Compagnons de Saint-Laurent, alors dirigés par le Père Émile Legault, s.c. et en pleine activité durant la deuxième guerre mondiale et les années qui la précédèrent et la suivirent. C'est durant cette période qu'il publie, tout jeune, ses premiers livres : « Henri Ghéon, sa vie, son œuvre » (1930) et « Le jeu retrouvé », préfacé par Gustave Cohen (1943). Dès la fin de la guerre, il s'embarque sur le premier cargo qui traverse des civils en Europe et occupe un séjour en France à suivre le 64e Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences à Paris, comme délégué de l'ACFAS, mais surtout à rencontrer les poètes et romanciers de Paris, les auteurs de pièces de théâtre et les metteurs en scène les mieux connus dont l'activité connaît une explosion après les années noires de l'occupation. Il résume à son retour ses rencontres, ce qu'il a vu et entendu dans son livre : « Un canadien à Paris - 1945 », publié en 1947. On y retrouve de nombreux noms aussi prestigieux que Jacques Copeau, Gaston Baty, Charles Dullin, Henri Brochet pour le théâtre, François

Mauriac, Marie Noël, Gabriel Marcel, Aragon pour la littérature.

Cette facilité littéraire l'aidera tout au long de sa carrière scientifique qu'il mène d'ailleurs en parallèle. Sa plume facile, son riche vocabulaire et son style imagé feront de ses articles scientifiques des travaux intéressants, de lecture agréable et pénétrante.

C'est très jeune qu'il s'intéresse à la flore du Québec. Il explore d'abord les régions qui l'entourent et où il passe ses vacances et ses moments de loisirs : les bords du Richelieu, la vallée du Saint-Laurent, les Montérégiennes et surtout le Mont Johnson à Saint-Grégoire où son grand-père maternel y a une propriété, la région de Farnham, de Philipsburg et de Saint-Armand où le reçoit son grand-père paternel. J'ai eu le bonheur de visiter plusieurs fois avec lui ces mêmes endroits et chaque fois, je fus surpris de constater combien il avait la mémoire des lieux et comment il les connaissait bien, ces régions de ses premières années de botaniste. Dès la fin de ses études classiques, il se dirige vers Montréal pour y entreprendre un cours de biologie. Il a la chance d'y arriver au moment où le Frère Marie-Victorin, après avoir organisé à l'Université de Montréal un département de botanique dont la réputation dépasse maintenant les frontières du pays, et jeté les bases d'un magnifique jardin botanique à la ville de Montréal, est à préparer une équipe de chercheurs qui saura seconder les ouvriers de la première heure que furent les Rolland-Germain, les Jules Brunel, les Jacques Rousseau, les Roger Gauthier et quelques autres.

Marcel Raymond s'y donne corps et âme, avec tout l'intérêt et toute l'énergie dont il est capable. Il sera bientôt l'un des meilleurs disciples du « patron » comme il aime à surnommer le frère

Marie-Victorin. Il y consacra toute sa vie de célibataire, occupant d'abord de simples fonctions d'assistant durant ses études et après sa graduation, pour atteindre le poste de conservateur du Jardin botanique de Montréal à la fin de sa carrière.

Il serait trop long d'énumérer ici ses travaux botaniques. Ils sont nombreux et importants. Les plus remarquables portent sur des groupes considérés comme difficiles : les Gesnériacées et les Cypéracées par exemple. Les genres *Carex* et *Scirpus* l'intéressaient tout particulièrement. Il en a décrit plusieurs espèces nouvelles, suite à des explorations qu'il fit dans différents pays tropicaux de l'Asie et de l'Amérique centrale et à un échange constant de correspondance avec des botanistes de par le monde. Il ne négligeait pas pour autant la flore du Québec. Peu de Québécois connaissaient mieux que lui les plantes de la Gaspésie, surtout celles des monts Schickshocks qu'il visita plusieurs fois. Son contact journalier avec les collections de l'Herbier Marie-Victorin et du Jardin botanique lui permettaient une connaissance très détaillée de la flore québécoise et de sa distribution, dont l'aboutissement fut une « Esquisse phytogéographique du Québec » publiée en 1950 et qui fit époque.

C'est évidemment dans les Contributions de l'Institut botanique de l'Université de Montréal et dans les Mémoires du Jardin botanique de Montréal qu'il publie la grande majorité de ses travaux scientifiques, au nombre de plus de deux cents. Ceux-ci lui valent très tôt l'appréciation et l'estime du monde botanique. Aussi est-il élu « Fellow » de la Société royale du Canada en 1954 et devient-il membre honoraire à vie de l'American Gloxinia Society en 1962. L'ACFAS lui décerne la médaille Marie-Victorin en 1969.

Par ailleurs, quelques collègues nomment des plantes en son honneur : Calder décrit le *Carex Raymondii* en 1952 (*Rhodora*, 54 : 246), Rousseau le *Solidago Raymondii* également en 1952 (*Can. J. Res.*, 28, sect. C : 243), Lepage le *Betula X Raymundi* en 1957 (*Naturaliste can.*, 84 : 57) ; Boivin propose un nouveau genre hybride entre *Dulichium* et *Rhynchospora* et le nomme *Raymondia* en 1962 (*Rhodora*, 64 : 349).

Quel homme était Marcel Raymond dans l'intimité ? Ayant eu l'avantage de vivre dans la même ville que lui, Saint-Jean, durant plusieurs années, d'herboriser souvent avec lui, de faire même quelques longs voyages à l'occasion, j'ai pu très bien le connaître et apprécier ses grandes qualités d'âme et d'esprit. C'était d'abord un homme droit, sincère et de grande honnêteté scientifique. Quand il s'y donnait, il travaillait vite et évitait les raseurs qui pouvaient lui faire perdre son temps en discussions oiseuses ou en banalités. Observateur précis, il savait très vite déceler les caractéristiques de chaque plante sur le terrain et par une mémoire prodigieuse en arriver à donner leur nom avec une rapidité étonnante. Il identifiait à vue les nombreuses espèces de *Carex* et beaucoup d'autres plantes.

Sa conversation était imagée et toujours assaisonnée d'humour. C'était un fin causeur qu'on ne se lassait pas d'entendre et qui laissait souvent transparaître une belle psychologie de la nature humaine. On ne pouvait rien lui cacher. Mais ce qui primait surtout chez lui, c'était sa grande sensibilité, qui en faisait un compagnon toujours délicat et attentif. Délicat, il le fut d'abord et toujours envers sa mère, puis envers ses parents, ses collègues et tous ceux qu'il avait à côtoyer.

La disparition d'un être cher laissait chez lui des traces profondes et inou-

bliables. Combien de fois m'a-t-il parlé de son père, de son frère aîné mort à la guerre, du frère Marie-Victorin qu'il a vu mourir dans l'accident où lui-même se trouvait en 1944. Comment la disparition soudaine d'un collègue aussi près de lui que le fut James Kucyniak (1919-1962) a-t-elle pu l'affecter ? Lui seul pourrait le dire. Il est sûr cependant que ces deuils répétés ont miné chez lui une santé déjà fragile. Aussi devait-il prendre prématurément sa retraite en 1970.

Je sais qu'il a souffert d'avoir à se retirer aussi tôt, mais son état de santé ne lui permettait pas de continuer à occuper des fonctions régulières au Jardin botanique. Après quelques mois d'hésitations, de débats intérieurs et d'efforts d'adaptation à sa nouvelle vie, il se re-

mettait malgré tout au travail et sa correspondance des dernières semaines m'indiquait qu'il avait plusieurs autres publications scientifiques sur le métier.

Le monde botanique et littéraire québécois vient de perdre en Marcel Raymond un de ses membres les plus brillants et les plus doués. Son départ crée un vide qui se fera sentir pour longtemps encore. Souhaitons qu'il sera possible de publier à titre posthume les travaux qu'il avait rendu à terme ou presque au cours des derniers mois de sa vie. Sa présence parmi nous pourrait ainsi se continuer d'une certaine façon, ce qui atténuerait un peu le regret que nous ressentons tous d'un départ aussi brutal et aussi prématuré.

Lionel CINQ-MARS

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

Extrait de la revue *Le naturaliste canadien*, Volumes 93 et 94.

Liste des espèces, variétés, formes et hybrides de plantes vasculaires reconnues comme spontanées au Canada. Une bibliographie pertinente précède chaque genre. L'auteur présente la distribution géographique de chacun des taxons au nord des États-Unis, dans une perspective critique. Les botanistes y trouveront une mine de renseignements de première valeur.

An enumeration of the species, varieties, forms and hybrids known as spontaneous in Canada. Nearly all genera are preceded by an essential bibliography of recent monographs and other main papers relevant to each genus in Canada. Each taxon is followed by an abbreviated summary of its distribution north of the U.S.A. A distinction has been made between verified and unverified distributions and, in the latter case, whether or not justifying collections have been located yet.

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Septembre-Octobre

N° 5

SOMMAIRE

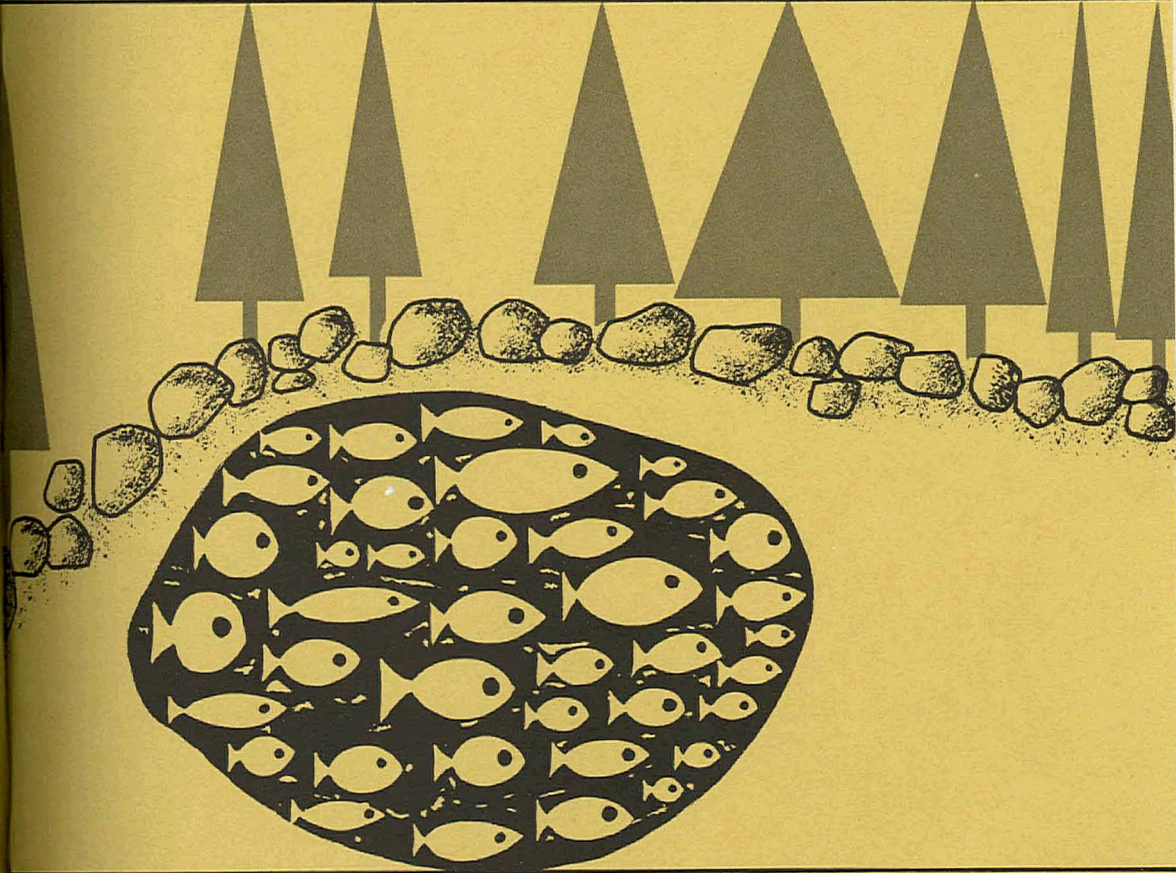
LAFLAMME, Gaston et Marcel LORTIE. Relation entre la carie du bois, les défauts extérieurs et différents clones du <i>Populus tremuloïdes</i> Michx	449-456
CAYOUILLE, Richard. Études sur la flore du Saguenay VI. Les liliacées et leur distribution	457-468
LACOURSIÈRE, Estelle et Miroslav M. GRANDTNER. Les groupements végétaux ripariens entre Sainte-Famille et la pointe d'Argentenaye, Île d'Orléans, Québec	469-507
GAUDREAU, Léopold. Extensions d'aire et additions à la flore de la zone d'argile, au Québec	509-514
CHENG, B. T., G. J. OUELLETTE and S. J. BOURGET. Interaction of temperature and moisture on iron and manganese availability in soils	515-521
CARBONNEAU, Marc et J. L. TREMBLAY. Étude du rôle de <i>Scirpus americanus</i> Pers. dans la dépollution des eaux contaminées par les métaux lourds	523-532
LEPAGE, Ernest. Nouveau catalogue des lichens du Québec	533-550
COMMUNICATIONS BRÈVES	
RAYMOND, Marcel. <i>Cyperus subparadoxus</i> Kükenthal, un souchet plus que paradoxal malgré son nom	551
RAYMOND, Marcel. An enlarged description of a rare S. E. Asiatic sedge	552
REVUE DES LIVRES	553-556
CINQ-MARS, Lionel. Notice nécrologique, Marcel Raymond	557-560



Volume 99,
N° 6,
novembre-décembre 1972

BIBLIOTHÈQUE
DU MINISTÈRE DES TERRES ET
FORÊTS DU QUÉBEC

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

DIRECTEUR

G.-WILFRID CORRIVAUT

DIRECTEUR-ADJOINT

MIROSLAV GRANDTNER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

GUY LACROIX

COMITÉ DE RÉDACTION

RENÉ BÉLAND, *Université Laval*

RENÉ BÉIQUE, *Direction générale de la
conservation, Ministère des
terres et forêts, Québec*

JULIEN BERGERON, *Ministère de l'industrie
et du commerce, Québec*

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, *Service de la faune
du Québec*

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 : \$ 10.00 — à l'étranger : \$ 11.00 — le numéro \$ 2.00

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 **Secrétariat 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 de l'éducation du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec — Quatrième trimestre 1972.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Novembre-Décembre 1972

N° 6

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE L'ÂGE ET CROISSANCE
DU TOULADI, *SALVELINUS NAMAYCUSH* WALBAUM, DU
LAC L'ASSOMPTION ET DU LAC TREMBLANT, QUÉBEC¹

André SIMARD † et Étienne MAGNIN

Département des sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal, Québec

Résumé

Une étude critique de la croissance des écailles et des otolithes nous a conduit à la conclusion que la lecture de l'âge sur les otolithes est préférable à la lecture de l'âge sur les écailles ; en effet, la croissance de l'écaille subit un ralentissement très net à partir de la maturité sexuelle alors que l'otolithe grandit au même rythme que celui du corps de l'animal.

Chez les Touladis provenant des lacs L'Assomption et Tremblant, la croissance en longueur et en poids est identique quel que soit le sexe, la maturité sexuelle ou le milieu : il est possible de décrire cette croissance en longueur et en poids par des équations uniques qui représentent les variations du logarithme de la longueur totale maximum (Lt) et celui du poids (P) en fonction du logarithme de l'âge (T) :

$$\begin{aligned}\log Lt &= 2.252 + 0.486 \log T \\ \log P &= 1.466 + 1.706 \log T\end{aligned}$$

La croissance estivale des *Salvelinus namaycush* du lac L'Assomption commence à la mi-avril et se poursuit jusqu'en juillet.

Abstract

A growth study of the scales and otoliths of the lake trout has shown that the use of otoliths for age determination is preferable to the use of the scales : the scales growth slows down at the onset of sexual maturity whereas the otolith rate of growth is comparable to the body length growth rate of the animal.

Growth rate in length and weight is identical amongst immature or mature male or female fish caught in lake L'Assomption and lake Tremblant. It is possible to figure this growth by two equations representing the logarithmic variations of the maximum total length (Lt) and that of the weight (P) in function of the logarithmic variations of the age (T) :

$$\begin{aligned}\log Lt &= 2.252 + 0.486 \log T \\ \log P &= 1.466 + 1.706 \log T\end{aligned}$$

Summer growth of lake trout in lake L'Assomption begins in mid-April and continues until July.

Introduction

La plupart des auteurs qui ont étudié la croissance du Touladi, *Salvelinus namaycush* Walbaum, ont déterminé l'âge des individus à l'aide des écailles en se basant sur les critères de validité établis

par Cable (1956) pour des individus de 1 à 6 ans. Certains chercheurs ont cependant utilisé d'autres structures os-

¹ Article basé sur une thèse de doctorat présentée par A. S. à la Faculté des sciences de l'Université de Montréal.

seuses. Bulkley (1960) a montré que l'âge déterminé à l'aide des écailles correspondait à l'âge déterminé à l'aide des rayons branchiostèges ; il notait cependant que, chez le Touladi, la lecture de l'âge devenait très difficile à partir de la sixième année. Dubois (MS, 1967) et Dubois et Lagueux (1968) ont comparé les lectures d'âges obtenues à l'aide des écailles et celles obtenues à l'aide des otolithes ; ils ont montré que l'otolithe révélait un âge toujours plus élevé que celui donné par l'écaille du même individu et que cette différence s'accroissait avec l'âge ; ils ont envisagé plusieurs hypothèses pour expliquer ces différences, mais ils n'ont pas pris parti sur la valeur de l'une ou de l'autre de ces structures pour déterminer l'âge du Touladi.

Après une étude critique de la méthode de détermination de l'âge du Touladi, nous décrivons la croissance en longueur et en poids des alevins vésiculés et des individus plus âgés ; nous établirons finalement la durée de la période de croissance estivale.

Matériel et méthodes

PRÉLÈVEMENT DES TOULADIS

Deux lacs des Laurentides ont été prospectés : le lac L'Assomption, situé à 74° 05' de longitude ouest et 46° 30' de latitude nord et le lac Tremblant, situé à 74° 38' de longitude ouest et 46° 15' de latitude nord. Ces deux nappes d'eau sont très différentes à plus d'un titre ; les quelques données physiques et chimiques que nous possédons permettent de classer le lac L'Assomption parmi les lacs dystrophes ou oligotrophes à évolution lente (Dussart, 1966) : ces lacs sont caractérisés par des « eaux brunes, le plus souvent assez acides, peu transparentes, riches en molécules de nature colloïdale, pauvres en électrolytes, notamment en calcium ». Par contre, le lac Tremblant se classe parmi les lacs oligotrophes de

formation glaciaire, aux eaux très limpides.

Dans le lac L'Assomption, nous avons pris 210 spécimens dont 91 mâles, 107 femelles et 12 spécimens de sexe indéterminé, d'avril à novembre, de 1965 à 1968. Dans le lac Tremblant, nous avons pris 16 spécimens dont 13 mâles et 3 femelles les 20 et 21 octobre 1967. À ce matériel s'ajoutent 500 alevins élevés en laboratoire et provenant d'oeufs récoltés en 1966 au lac Tremblant ; ces alevins ont été nourris à l'aide de jeunes daphnies (*Daphnia magna*) prélevées dans un milieu de culture préparé selon la technique de Leduc et Ali (1965).

La longueur totale maximale a été utilisée pour mesurer les spécimens et la mesure ainsi obtenue a été exprimée en millimètres. Afin d'effectuer des comparaisons avec les données de la littérature, nous avons aussi noté la longueur à la fourche de 124 spécimens et calculé les équations de régression qui permettent de transformer la longueur à la fourche (Lf) en longueur totale maximale (Lt) et vice versa :

$$\begin{aligned} Lf &= - 5.852 + 0.915 Lt & (1) \\ Lt &= 11.050 + 1.078 Lf & (2) \end{aligned}$$

Le coefficient de corrélation r était de 0.995.

Le poids du poisson entier a été mesuré en grammes. Le sexe de l'individu a été déterminé par un examen macroscopique des gonades, ce qui est relativement facile chez les adultes, mais beaucoup plus difficile chez les immatures. Le testicule est blanchâtre et tubulaire ; l'ovaire est d'un blanc rosé et possède dans sa portion la plus antérieure un renflement qui s'allonge de plus en plus au fur et à mesure que le poisson grandit. La description que fait Shooner (1967) des glandes génitales du jeune Saumon, *Salmo salar*, correspond très bien à celle qu'on pourrait faire du jeune Touladi.

Sur chacun des spécimens, nous avons prélevé différentes structures susceptibles de révéler leur âge : les écailles, les otolithes, les os operculaires, les rayons branchiostèges, le maxillaire et l'ectoptérygoïde. Les différentes structures ont été préparées selon les techniques décrites par Menon (1950), Chugunova (1959) et Tesch (1968), pour être ensuite examinées sous la loupe binoculaire en éclairage diascopique et épiscopique.

ÂGE ET CROISSANCE

En ce qui concerne la lecture de l'âge sur les écailles du Touladi, nous nous contenterons ici de renvoyer le lecteur au travail de Cable (1956), où l'on peut trouver les références bibliographiques nécessaires.

Dubois (1967) est le seul, avant nous, à avoir utilisé les otolithes pour déter-

miner l'âge du Touladi. En éclairage diascopique, la croissance discontinue des otolithes se traduit par l'alternance d'anneaux sombres et larges (figure 1). Le noyau central de 1.25 mm de diamètre moyen, autour duquel se disposent les concrétions calcaires, a pu être mis en évidence sur de jeunes individus de quelques mois. Il est entouré d'un anneau clair et étroit suivi d'un anneau sombre, ce dernier correspondant à la croissance au cours du premier été. L'anneau clair suivant correspond à la période de ralentissement de la croissance ; le premier annulus se trouve à la limite entre la zone claire et étroite et la zone foncée et large qui l'entoure. En éclairage épiscopique, la situation est inversée : les zones claires sont foncées et étroites et les zones foncées sont claires et larges.

Les otolithes des plus jeunes spécimens sont très lisibles directement ; il est possible de repérer avec beaucoup de précision les différents annuli en alternant les types d'éclairage. Ceux des plus gros spécimens doivent être polis à la main sur du papier sablé très fin avant d'être examinés à la loupe binoculaire.

L'otolithe est dessiné à la chambre claire sur une fiche particulière pour chaque spécimen ; ces dessins sont tous effectués au même grossissement (25X) pour permettre une vérification ultérieure facile. Le groupe d'âge auquel le poisson appartient correspond au nombre de marques hivernales ou annuli qui se trouvent sur l'otolithe.

Nous avons tenté de comparer la lecture de l'âge obtenue grâce aux écailles et aux otolithes à celle obtenue à l'aide des différents os prélevés sur les spécimens : rayons branchiostèges, os operculaire, etc . . . Tous ces os montraient eux aussi des zones de croissance, mais de façon bien moins nette que les oto-

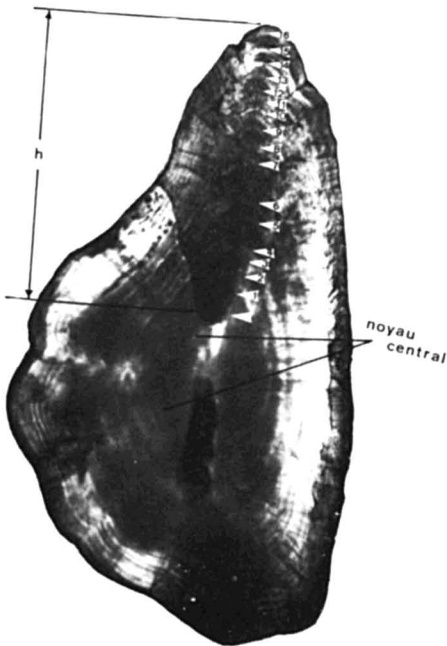


Figure 1. Sagitta d'un Touladi du groupe d'âge XVI (728 mm, 2855 g) capturé le 31 juillet 1967. *h* est la mesure de la taille des otolithes, que nous avons adoptée pour effectuer le rétrocalcul proportionnel de la croissance de chacun des individus.

lithes. L'opercule est celui qui présentait les annuli les plus visibles, mais une difficulté majeure se présentait : l'opercule s'épaissit à la base au cours de sa croissance et les premiers annuli devenaient indiscernables. Nous ne discuterons donc finalement que des lectures de l'âge effectuées sur les écailles et sur les otolithes.

Pour décrire la croissance en longueur de l'animal, nous avons utilisé la méthode du rétrocalcul qui permet d'évaluer la longueur du poisson au moment de la formation des divers annuli. Afin de comparer la croissance des individus selon le sexe, le stade de maturité sexuelle et le milieu, nous avons calculé les équations de régression obtenues après une transformation logarithmique des valeurs de la longueur et de l'âge. Les équations ainsi obtenues ont le grand avantage de se prêter facilement à l'analyse statistique : on peut les comparer entre elles par des analyses de covariance permettant de mettre en évidence des différences significatives dans les pentes ou les positions des droites représentatives.

Pour la croissance en poids, nous avons calculé, dans un premier temps, le poids moyen des spécimens, grâce aux mesures de la longueur totale moyenne obtenue par rétrocalcul. Pour faire ce calcul, nous avons utilisé les équations de régression du logarithme de la longueur totale calculée précédemment (Simard et Guibert, 1970). La moyenne ajustée du poids \bar{Y}_x , pour un groupe d'âge donné, est obtenue en substituant la moyenne générale \bar{X} de la longueur totale, dans l'équation de la relation longueur-poids d'un échantillon. La formule utilisée est de la forme :

$$\log \bar{Y} = a + b \log \bar{X} \pm T (1 - \alpha/2, N - 2) S_{y,x} \sqrt{\frac{1}{N} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum (X - \bar{X})^2}} \quad (3)$$

dans laquelle $T (1 - \alpha/2, N - 2)$ est la valeur de la distribution du test de « t » tirée d'une table avec $n - 2$ degrés de liberté ; $S_{y,x}$, la racine carrée de la variance résiduelle par rapport à la droite de régression ; $\sum (X - \bar{X})^2$, la somme des carrés des écarts à la moyenne.

Dans un deuxième temps, afin de comparer la croissance en poids des Touladis selon le sexe, la maturité sexuelle et le milieu, nous avons calculé des droites de régression qui représentent les variations du logarithme du poids en fonction de celui de l'âge. Les différentes droites obtenues seront comparées par des analyses de covariance.

Résultats

ÂGE D'APRÈS LES ÉCAILLES ET D'APRÈS LES OTOLITHES

Écailles

Un diagramme de dispersion représentant les valeurs de la longueur totale du poisson en fonction du plus grand diamètre de son écaille nous avait montré que la relation était curvilinéaire. Ce n'est cependant que vers une taille du poisson de 300 mm que la courbe s'incurvait ; cette taille correspond à peu près à celle de la maturité sexuelle. On a calculé à partir de 77 spécimens, deux droites de régression exprimant la longueur totale du poisson (Y) en fonction du diamètre de l'écaille : pour les 50 immatures, on obtient

$$Y = 60.285 + 9.110 X \quad (4)$$

avec un coefficient de corrélation de 0.833 et pour les 27 adultes

$$Y = -250.988 + 18.805 X \quad (5)$$

avec un coefficient de corrélation de 0.976. Une transformation logarithmique

des 2 mesures donne l'équation valable pour les 77 spécimens :

$$\log Y = 0.910 + 1.114 \log X \quad (6)$$

avec un coefficient de corrélation de 0.965. La valeur 1.114 est significativement différente de l'unité à un niveau de probabilité de 0.01 : l'écaille présente donc une allométrie négative par rapport à celle du corps. La figure 2 illustre cette allométrie.

Otolithes

Un premier diagramme de dispersion des valeurs de la longueur totale du poisson en fonction du plus grand diamètre des otolithes nous a montré que la relation établie à partir de 121 paires de mesures est de la forme :

$$Y = - 210.562 + 5.603 X \quad (7)$$

où Y est la longueur totale du poisson, exprimée en millimètres et X le plus grand diamètre de l'otolithe, grossi 25 fois. Le coefficient de corrélation r est égal à 0.973. La droite coupe l'axe des abscisses à 37.5 mm ; cette dernière valeur représente la taille grossie 25 fois

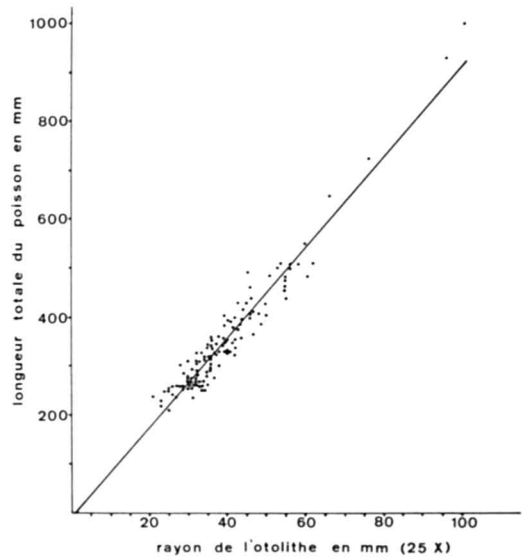


Figure 3. Longueur totale maximale des Touladis en fonction du rayon mesuré sur l'otolithe à partir de la marge du noyau central jusqu'à l'apex. Cette dernière mesure est grossie 25 fois.

du noyau central de l'otolithe au moment où débute la croissance ; elle correspond à une taille réelle de 1.5 mm qui concorde avec celle que nous avons observée directement sur quelques otolithes.

Un second diagramme de dispersion fut alors construit où X représente cette fois la taille de l'otolithe à partir du bord du noyau central et Y la taille des spécimens exprimée en millimètres. L'équation obtenue est de la forme :

$$Y = - 7.664 + 9.215 X \quad (8)$$

Le coefficient de corrélation r est égal à 0.964. La figure 3 présente ce dernier diagramme de dispersion des valeurs individuelles ainsi que la droite de régression calculée. La valeur de l'ordonnée à l'origine (- 7.664) de l'équation (8) n'est pas significativement différente de zéro ; en effet, un test de F sur l'homogénéité des variances nous a donné une valeur de 1.579 alors que le F donné par la table était égal à 6.63 pour un niveau de probabilité de 0.01. Nous sommes

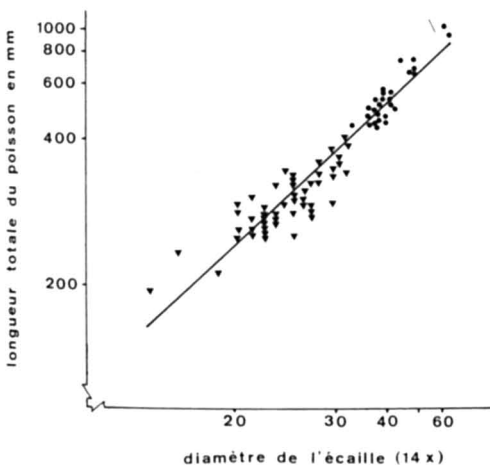


Figure 2. Longueur totale maximale des Touladis en fonction du plus grand diamètre de l'écaille grossie 14 fois. Les points représentent les spécimens adultes, les triangles, les immatures.

donc justifiés d'employer la relation simple :

$$Y = 9.215 \times \quad (8 \text{ bis})$$

Discussion

Le premier auteur qui a trouvé, chez les Touladis, une relation curvilinéaire entre la croissance de l'écaïlle et celle du corps fut probablement Royce (MS, 1943). Cette relation fut aussi observée par Webster *et al.* (1960) chez les Touladis du lac Cayuga. Un autre auteur, Rahrer (1967), a étudié la croissance de l'écaïlle chez 1157 spécimens du lac Supérieur ; il a observé une relation curvilinéaire de la longueur du poisson en fonction de celle de l'écaïlle mais, pour le calcul de la droite de régression, il ne fait une transformation logarithmique que sur la taille de l'écaïlle. Hanson et Cordone (1967) présentent aussi un

diagramme de dispersion des valeurs individuelles mais n'utilisent qu'une équation de régression simple ; leur diagramme montre cependant que la relation entre les deux mesures est plutôt curvilinéaire. Dubois (1967) remarque que, jusqu'à 7 ou 8 ans, la relation semble rectilinéaire mais qu'elle s'infléchit ensuite.

Il semble donc que cette croissance allométrique de l'écaïlle soit un phénomène général chez le Touladi. On le trouve chez d'autres Salmonidae comme l'a montré Nordeng (1961) : chez *Salmo alpinus* (*Salvelinus salvelinus*), l'otolithé enregistre l'âge avant et après la maturité sexuelle alors que l'écaïlle cesse de croître après la première fraie. On le trouve également chez d'autres espèces de poissons, comme l'ont démontré Rollefson (1933) chez *Gadus morhua*, Ovchynnyk (1965), Beamish et Harvey (1969) chez *Catostomus commersoni*.

CROISSANCE

Avelins vésiculés

La période d'incubation a duré du 26 octobre 1966 au 1er janvier 1967, soit 65 jours. Pendant cette période, la température de l'eau est passée de 8.3°C à 6°C. La période d'éclosion s'est faite à une température moyenne de 6°C.

La figure 4 illustre la croissance en longueur et en poids des alevins vésiculés au cours de la résorption du sac vitellin. À l'éclosion, l'alevin mesure en moyenne 15 mm de longueur totale. Sa croissance s'effectue de façon uniforme pendant les 30 premiers jours jusqu'à ce qu'il atteigne 22 mm environ. À ce moment-là, c'est-à-dire vers le début du mois de février, la croissance en longueur s'arrête bien que le sac vitellin soit encore très volumineux. À partir du 15 février, nous avons donné aux alevins de très jeunes daphnies. Les alevins s'en sont montrés très friands et, chaque jour, nous leur en donnions en excès. La

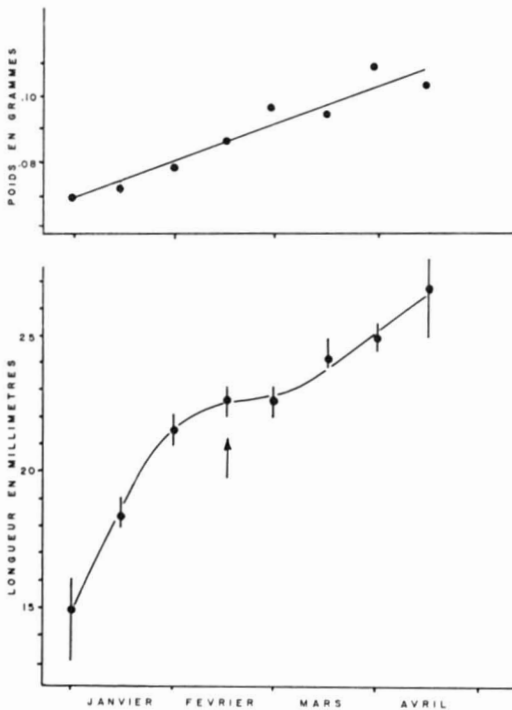


Figure 4. Croissance en longueur et en poids des alevins vésiculés de Touladis. Les points représentent les moyennes obtenues à partir de 5 spécimens et les traits verticaux indiquent les valeurs extrêmes. La flèche indique le début de l'alimentation des alevins avec *Daphnia magna*.

croissance qui avait marqué un temps d'arrêt reprit alors, bien qu'à un rythme plus lent que précédemment et se poursuivit jusqu'à la résorption du vitellus vers la fin du mois de mars. La période à laquelle débute l'alimentation des alevins se situe donc bien avant la résorption du sac vitellin ; cette observation rejoint celle qui a été faite par Atkins (1960).

Individus plus âgés

Les valeurs moyennes et extrêmes de la longueur totale, par groupe d'âge, des spécimens capturés au lac L'Assomption sont présentées au tableau I. Celles qui ont été obtenues par rétrocalcul sont

présentées aux tableaux II et III pour les spécimens du lac L'Assomption et ceux du lac Tremblant. On trouvera, dans le tableau IV, les équations exprimant le logarithme de la longueur totale en fonction du logarithme de l'âge, calculées pour les mâles et les femelles immatures, les mâles et les femelles adultes, les individus immatures et adultes du lac L'Assomption et du lac Tremblant ; ce tableau donne également les résultats des tests de F effectués sur les pentes et les positions des droites calculées. On voit, d'après ce tableau IV, que, chez ces différents groupes d'individus, la croissance en longueur est identique, quel que soit le sexe, la maturité sexuelle ou le milieu.

TABLEAU I

Longueur totale (en mm) et poids (en g) aux différents groupes d'âge des Touladis capturés au lac L'Assomption

<i>Groupe d'âge</i>	<i>N</i>	\bar{L}	<i>Extrêmes</i>	<i>N</i>	\bar{P}	<i>Extrêmes</i>
II	11	232.5	198 – 255	11	96.4	54 – 129
III	50	276.7	231 – 335	50	163.6	80 – 305
IV	47	328.4	279 – 376	46	271.0	160 – 429
V	49	374.3	325 – 430	47	398.9	241 – 586
VI	25	420.6	333 – 480	24	593.3	254 – 907
VII	7	465.9	440 – 491	7	846.7	690 – 1075
VIII	7	484.4	434 – 550	7	941.3	643 – 1587
IX	5	508.0	497 – 520	5	987.6	647 – 1128
X	5	517.4	480 – 560	5	1094.7	824 – 1563
XII	1	658.0		1	2516.0	
XIV	1	651.0		1	3118.4	
XV	2	596.0	532 – 560	2	1900.0	1300 – 2500
XVI	1	728.0		1	3855.5	
XXII	1	935.0		1	11300.0	
XXIX	1	1007.0		1	12020.0	

L, longueur moyenne ; P, poids moyen ; N, effectif.

TABLEAU II

Longueurs moyennes (L) et extrêmes (en mm) aux différents groupes d'âge des Touladis du lac L'Assomption, obtenues par rétrocalcul sur les otolithes. L'intervalle de confiance sur la moyenne est calculée à un niveau de probabilité de 1% (I.C. 1%)

Groupe d'âge	N	\bar{L}	Extrêmes	I.C. 1%
I	177	83.6	42 - 117	80.8 - 86.3
II	177	156.8	108 - 220	153.3 - 160.3
III	166	221.2	165 - 274	216.8 - 225.5
IV	122	281.0	206 - 347	274.8 - 287.0
V	80	332.7	264 - 391	323.8 - 341.5
VI	45	378.8	316 - 448	365.5 - 392.2
VII	26	420.0	354 - 503	400.1 - 439.0
VIII	22	455.7	393 - 539	433.0 - 478.5
IX	14	488.3	439 - 576	455.9 - 520.6
X	10	513.8	456 - 603	462.7 - 564.9
XI	6	555.0	473 - 621	
XII	6	587.3	490 - 652	
XIII	5	607.4	507 - 691	
XIV	5	634.2	515 - 721	
XV	4	663.8	524 - 750	
XVI	3	739.7	709 - 780	
XVII	2	789.5	769 - 810	
XVIII	2	828.5	818 - 839	
XIX	2	858.0	857 - 859	
XX	2	882.5	879 - 886	
XXI	2	902.0	898 - 906	
XXII	2	931.5	925 - 938	
XXIII	1	942.0		
XXIV	1	948.0		
XXV	1	958.0		
XXVI	1	968.0		
XXVII	1	977.0		
XXVIII	1	987.0		
XXIX	1	997.0		

TABLEAU III

Longueurs moyennes (L) et extrêmes (en mm) aux différents groupes d'âge des Touladis du lac Tremblant, obtenues par rétrocalcul proportionnel. L'intervalle de confiance est calculé à un niveau de probabilité de 1% (I.C. 1%)

Groupe d'âge	N	\bar{L}	Extrêmes	I.C. 1%
I	16	84.8	48 - 109	72.5 - 97.1
II	16	160.6	121 - 201	142.6 - 178.5
III	16	224.0	157 - 273	198.1 - 250.0
IV	16	286.5	230 - 339	258.8 - 314.2
V	16	342.0	288 - 403	312.8 - 371.2
VI	16	388.5	336 - 448	362.6 - 414.4
VII	16	432.7	372 - 491	406.3 - 459.1
VIII	12	465.2	402 - 530	430.5 - 499.9
IX	10	495.6	431 - 560	499.8 - 541.3
X	7	517.3	461 - 590	
XI	3	517.3	496 - 544	
XII	1	562.0		

Il est donc possible d'établir une équation de régression unique qui décrit la croissance en longueur du Touladi dans les lacs L'Assomption et Tremblant. La relation qui existe entre le logarithme de la longueur totale ($\log Lt$) et le logarithme de l'âge ($\log T$) est valable à partir du groupe d'âge II :

$$\log Lt = 2.52 + 0.486 \log T \quad (9)$$

La figure 5 illustre les variations de la taille des Touladis en fonction de l'âge.

On trouvera au tableau IV les équations des droites d'estimation du logarithme du poids en fonction du loga-

rithme de l'âge, calculées pour les mâles et les femelles immatures, les mâles et les femelles adultes, les individus immatures et adultes des lacs L'Assomption et Tremblant. Ce tableau donne également les résultats du test de F effectué sur la pente et la position de ces droites. On remarque tout d'abord que la croissance en poids est identique quel que soit le sexe ou le stade de maturité. Elle est par contre différente dans les deux lacs prospectés : on observe, en effet, une différence significative de position mais non de pente entre celles calculées pour les spécimens du lac Tremblant ; les

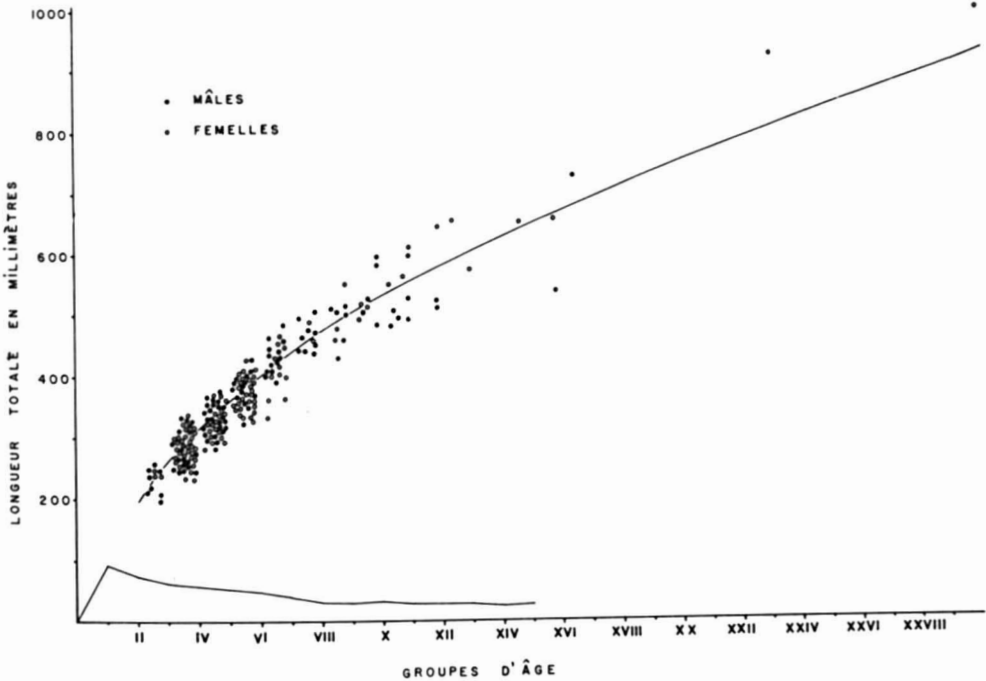


Figure 5. Croissance en longueur des Touladis des lacs L'Assomption et Tremblant. La courbe est tracée d'après l'équation $\log Lt = 2.252 + 0.486 \log T$ où Lt est la longueur totale maximale et T l'âge des individus. Les accroissements moyens annuels sont présentés dans la partie inférieure du graphique.

TABLEAU IV

Droites d'estimation du logarithme de la longueur totale (log Lt) et du logarithme du poids (log P), en fonction du logarithme de l'âge (log T) et tests de F sur les pentes et les positions de ces droites.

Nature des échantillons	Équations obtenues	N	r	Différences de pentes		Différences de positions	
				test de F	P	test de F	P
Lac L'Assomption, P, I	$\log Lt = 2.210 + 0.531 \log T$	30	.90	1.015	>.05	0.123	>.05
Lac L'Assomption, M, I	$\log Lt = 2.163 + 0.623 \log T$	15	.90	2.430	>.05	0.640	>.05
Lac L'Assomption, F, A	$\log Lt = 2.197 + 0.540 \log T$	16	.93				
Lac L'Assomption, M, A	$\log Lt = 2.293 + 0.432 \log T$	30	.89	1.615	>.05	0.325	>.05
Lac L'Assomption, I	$\log Lt = 2.195 + 0.558 \log T$	45	.90				
Lac L'Assomption, A	$\log Lt = 2.243 + 0.495 \log T$	46	.94	2.614	>.05	0.402	>.05
Lac L'Assomption,	$\log Lt = 2.217 + 0.522 \log T$	91	.96				
Lac Tremblant,	$\log Lt = 2.418 + 0.317 \log T$	16	.62	0.242	>.05	0.499	>.05
Lac L'Assomption, F, I	$\log P = 1.438 + 1.693 \log T$	30	.88				
Lac L'Assomption, M, I	$\log P = 1.373 + 1.858 \log T$	15	.85	4.076	>.05	0.524	>.05
Lac L'Assomption, F, A	$\log P = 1.235 + 1.912 \log T$	16	.91				
Lac L'Assomption, M, A	$\log P = 1.710 + 1.363 \log T$	30	.83	0.001	>.05	0.011	>.05
Lac L'Assomption, I	$\log P = 1.432 + 1.717 \log T$	45	.87				
Lac L'Assomption, A	$\log P = 1.433 + 1.710 \log T$	46	.92	3.420	>.05	9.952	<.01
Lac L'Assomption,	$\log P = 1.438 + 1.705 \log T$	91	.95				
Lac Tremblant,	$\log P = 2.291 + 0.927 \log T$	16	.57				

A, adultes ; F, femelles ; I, immatures ; M, mâles ; N, effectif ; P, probabilité d'obtenir une différence aussi forte ou plus forte que la différence observée ; r, coefficient de corrélation

TABLEAU V

Augmentation mensuelle de la taille (en mm) chez les Touladis du lac L'Assomption. A, accroissement moyen calculé à partir des otolithes ; %, pourcentage de l'accroissement annuel moyen donné dans la première colonne.

Groupe d'âge	Accroissement annuel moyen		Accroissement mensuel moyen																	
			Mai			Juin			Juillet			Août			Sept.			Oct.-Nov.		
	N	(mm)	N	A(mm)	%	N	A(mm)	%	N	A(mm)	%	N	A(mm)	%	N	A(mm)	%	N	A(mm)	%
II	11	60.6	1			2	48.5	80.0	2	82.5	136.1	4	83.0	136.9				3	58.0	95.7
III	44	57.1	1	27.0	47.3	1	46.0	80.6	11	47.7	83.5	6	56.5	98.9	12	56.7	99.3	13	61.8	108.2
IV	42	53.8	4	19.5	36.2	1	35.0	65.1	8	33.0	61.3	5	38.6	71.7	7	44.4	82.5	17	54.7	101.7
V	35	50.6	7	11.7	23.1	6	19.7	38.9	3	51.7	108.1	1	44.0	87.0	2	42.5	84.0	16	45.7	90.3
VI	19	47.7	2	14.0	29.4	7	19.0	39.8	1	51.0	106.9	2	32.5	68.1	1	38.0	79.7	6	45.0	94.3
<i>Accroissement total mensuel moyen en %</i>			34.0			60.9			99.2			92.5			86.4			98.0		

Touladis du lac Tremblant semblent plus lourds. Cette différence nous semble cependant due uniquement au fait que les spécimens du lac Tremblant ont été capturés à l'automne, au moment où la condition ou l'embonpoint est maximale (Simard et Guibert, 1970). L'hypothèse de la dissimilitude dans le mode de croissance en poids ne nous semble donc pas valable, du moins avec les données dont nous disposons ; nous avons donc calculé l'équation unique qui décrit la croissance en poids des Touladis du lac L'Assomption et du lac Tremblant :

$$\log P = 1.466 + 1.706 \log T \quad (10)$$

Croissance estivale

Le rétrocalcul de la longueur au moment de la formation des annuli sur l'otolithe nous a permis de décrire la croissance au cours de la période estivale. Cette étude porte sur 151 spécimens appartenant aux groupes d'âge II à VI. On calcule, aux différents mois de l'année, l'accroissement en longueur depuis la formation du dernier annulus. L'accroissement moyen mensuel en millimètres et en % de l'augmentation moyenne annuelle est présenté au tableau V. On voit d'abord que l'accroissement moyen mensuel diminue avec l'âge. On s'aperçoit ensuite que la croissance en longueur est très rapide au cours des mois de mai, juin et juillet et qu'elle atteint dans presque tous les cas un maximum en juillet-août. L'accroissement moyen mensuel pour tous les groupes d'âge étudiés est très rapide et constant de mai à juillet ; de juillet à octobre il est sensiblement nul.

Nous avons aussi tenté de préciser davantage le début de la croissance estivale. Ce problème est important : des populations d'une même espèce peuvent avoir une période de croissance estivale différente et ceci parfois dans un même

habitat. En effet, Deason et Hile (1947) ont montré que des populations de corégones (*Coregonus kiyi*) du lac Michigan terminaient leur croissance estivale à des moments différents suivant les endroits du lac. On associe généralement cette variation de la période estivale de croissance à la température de l'eau (Coble, 1966 et 1967), à la latitude (Pageau, MS, 1967) ou à la photopériode (Gross, Roelofs et Fromm, 1965). De plus, la longueur de la période de croissance est en rapport étroit avec le taux de croissance annuelle : Gerking (1966) a établi que les populations qui croissent plus rapidement ont une période de croissance plus longue et celles qui croissent lentement ont une période de croissance plus courte.

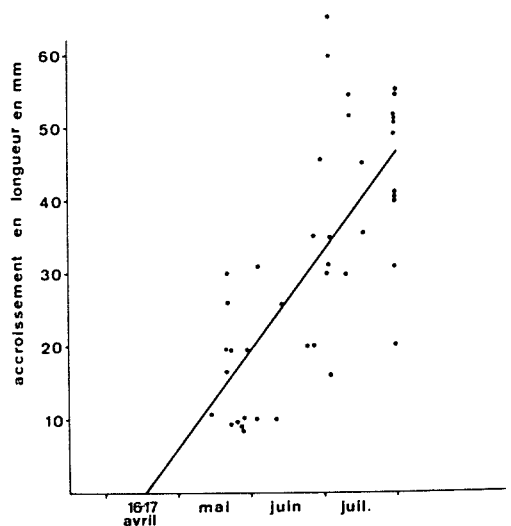


Figure 6. Diagramme de dispersion et droite d'estimation de l'accroissement individuel en longueur (en mm) des Touladis en fonction du temps de l'année.

Pour résoudre ce problème, on a porté (figure 6), en ordonnée, l'accroissement en longueur depuis la formation du dernier annulus pour les 42 spécimens des groupes d'âge III, IV, et V, et, en abscisse, le temps en jours depuis le 31 décembre jusqu'à la date de capture (mai à juillet). L'équation de régression

qui donne les relations entre ces deux variables est de la forme :

$$Y = -48.607 + 0.446 X \quad (11)$$

Le coefficient de corrélation r est égal à 0.728. On doit rejeter l'hypothèse que les deux variables sont indépendantes puisqu'un examen de la table de distribution de r donne une valeur égale à 0.394 pour 42 degrés de liberté à un niveau de probabilité de 0.01. La droite intercepte l'axe des abscisses entre le 16 et le 17 avril. Il s'agit là évidemment d'une valeur approchée ; on peut cependant estimer avec une certaine sécurité que la formation de l'annulus et le début de la croissance estivale se situent, chez les spécimens étudiés, vers la mi-avril.

Afin d'établir si la période de formation de l'annulus varie selon le groupe d'âge auquel les spécimens appartiennent, nous avons calculé séparément, pour les trois groupes d'âge III, IV et V, une équation de régression donnant l'accroissement en longueur (Y) en fonction du temps (X). Les équations obtenues sont de la forme :

$$\text{groupe d'âge III : } Y = -7.325 + 0.196 X \quad (N = 13 ; r = 0.368) \quad (12)$$

$$\text{groupe d'âge IV : } Y = -14.924 + 0.245 X \quad (N = 13 ; r = 0.608) \quad (13)$$

$$\text{groupe d'âge V : } Y = -83.132 + 0.643 X \quad (N = 16 ; r = 0.835) \quad (14)$$

La valeur de l'ordonnée à l'origine permet d'évaluer le temps approximatif du début de la croissance pour ces trois groupes d'individus : la pente de l'équation (12) avec $r = 0.368$ n'est pas significativement différente de zéro, ce qui ne justifie pas un estimé du début de la croissance saisonnière ; la droite de l'équation (13) intercepte l'axe des X le 3 mars et celle de l'équation (14) le 9 mai. Ce ne sont là que des valeurs très imprécises étant donné le faible effectif, mais qui indiquent malgré tout que

l'annulus s'inscrirait de plus en plus tard au fur et à mesure que le poisson vieillit. Une analyse de la covariance entre les droites (13) et (14) nous a d'ailleurs montré que les valeurs de la pente de ces deux droites sont significativement différentes ($P < 0.5$). Ce phénomène a été observé chez d'autres poissons comme le mentionne Gerking (1966) pour le Hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus*), le Marigane (*Pomoxis nigromaculatus*), la Carpe (*Cyprinus carpio*), l'Ombre de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), la Perchaude (*Perca flavescens*) ; cette observation a aussi été faite par Pageau (MS, 1967) chez l'Achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*).

Discussion

Le tableau VI donne la croissance en longueur totale dans différents milieux. Les valeurs de la longueur totale moyenne y ont été placées par ordre décroissant (de gauche à droite) du rythme de croissance en longueur des différents groupes de *Salvelinus namaycush*. On remarque d'abord que la croissance des Touladis présentée par certains auteurs semble

très rapide si on la compare à celle présentée par d'autres auteurs. Même si une variation assez grande de la taille pour un même groupe d'âge est un phénomène assez courant chez les poissons, nous croyons cependant que certains auteurs ont peut-être sous-estimé l'âge des spécimens en n'utilisant que les écailles comme matériel de lecture de l'âge ; ceci est vrai, en particulier, pour les individus de plus de 7 ans dans les premières colonnes du tableau. Ceci nous semble en effet évident si on compare la

TABLEAU VI

Croissance annuelle du Touladi, *Salvelinus namaycush*, dans divers milieux. Les valeurs de longueurs moyennes sont exprimées en millimètres après transformations (éc., lectures de l'âge effectuées à l'aide des écailles ; otol., à l'aide des otolithes ; r.b., à l'aide des rayons branchiostèges).

1. (a) Webster (1960), L. Cayuga, N.-I., t. 2, p. 276, (éc.)
 2. (c) Fry (1952), L. Huron, (cf. 7), (éc.)
 3. (a) Bulkley (1960), L. Fish, Utah, t. 4, p. 349, (r.b.)
 4. (c) Cuerrier (1957), L. Waterton, C.B., (cf. 7), (éc.)
 5. (a) Van Oosten (1950), L. Michigan, (cf. 3), (éc.)
 6. (b) Nilsson (1968), L. Storsjön, Suède, fig. 1, p. 11, (éc.)
 7. (c) Hanson (1967), L. Tahoe, Nevada, t. 8, p. 85, (éc.)
 8. (c) Fry (1949), L. Opeongo, Ont., in Carlarder (1950), (éc.)
 9. (a) Cable (1956), L. Michigan, t. 20, p. 40, (éc.)
 10. (a) Rahrer (1967), L. Supérieur, t. 9, p. 276, (éc.)
 11. (a) Van Oosten (1956), L. Michigan, t. 20, p. 41, (éc.)
 12. (a) Nilsson (1968), L. Ullsvifjärden, Suède, (cf. 6), (éc.)
 13. (a) Rahrer (1965), Isle Royale, L. Sup., (cf. 10), (éc.)
 14. (a) Martin (1966), L. Louisa, Ont., t. 1, p. 416, (éc.)
 15. (a) Simard (présent travail), L. L'Assomption, Qué. (otol.)
 16. (c) Dubois (1967), L. Mistassini, Qué., fig. 2, p. 21, (éc.)
 17. (c) Dubois (1967), L. Mistassini, Qué., (cf. 16), (otol.)
 18. (c) Miller (1948), Grd Lac de l'Ours, T.N.W., (cf. 8), (éc.)

a - longueurs rétrocalculées à l'aide de tous les annuli.

b - longueurs rétrocalculées au dernier annulus.

c - longueurs à la capture.

Âge	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
I	141.38		190.50		124.46		117.83		149.86	99.06	86.36		88.90	112.36	83.60			79.50
II	218.59	276.86	289.56		220.98	220.00	189.02		220.98	177.80	177.80		129.54	169.86	156.80			117.83
III	315.25	350.52	368.30	282.12	302.26	255.00	287.60	325.93	284.48	246.38	256.54		175.26	216.40	221.20	226.65	226.65	156.17
IV	426.41	454.66	429.26	364.26	391.16	390.00	388.91	372.48	347.98	312.42	320.04	300.00	215.90	271.17	281.00	258.99	258.99	205.45
V	526.90	518.16	485.14	410.81	467.36	440.00	449.14	410.83	411.48	378.46	373.38		264.16	334.14	332.70	377.57	345.23	
VI	609.04	581.66	538.48	468.31	535.94	520.00	490.22	460.10	472.44	452.12	434.34		337.82	377.95	378.80	442.25	399.13	
VII	669.28	624.84	619.76	558.67	586.74	575.00	528.55	501.17		513.08	492.76		391.16	405.33	420.00	517.71	442.25	
VIII	711.45		703.58	607.96	622.30		583.31	531.29		579.12	535.94		447.04	438.19	455.70	571.61	463.81	367.00
IX			754.38	780.46	711.20		635.34	561.41		647.70	586.74		502.92	482.00	488.30	614.73	528.49	391.64
X			797.56	900.93			681.88	602.48		713.74	637.54		561.34	542.24	513.80	674.02	539.27	
XI			830.58	909.15			739.38	649.03		779.78			617.22	597.00	555.00	776.43	550.05	454.62
XII			855.98	936.53			791.41	717.48						643.55	587.30	873.45	577.00	454.62
XIII			878.84	969.39			780.46	763.05							607.40		560.83	465.57
XIV			886.46	969.39			835.22	840.70							634.20		560.83	495.69
XV			916.94	1010.46			914.62	846.17							663.80		560.83	536.76
XVI			944.88				922.84	821.53							739.70		577.00	
XVII			914.40				988.55	870.81							789.50		560.83	610.69
XVIII															828.50		630.90	629.86
XIX															858.00		636.29	665.46
XX															882.50		577.00	687.36
XXI															902.00		657.85	717.48
XXII															931.50		652.46	766.77
XXIII															942.00		688.63	764.03
XXIV															948.00		636.29	785.93
XXV															958.00			837.96
XXVI															968.00			846.17
XXVII															977.00			851.65
XXVIII															987.00			
XXIX															997.00			870.81

longueur totale moyenne obtenue à chaque groupe d'âge par les écailles (colonne 16) et celle obtenue par les otolithes (colonne 17) chez les Touladis du lac Mistassini (Dubois, MS, 1967).

On voit aussi, en examinant le tableau VI, que le rythme de croissance diminue avec la latitude des milieux ; la colonne numéro 1, par exemple, décrit la croissance du Touladi du lac Cayuga dans l'État de New York, tandis que la colonne numéro 18 décrit la croissance du Touladi du Grand Lac de l'Ours dans les Territoires du Nord-Ouest. Il semble que l'allure générale de la croissance soit, elle aussi, affectée par la latitude : la taille maximale est atteinte de plus en plus lentement dans les localités situées plus au nord. Ce phénomène s'observe en particulier chez les Touladis introduits en Suède : les colonnes 6 et 12 donnent un aperçu de la croissance de l'espèce dans deux lacs suédois situés, respectivement, au sud et au nord de ce pays.

Les différentes variations de la croissance en longueur chez le Touladi dans différents habitats, que nous venons de décrire, sont en général attribuées directement à la température. Martin (1951, 1966) a décrit un autre facteur qui agit sur la croissance et la longévité du Touladi : la nourriture. Il a montré que des populations planctonophages ont un taux de croissance plus lent, atteignent une taille moins grande et ont une longévité moindre que les populations qui sont piscivores. Un exemple des longueurs moyennes obtenues pour ces deux types de population est donné au tableau VI. La colonne 14 représente la croissance d'une population planctonophage (Martin, 1966 au lac Louisa), tandis que la colonne 8 représente celle d'une population piscivore (Fry, 1949 et Martin, 1966 au lac Opeongo). Les Touladis du lac L'Assomption sont surtout planctonophages avant la maturité sex-

uelle ; les adultes sont, par contre, surtout piscivores. Cette alternance dans l'alimentation se manifeste d'ailleurs aussi au cours des saisons (Simard, MS, 1969).

Nous ne ferons que quelques comparaisons de la croissance en poids dans divers milieux : à 10 ans, les Touladis du lac Supérieur ont un poids de 5 kg (Rahrer, 1967), ceux du lac Opeongo en Ontario, 2 kg (Fry, 1949), ceux du lac L'Assomption, 1,145 kg, ceux du Grand Lac de l'Ours, 0,570 kg (Miller et Kennedy, 1948). La croissance en poids semble donc s'effectuer de plus en plus lentement à mesure que l'on se dirige vers le nord, avec une seule exception : le lac Supérieur qui est sensiblement à la même latitude que le lac L'Assomption.

La croissance estivale a été étudiée par Fry (1952), Lawrie (1962) et Rahrer (1967) chez les Touladis du lac Supérieur et du lac Huron, où la période de croissance est d'environ 6 mois, et par Kennedy (1954) chez des spécimens du Grand Lac des Esclaves où la croissance dure environ 3 mois. Webster *et al.* (1960), Hanson et Cordone (1967) et Bulkley (1960) placent respectivement le départ de la croissance estivale au début d'avril, fin avril et juin. Comme nous, Bulkley (1960) et Webster *et al.* (1960) ont observé un arrêt de la croissance au mois d'août. Par contre, les spécimens du lac Tahoe, au Nevada (Hanson et Cordone, 1967) ont une période de croissance qui débute plus tard et qui ne se termine à 90% que vers le mois de novembre. À la lumière de ces résultats il semble donc que la durée de la période de croissance soit fonction de la latitude : les individus du lac Tahoe au Nevada (Hanson et Cordone, 1967) ont une croissance estivale qui dure environ 7 mois, ceux du lac Supérieur (Rahrer, 1967) 6 mois, ceux du lac L'Assomption

(présent travail) 4 mois et ceux du Grand Lac des Esclaves (Kennedy, 1954) 3 mois. Il semble aussi que tous les groupes d'âge n'ont pas une période de croissance estivale de même longueur : nos observations rejoignent en cela celles de Bulkley (1960), qui démontrent que cette période de croissance est plus longue chez les individus de 2 et 3 ans que chez les individus plus âgés.

Conclusions

La lecture de l'âge sur les écailles de *Salvelinus namaycush* est très difficile chez les individus âgés à cause du faible nombre de circuli qui s'inscrivent alors sur les écailles et à cause de la croissance allométrique de l'écaille. La lecture de l'âge sur les otolithes semble plus sûre chez les spécimens âgés ; d'autre part, la taille de l'otolithe est une fonction linéaire de la taille du poisson, ce qui facilite le rétrocalcul des longueurs des poissons lors de la formation des annuli précédents.

La croissance des Touladis du lac L'Assomption est lente et se poursuit de façon uniforme jusqu'à un âge avancé. D'après Ricker (1958), ce serait là une des caractéristiques de la croissance des poissons marins et d'eau douce qui atteignent un âge avancé et qui habitent les eaux de la région froide et subarctique. La longévité du Touladi semble en effet assez grande ; du fait de leur croissance continue et uniforme, ils atteignent des tailles imposantes ; le plus gros spécimen que nous avons recueilli au lac L'Assomption mesurait un mètre, pesait 12 kg et avait 29 ans.

La croissance en longueur est identique chez les mâles et les femelles immatures, les mâles et les femelles adultes et chez les individus immatures et adultes ; elle est aussi identique dans les lacs L'Assomption et Tremblant.

Plusieurs facteurs du milieu externe peuvent avoir une influence sur la croissance : la température de l'eau, la latitude et la nourriture.

La croissance en poids est très lente au début de la vie et ce n'est qu'à partir de 7 ou 8 ans que l'accroissement en poids devient beaucoup plus rapide, ceci jusqu'à la fin de la vie. Ce changement du taux de croissance en poids indiquerait un changement important dans l'alimentation et il se produirait vers le moment de la maturité sexuelle. La croissance en poids est identique chez les mâles et les femelles immatures et adultes.

Remerciements

Ce travail a pu être fait grâce à l'aide financière du Conseil national des recherches d'Ottawa. Le premier auteur a aussi bénéficié de la bourse Paulhus octroyée par le Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal. Nous tenons à remercier aussi le professeur Louis-Charles Simard (1900-1970) qui nous a apporté aide et soutien tout au long de ces recherches.

Références

- ATKINS, C. G., 1906. Experiments in fasting of fry. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 35 : 123-142.
- BEAMISH, R. J. and H. H. HARVEY, 1969. Age determination in the white sucker. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26 : 633-638.
- BULKLEY, R. V., 1960. Use of branchiostegal rays to determine age of lake trout. *Salvelinus namaycush* (Walbaum). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 89 : 344-350.
- CABLE, L. E., 1956. Validity of age determination from scales, and growth of marked lake Michigan lake trout. *Fish. Bull. U.S. Fish & Wildlife Service*, 57 : 1-59.
- CARLANDER, K. D., 1950. Handbook of freshwater fishery biology. W. C. Brown, Dubuque, Iowa, 281 p.
- CHUGUNOVA, N. I., 1959. Age and growth studies in fish. *Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva*. (Traduit du russe) Israel program for Scientific Translations, Jerusalem 1963), 132 p.

- COBLE, D. W., 1966. Dependence of total annual growth in yellow perch on temperature. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23 : 15-20.
- COBLE, D. W., 1967. Relationship of temperature to total annual growth in adult smallmouth bass. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 24 : 87-89.
- CUERRIER, J. P. and F. H. SCHULTZ, 1957. Studies of lake trout and common whitefish in Waterlon lakes, Waterlon Lakes National Park, Alberta. *Wildl. Mgmt Bull. Canadian Wildlife Service*, 3 : 41 p.
- DEASON, H. J. and R. HILE, 1947. Age and growth of the kiyi, *Leucichthys kiyi* Koelz, in Lake Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 74 : 88-142.
- DUBOIS, A., 1967. Âge et croissance de la touladi (*Salvelinus namaycush*) du lac Mistassini, Québec. Thèse de maîtrise, Université Laval, 66 p. (dactylographié).
- DUBOIS, A. et R. LAGUEUX, 1968. Étude comparée de l'âge scalaire et de l'âge otolithique de la touladi (*Salvelinus namaycush*), lac Mistassini, Québec. *Naturaliste can.*, 95 : 907-928.
- DUSSART, B., 1966. Limnologie. Gauthier-Villars, Paris, 677 p.
- FRY, F.E.J., 1949. Statistics of a lake trout fishery. *Biometrics*, 5 : 27-67.
- FRY, F.E.J., 1952. The 1944 year class of lake trout in South Bay, Lake Huron. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 82 : 178-192.
- GERKING, S. D., 1966. Annual growth cycle, growth potential, and growth compensation in the bluegill sunfish in Northern Indiana lakes. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23 : 1923-1956.
- GROSS, W.L., E.W. ROELOFS and P.O. FROMM, 1965. Influence of photoperiod on growth of green sunfish, *Lepomis cyanellus*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 22 : 1379-1386.
- HANSON, J.A. and A. J. GORDONE, 1967. Age and growth of lake trout, *Salvelinus namaycush* (Walbaum), in lake Tahoe. *Calif. Fish Game*, 53 : 68-87.
- KENNEDY, W.A., 1954. Growth, maturity and mortality in the relatively unexploited lake trout, *Cristivomer namaycush*, of Great Slave Lake. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 11 : 827-852.
- LAWRIE, A. H., 1962. Intraseasonal growth in lake Superior lake trout. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 20 : 491-496.
- LEDUC, G. and S.S. ALI, 1965. An apparatus for the enumeration of young *Daphnia magna* during reproduction studies under laboratory conditions. *Naturaliste can.*, 92 : 59-68.
- MARTIN, N.V., 1951. A study of the lake trout, *Salvelinus namaycush*, in two Algonquin Park, Ontario, lakes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 81 : 111-137.
- MARTIN, N.V., 1966. The signification of food habits in the biology, exploitation, and management of Algonquin Park, Ontario, lake trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 95 : 415-422.
- MENON, M. D., 1950. Bionomics of the poorcod (*Gadus minutus* L.) in the Plymouth area. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 29 : 185-239.
- MILLER, R. and W.A. KENNEDY, 1948. Observations on the lake trout of Great Bear Lake. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 7 : 176-188.
- NILSSON, N. A. and G. SVARDSON, 1968. Some results of the introduction of lake trout (*Salvelinus namaycush* Walbaum) into Swedish lakes. *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm*, No. 48, p. 5-16.
- NORDENG, H., 1961. On the biology of the char (*Salmo alpinus* L.) in Sollangen, North Norway. *Nytt Mag. Zool.*, 10 : 67-123.
- OVCHYNNYK, M.M., 1965. On age determination with scales and bones of the white sucker, *Catostomus commersoni* (Lacépède). *Zool. Anz.*, 175 : 4-6.
- PAGEAU, G., 1967. Comportement, alimentation et croissance de l'Achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu* Lacépède) dans la plaine de Montréal et dans les Laurentides. Thèse de doctorat, Faculté des sciences, Université de Montréal, 202 p. (Dactylographié).
- RAHRER, H.F., 1965. Age, growth, maturity and fecundity of « humper » lake trout, Isle Royale, lake Superior. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 94 : 75-83.
- RAHRER, J.F., 1967. Growth of lake trout in lake Superior before the maximum abundance of sea lamprey. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 96 : 268-277.
- RICKER, W. E., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 119 : 300 p.
- ROLLEFSON, G., 1933. The otoliths of the cod. *Fisk. Dir. Skr. Havunderskelser*, 4 : 1-18.

- ROYCE, W. F., 1943. The reproduction and studies of the life history of the lake trout, *Cristivomer namaycush namaycush* (Walbaum). Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca, New-York.
- SHOONER, G., 1967. Précocité sexuelle et fréquence relative des sexes des jeunes saumons (*Salmo salar* L.) de la rivière Nabisipi, Québec. Mémoire de maîtrise, Faculté des sciences, Université de Montréal, 88 p. (Dactylographié).
- SIMARD, A., 1969. Contribution à l'étude de la biologie du Touladi, *Salvelinus namaycush* Walbaum, du lac L'Assomption et du lac Tremblant, Québec. Thèse de doctorat, Université de Montréal, 108 p. (Dactylographié).
- SIMARD, A. et F. GUIBERT, 1970. Âge de la maturité sexuelle, rapport des sexes, rapport gonosomatique et relations longueur-poids chez le Touladi, *Salvelinus namaycush* Walbaum (Manuscrit).
- TESCH, F. W., 1968. Age and growth. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific Publications, Oxford, I.B.P. Handbk., 3 : 93-123.
- VAN OOSTEN, J., 1950. Progress report on the study of Great Lakes trout. *Fisherman*, Vancouver, 18 (5) : 5, 8-10 ; 18 (6) : 5, 8.
- VAN OOSTEN, J. and P. H. ESCHMEYER, 1956. Biology of young lake trout (*Salvelinus namaycush*) in lake Michigan. *Fish. Bull. U. S.*, 42 : 1-88.
- WEBSTER, D. A., W. A. LUND, R. W. WAHL and W. D. YOUNG, 1960. Observed and calculated lengths of lake trout (*Salvelinus namaycush*) in Cayuga lake, N.Y. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 83 : 274-279.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA RÉGÉNÉRATION DE LA GONADE LARVAIRE CHEZ LE CRAPAUD ACCOUCHEUR, *ALYTES* *OBSTETRICANS* LAUR. (AMPHIBIEN ANOURE)

R. CAMBAR, J.-D. GIPOULOUX, Cl. MEUNIER

Laboratoire de biologie animale A, Université de Bordeaux I, Bordeaux, France

Résumé

La régénération partielle de la glande génitale et des éléments germinaux peut être obtenue chez la larve d'*Alytes obstetricans* selon deux modalités : (1) chez les têtards jeunes, en cours de différenciation sexuelle, la tendance régénérative est caractérisée par une prolongation de la période de multiplication des gonies. Ce processus a pour conséquence la reconstitution partielle du stock des éléments germinaux et l'augmentation volumétrique de la gonade ; (2) chez les têtards âgés, déjà strictement orientés dans le sens mâle ou femelle, la « régénération » se limite à une reprise d'activité méiotique des gonies quiescentes. On observe alors seulement l'augmentation volumétrique de la gonade sans accroissement du nombre des cellules germinales.

Ces résultats sont discutés du double point de vue de la régulation numérique des cellules germinales et de l'inhibition réciproque exercée par la gonade sur l'organe symétrique.

Abstract

The partial regeneration of the genital gland and the germinal cells can be obtained in larva of *Alytes obstetricans* in two ways : (1) in young tadpoles, in the course of the sexual differentiation, the regenerative tendency is characterized by a prolongation of the time of the multiplication of the gonidia. This process involves the partial reconstitution of the stock of the germinal cells and the increase of the volume of the gonad. (2) In old tadpoles, already strictly orientated in the male or female direction, « regeneration » is limited to a restarting of meiotic activity of the quiescent gonidia. One observes, only then, the increase of the volume of the gonad without increase of the number of the germinal cells.

The results are discussed according to the double point of view of the regulation of the number of the germinal cells and of the inhibition exercised by the gonad on the symmetrical organ.

Introduction ¹

Chez les Vertébrés, les recherches expérimentales sur la régénération des organes internes concernent le foie, les reins, la gonade (Liozner, 1969).

En ce qui concerne les Amphibiens, les principaux résultats ont été obtenus chez l'adulte dont les reins (Farutina, 1969) et le pancréas (Liozner, Babaeva, Sidorova, 1969) se montrent capables d'une régénération étendue. Celle-ci est possible

¹ Remarque terminologique préliminaire — Les tendances régénératives dans la gonade peuvent être groupées en trois catégories : la simple cicatrisation caractérisée par la fermeture de la plaie expérimentalement pratiquée ; l'accroissement de volume des tissus somatiques de la gonade (épithélium coelomique de la crête génitale ; cellules folliculaires, cellules d'origine médullaire) ; l'augmentation du nombre et du volume des cellules germinales dans le reliquat gonadique. Les deux dernières catégories de phénomènes ont pour conséquence une augmentation modérée du volume de la glande génitale. Il ne s'agit donc ni d'une régénération véritable puisque la masse organique expérimentalement soustraite n'est pas reconstituée dans sa totalité, ni d'une régulation totale puisque la structure du fragment gonadique reste toujours incomplète et le nombre de cellules germinales toujours réduit. Toutefois, en l'absence d'un terme approprié, nous parlerons de régénération partielle de la gonade et de régulation partielle du nombre des éléments germinaux sur lesquels ont porté principalement nos recherches.

dans l'ovaire du Triton adulte, mais seulement dans des conditions particulières : il est nécessaire que l'animal subisse, outre l'ablation partielle de l'ovaire destiné à régénérer, l'ablation totale de l'ovaire symétrique (Artemeva, 1950). Ce résultat suggère que l'ovaire intact pourrait exercer une inhibition sur la régénération de l'ovaire symétrique, expérimentalement privé d'une partie de sa masse.

Les larves d'Amphibiens ont été peu étudiées à cet égard, bien qu'elles constituent certainement un matériel de choix pour l'étude des phénomènes qui régissent la manifestation du pouvoir de régénération. En effet, les tendances à la régénération y sont plus marquées que chez les adultes, par suite de la proximité chronologique des stades embryonnaires pendant lesquels les ébauches se sont édifiées et différenciées.

Chez les têtards d'Anoures des résultats ont été obtenus sur la régénération du pancréas (Liozner et coll., 1969), des reins (Farutina, 1969) et des gonades (Tibauts, 1963).

Aux phénomènes de régénération que nous nous proposons d'étudier peuvent être associés les processus d'hypertrophie compensatrice, survenant après ablation d'un organe pair, au sein de l'organe symétrique conservé. Les études ont été menées principalement sur l'appareil excréteur pronéphrétique, pour des raisons de commodités techniques (Cambar, 1955; Fox, 1956; Chopra et Simnett, 1969). Les résultats les plus récents ne permettent toujours pas de savoir si l'augmentation du volume et du nombre de cellules de l'organe pair subsistant est liée au nécessaire accroissement de l'activité fonctionnelle de l'organe ou à la suppression d'une inhibition du développement de l'organe considéré, exercée normalement par l'organe symétri-

que. Nous retrouvons ici l'hypothèse suggérée par les résultats d'Artemeva chez le Triton adulte (cf. *supra*).

Nous avons éprouvé cette hypothèse par des expériences variées consistant en ablations totales ou partielles, symétriques ou asymétriques, de la gonade larvaire d'un Amphibien Anoure. Nous avons choisi le Crapaud accoucheur *Alytes obstetricans*, car cet Anoure possède la particularité de pouvoir soit se métamorphoser dans l'année (pour les pontes précoces), soit (pour les pontes tardives) passer l'hiver à l'état larvaire ; dans ce cas la larve subit une croissance prolongée. Les gonades se développent activement pendant l'hiver, de sorte qu'au printemps suivant l'année de la ponte, les ovaires contiennent des ovocytes primaires très volumineux et les testicules, des spermatozoïdes typiques. Ainsi, il est possible, dans des conditions expérimentales identiques, d'effectuer des ablations variées sur des gonades à différents stades du développement.

Matériel et techniques

Nous utilisons des larves d'*Alytes obstetricans* Laur. au stade IV₄ (Cambar et Martin, 1959), stade auquel le développement des têtards s'arrête pendant l'hiver. Après 48 heures de jeûne destiné à diminuer le volume de la masse intestinale, les têtards sont anesthésiés pendant trois minutes dans une solution aqueuse de MS 222² à 2 p. 1000. On pratique ensuite une incision latérale située à 1 cm environ de la base de la queue (figure 1, a). On accède à la région gonadique en repoussant au moyen de deux écarteurs de verre, la masse intestinale en direction ventrale et le poumon en direction dorsale (figure 1, b).

² Méthane-sulfonate de l'éther éthylique de l'acide méta-amino-benzoïque.

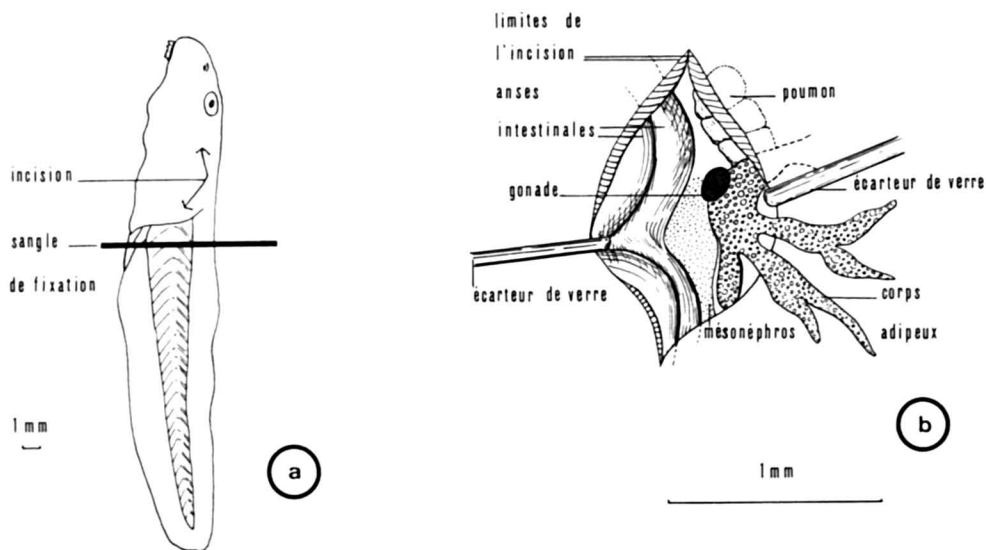


Figure 1. Schéma de la technique chirurgicale permettant d'accéder à la gonade.

Les corps adipeux, généralement volumineux, signalent l'emplacement de la gonade. Celle-ci est alors extirpée totalement ou partiellement. On retire enfin les écarteurs ; les bords de la plaie se rapprochent l'un de l'autre. La cicatrisation est achevée 5 jours après l'opération.

Les animaux témoins subissent l'incision des tissus superficiels, et la mise à nu des gonades, mais celles-ci sont laissées intactes. La cicatrisation a lieu dans les mêmes conditions que chez les animaux d'expérience.

Les fixations histologiques sont échelonnées entre 8 jours et 2 mois après l'opération.

DIFFÉRENTS TYPES D'OPÉRATIONS EFFECTUÉS

Afin d'étudier d'une façon précise les rapports existant entre la régénération éventuelle d'un fragment gonadique et la masse de tissu génital subsistant en situation symétrique, nous avons été ame-

nés à pratiquer des ablations de glande génitale de plusieurs types.

Ablations unilatérales : (1) ablations unilatérales totales, consistant en l'extirpation de la totalité de l'ovaire ou du testicule (côté gauche) (30 animaux opérés) ; (2) ablations unilatérales partielles ; la quantité enlevée varie de un à deux tiers de la gonade gauche (27 animaux opérés).

Ablations bilatérales : (1) ablations bilatérales partielles symétriques ; la moitié postérieure de chacune des gonades est enlevée (32 animaux opérés) ; (2) ablations bilatérales partielles asymétriques (29 animaux opérés).

Dans la plupart des cas, les fragments de gonade laissés en place sont de masse inégale à droite et à gauche (22 sur 29 animaux opérés).

Dans quelques cas, l'ablation est totale unilatéralement tandis que subsiste, de l'autre côté, un fragment gonadique correspondant à $\frac{1}{3}$ environ de la masse de l'organe (7 sur 29 animaux opérés).

La figure 2 schématise les différents types d'opération pratiqués.

Résultats

ABLATIONS UNILATÉRALES DE LA GLANDE GÉNITALE

Ablation unilatérale totale

Ce type d'opération visait deux buts principaux : d'une part confirmer qu'en

l'absence totale de gonade, de nouveaux éléments germinaux ne pouvaient se différencier à partir des tissus somatiques ; d'autre part examiner si, en l'absence de la gonade symétrique, l'unique glande génitale montrait des signes d'hypertrophie compensatrice.

Les résultats sont particulièrement clairs et négatifs dans les deux domaines. Du côté opéré, l'ablation de la gonade

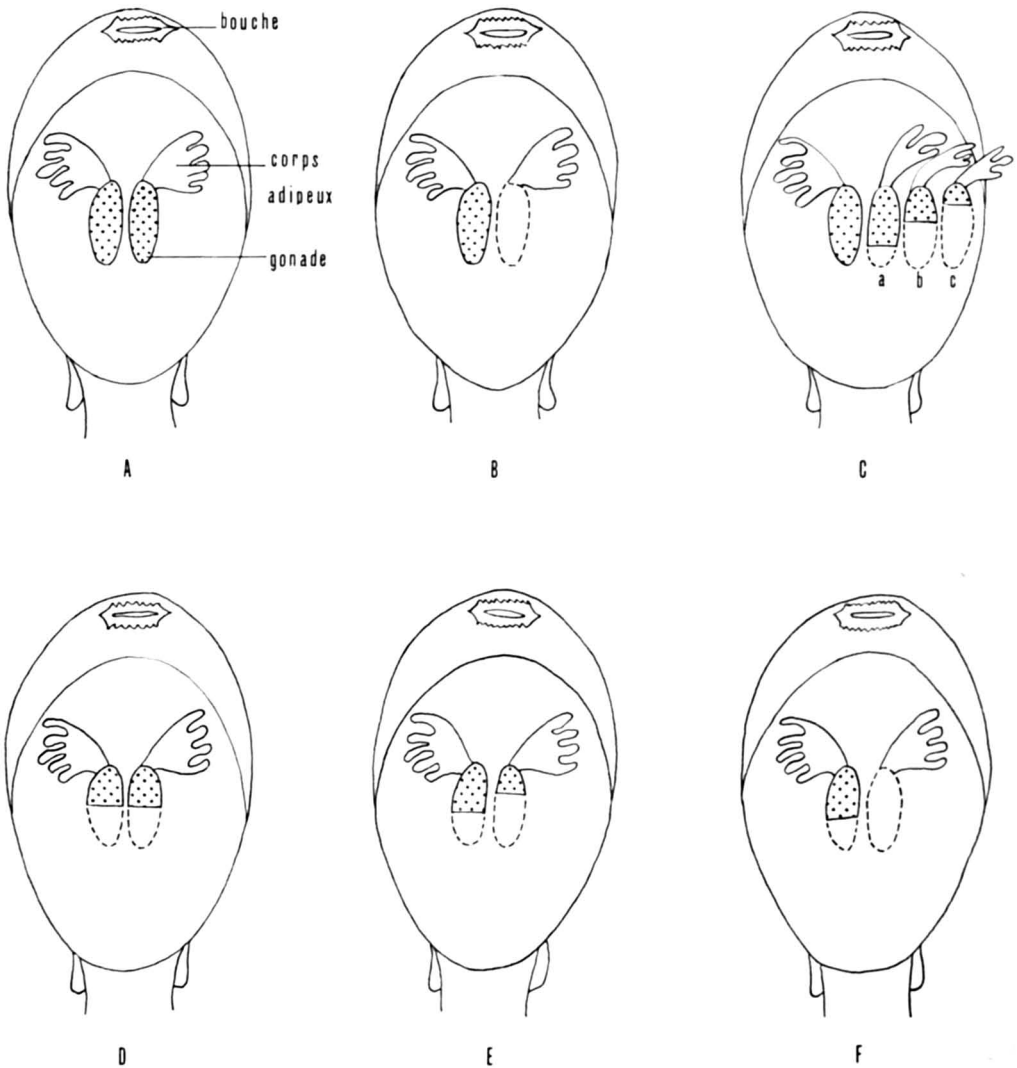


Figure 2. Schémas des différents types d'ablations effectuées : (A) : témoin. (B) : ablation unilatérale totale. (C) : 3 types d'ablation unilatérale partielle. (D) : ablation bilatérale partielle symétrique. (E) : ablation bilatérale partielle asymétrique. (F) : ablation bilatérale partielle à droite, totale à gauche.

entraîne l'absence définitive de cet organe, qui n'est jamais reconstitué à partir des tissus avoisinants. Du côté non opéré, l'unique glande génitale conserve un volume et une structure histologique en tous points identiques à ceux des gonades des animaux témoins non opérés. Il apparaît ainsi que l'ablation d'une gonade n'entraîne pas d'hypertrophie compensatrice dans l'organe symétrique restant seul après l'opération.

Ablation unilatérale partielle

Ce type d'expérience doit nous renseigner sur les capacités de régénération d'un fragment gonadique situé dans une larve pourvue de la gonade symétrique entière.

La structure et le volume de la gonade intacte restent identiques à ceux des gonades des animaux témoins. Du côté opéré, le fragment gonadique, qu'il s'agisse d'ovaire ou de testicule, ne subit aucune augmentation de volume, même deux mois après l'opération. La gonade parvient seulement à cicatrifier sa blessure, puis à reprendre une forme d'équilibre plus ou moins sphérique. L'examen histologique permet d'affirmer qu'aucune modification n'intervient dans la structure de la gonade : on y rencontre, comme chez les témoins, de gros ovocytes et des ovogonies quiescentes dans l'ovaire, et des tubes séminifères avec les diverses phases de la spermatogenèse dans le testicule.

Ainsi, aucune reprise de l'activité mitotique ne peut être décelée dans le fragment gonadique aussi bien dans les tissus somatiques que germinaux. On observe seulement la cicatrisation de la région blessée, sans aucun phénomène réel de régénération.

ABLATIONS BILATÉRALES DE LA GLANDE GÉNITALE

Ablations symétriques

Les fragments gonadiques restant ne changent pas d'aspect. Ils présentent, lors de la fixation, les mêmes rapports quantitatifs qu'au moment de l'opération. Leur structure histologique reste inchangée ; on note seulement la cicatrisation de la plaie.

Ablations asymétriques

L'évolution des fragments gonadiques les plus petits présente tous les caractères décrits ci-dessus. On peut donc conclure que ces fragments ne sont l'objet d'aucun processus de régénération.

Au contraire, les fragments gonadiques controlatéraux plus volumineux, et, *a fortiori*, ceux subsistant seuls alors que la gonade symétrique a été extirpée en totalité, présentent des caractères nets d'activité régénérative. En fait, ces caractères sont différents chez les têtards hivernants et non-hivernants.

Chez les têtards hivernants fixés 8 jours après l'opération, on observe déjà un très grand nombre d'ovocytes dont le noyau est entré en phase méiotique (stades précoces de la méiose : pachytène et diplotène). Ces ovocytes, groupés en nids localisés à la périphérie de l'ovaire (figure 3, a), proviennent sans nul doute d'ovogonies qui, sans l'opération, seraient restées quiescentes dans le cortex. Si les animaux sont fixés plus tard (15, 30, 60 jours après l'opération) on observe des stades nucléaires méiotiques de plus en plus tardifs. Ainsi, deux mois environ après l'opération, le cortex est constitué de très volumineux auxocytes (dont la vitellogenèse a précédé l'opération), d'un grand nombre de petits auxocytes en début de vitellogenèse (résultant de la reprise de l'activité méiotique dans un certain nombre d'ovogonies

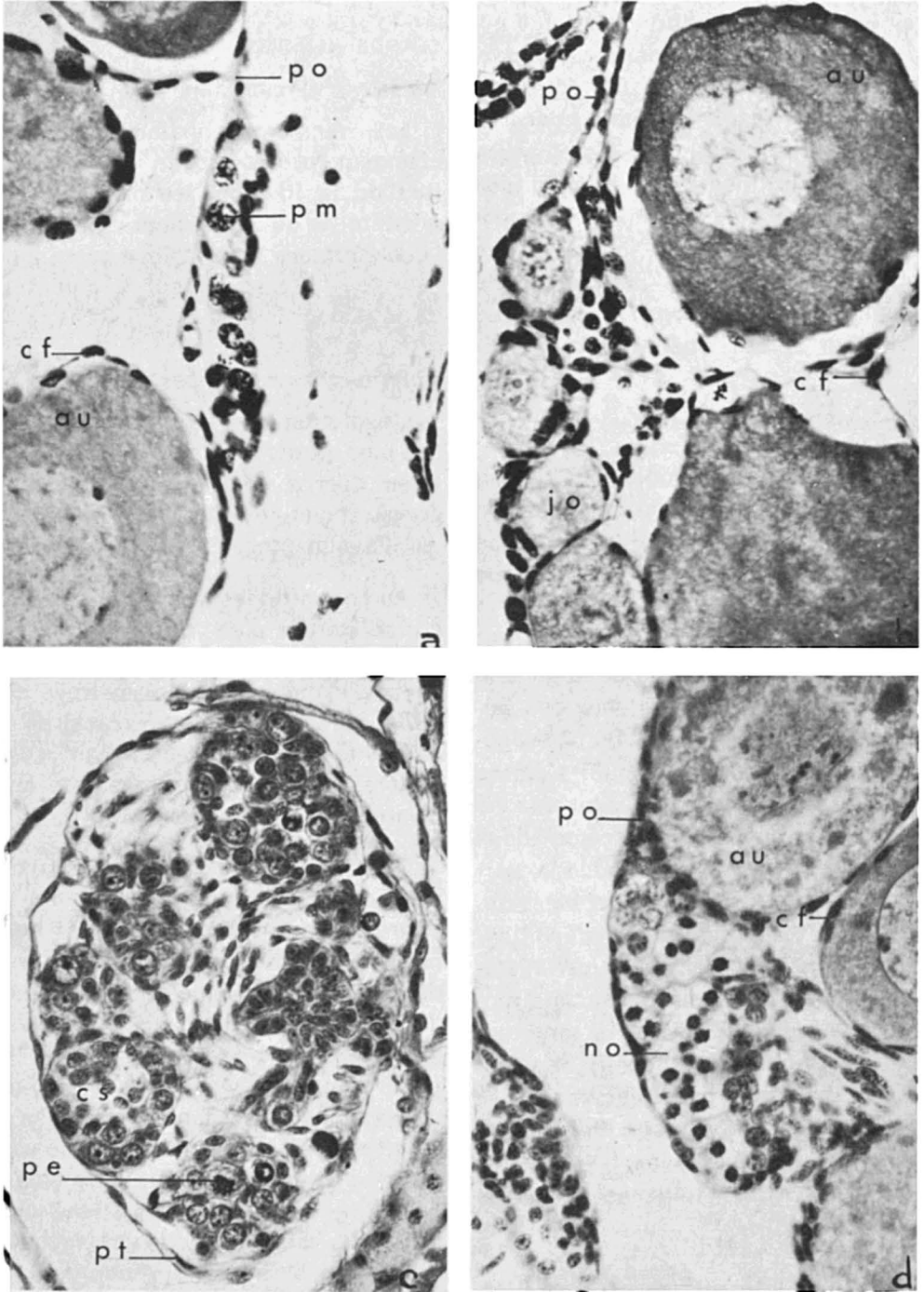


Figure 3. (a) ovaire de têtard hibernant en cours de régénération ; résultat 8 jours après l'opération. Coupe transversale ($\times 312$). Remarquer les figures de prophase méiotique. (b) : ovaire de têtard hibernant en cours de régénération ; résultat 2 mois après l'opération. Coupe transversale ($\times 312$). Jeunes ovocytes en début de vitellogenèse. (c) : testicule de jeune têtard se métamorphosant dans l'année, en cours de régénération. Résultat 8 jours après l'opération. Métaphase mitotique dans les spermatogonies ($\times 312$). (d) : ovaire de jeune têtard se métamorphosant dans l'année, en cours de régénération. Résultat 1 mois après l'opération. Ovocytes en prophase méiotique, encore assemblés en groupes isogéniques ($\times 312$).

Légendes : au. : auxocytes ; — c.f. : cellules folliculaires ; c.s. : cordons séminifères ; — j.o. : jeunes ovocytes ; n.o. : nids de jeunes ovocytes en prophase méiotique, associés en groupes isogéniques ; — p.e. : plaque équatoriale mitotique dans une spermatogonie ; — p.m. : stades de prophase méiotique dans de jeunes ovocytes ; — p.o. : paroi ovarienne ; — p.t. : paroi testiculaire.

(figure 3, b) et d'ovogonies quiescentes restées à l'écart de la reprise de l'activité méiotique. L'apparition d'une génération supplémentaire d'auxocytes dans le fragment ovarien le plus important a pour conséquence une forte augmentation de son volume alors que le fragment dont la taille est la plus faible reste (cf. *supra*) dans un état quiescent.

Bien qu'elle provoque une augmentation modérée du volume de l'ovaire amputé, la reprise de l'activité méiotique ne peut être, à notre avis, assimilée à une régénération véritable. Il s'agit seulement du développement anticipé d'une partie de la lignée ovogoniale et de son évolution prématurée en auxocytes. Ce phénomène se produit au cours de la vie de l'adulte après les périodes de ponte pour reconstituer le stock d'ovules de la ponte suivante.

Un phénomène de régénération au sens strict devrait être caractérisé par une phase d'activité mitotique tendant à reconstituer tout ou partie des tissus extirpés. Il peut être observé dans la série expérimentale suivante.

Chez les têtards non hivernants qui atteignent au printemps le stade IV₃ du développement morphologique et qui se métamorphoseront dans le courant de l'été, la gonade est en cours de différenciation sexuelle. Le cortex ovarien est constitué d'ovogonies et d'ovocytes aux différents stades de la prophase méiotique. Dans le testicule s'ébauchent les cordons testiculaires formés de cellules somatiques et de spermatogonies.

À ce stade, l'ablation partielle asymétrique des gonades a pour résultat la prolongation anormale de la phase mitotique des éléments germinaux et ceci dans les deux fragments gonadiques des animaux opérés.

Chez les mâles, 15 jours après l'opération, on observe encore des figures de mitoses ; la phase de multiplication des spermatogonies est donc prolongée (figure 3. c). Chez les témoins, cette phase est terminée depuis longtemps, et les figures méiotiques déjà observées.

Au même stade, chez les femelles (15 jours après l'opération) dans chacun des fragments ovariens, plusieurs figures de mitoses ovogoniales ont pour effet l'apparition de groupes isogéniques primaires. Chez les témoins, les mitoses ne sont plus observées depuis 10 jours dans les ovaires. Plus tardivement, la gonade des opérés contient, à côté d'auxocytes provenant d'ovocytes déjà développés au moment de l'opération, de nombreux ovocytes en début de prophase méiotique, à la périphérie de la gonade (figure 3, d) tandis que, chez les témoins, les ovocytes ayant tous terminé leur prophase méiotique se sont transformés en volumineux auxocytes en cours de vitellogénèse.

Conclusions et discussion des résultats

Les expériences d'ablations unilatérales ou bilatérales symétriques de la glande génitale démontrent que, dans ces conditions, la « régénération » des tissus gonadiques se borne à la cicatrisation des plaies.

Les résultats obtenus à la suite des expériences d'ablation bilatérale asymétrique de gonades démontrent que la régénération partielle de la glande génitale peut être obtenue chez la larve d'*Alytes obstetricans* selon deux modalités :

1) chez les têtards jeunes, en cours de différenciation sexuelle, la régénération est marquée, dans les deux fragments gonadiques conservés, quelle que soit leur taille respective, par une prolongation de la période de multiplication active des gonies. Ce phénomène a pour

conséquence la reconstitution partielle du stock des éléments germinaux.

2) chez les têtards âgés, déjà franchement orientés dans le sens mâle ou femelle, la régénération se limite à une reprise d'activité méiotique des gonies quiescentes. Ce phénomène tend seulement à fournir dans la gonade un apport d'éléments germinaux mûrs, sans augmentation du stock résiduel post opératoire. D'autre part, ce phénomène n'intervient que dans le cas des ablations partielles asymétriques, et seulement au sein du fragment gonadique dont la masse est supérieure à celle de son symétrique.

Deux notions importantes peuvent être tirées de ces résultats pour être soumises à discussion : la tendance à la régulation numérique des éléments germinaux présents dans la gonade jeune ; — l'existence de processus d'interaction (ou de compétition) entre les deux gonades du même animal, si elles sont soumises à régénération.

Nous avons montré que chez la jeune larve opérée les gonies, si elles sont en faible nombre, peuvent se multiplier activement de façon à rétablir leur nombre normal. Des résultats analogues ont été obtenus par des méthodes différentes : Bounoure, Aubry et Huck (1954) après irradiation du pôle végétatif de l'oeuf de Grenouille rousse provoquent une diminution du nombre des cellules germinales chez l'embryon ; mais, au cours de la vie larvaire, cette diminution est suivie d'un accroissement compensateur du nombre des cellules germinales. À la métamorphose, les larves traitées possèdent le même nombre de cellules germinales que les larves témoins. L'un de nous (Gipouloux 1970, 1972) a mis en évidence une régulation de même type, mais en sens inverse. Des embryons de Discoglosse, expérimentalement pourvus

d'un excès de cellules germinales, possèdent le même nombre de ces cellules que les témoins, au moment de la métamorphose.

Des phénomènes de même nature ont pu être mis en évidence chez d'autres Vertébrés.

Il apparaît ainsi une notion qui doit posséder une valeur très générale, à savoir que la gonade jeune contient un nombre défini de cellules germinales. Tout écart initial, par excès ou par défaut, est compensé au moyen de mitoses goniales respectivement moins ou plus nombreuses, afin que le nombre typique de cellules germinales soit atteint ou tout au moins approché au cours des stades plus âgés.

Les facteurs de cette régulation sont encore inconnus. À titre d'hypothèse, on peut avancer le rôle éventuel de la réplétion de l'enveloppe somatique de la gonade, ou le rôle, plus vraisemblable, d'un excès ou d'un défaut de l'apport médullaire, dont on sait qu'il est un puissant stimulant des mitoses goniales.

Quoi qu'il en soit, la régulation numérique des éléments germinaux n'est possible que chez la jeune larve. Chez la larve âgée, dans laquelle le processus de différenciation des cellules sexuelles est largement engagé, la « régénération » de la gonade s'exerce d'une façon beaucoup plus atténuée, seulement par le déclenchement d'une activité méiotique chez des gonies quiescentes.

Mais le fait important est que ce processus ne se déroule que dans des conditions particulières, seulement lorsque la gonade symétrique est extirpée en totalité, ou réduite à un volume très restreint. Les résultats obtenus sont très probants à cet égard. Ils apportent donc des arguments permettant de renforcer l'hypothèse selon laquelle deux organes

pairs exercent l'un sur l'autre une action inhibitrice réciproque.

Si l'on s'en tient à cette hypothèse, quels peuvent être les facteurs de cette inhibition ?

Le rapprochement de deux faits suggère une interprétation plausible : chez la larve jeune, dont les gonades ne possèdent pas encore une activité hormonale à un taux élevé, ce processus d'inhibition n'est pas rencontré (cf. *supra*) ; dans la gonade adulte, la reprise normale du processus méiotique n'est possible qu'après la période sexuelle de ponte, c'est-à-dire lorsque l'activité hormonale des gonades est réduite.

On peut supposer que cette inhibition (expérimentalement levée par certaines de nos expériences) est liée à l'existence de gonades qui possèdent déjà la capacité de sécréter une quantité élevée d'hormone. Si cette quantité est expérimentalement plus faible (schématiquement par la castration unilatérale), l'activité méiotique régénératrice peut s'exercer sur la gonade symétrique, lorsque celle-ci est lésée. Dès lors, se déroulent les phénomènes de régulation numérique des éléments germinaux que nous avons observé. Des expériences sont en cours pour essayer de vérifier cette hypothèse.

Références

- ARTEMEVA, N. S., 1950. Régénération de l'ovaire chez le Triton à crête (en russe). *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 75 (1) : 217-219.
- BOUNOURE, L., R. AUBRY et M. L. HUCK, 1954. Nouvelles recherches expérimentales sur les origines de la lignée reproductrice chez la Grenouille rousse. *J. Embryol. exp. Morph.*, 2 : 245-263.
- CAMBAR, R., 1955. Étude de la capacité fonctionnelle maximum du pronéphros, au moyen de parabioses embryonnaires. *C. r. Acad. Sci.*, 241 : 1627-1629.
- CAMBAR, R. et S. MARTIN, 1959. Table chronologique du développement embryonnaire et larvaire du Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans* (Laur.)). *Act. Soc. linn. Bordeaux*, 98 : 1-19.
- CHOPRA, D. P. et J. D. SIMNETT, 1969. Changes in mitotic rate during compensatory renal growth in *Xenopus laevis* tadpoles after unilateral pronephrectomy. *J. Embryol. exp. Morph.*, 21 (3) : 539-548.
- FARUTINA, L. M., 1969. Régénération des reins chez les Tritons et les Lézards (en russe). *Trudy mosk. Obshch. ispyt. Prir.*, 33 : 140-146.
- FOX, H., 1956. Compensation in the remaining pronephros of *Triturus* after unilateral pronephrectomy. *J. Embryol. exp. Morph.*, 4 : 139-151.
- GIPOULOUX, J. D., 1970. Recherches expérimentales sur l'origine, la migration des cellules germinales et l'édification des crêtes génitales chez les Amphibiens Anoures. *Bull. biol. Fr. Belg.*, 104 (1) : 21-93.
- GIPOULOUX, J. D., 1972. Régulation du nombre des cellules germinales après un excès initial de celles-ci dans la gonade larvaire des Amphibiens Anoures. *C. r. Acad. Sci.*, 274 : 2229-2231.
- LIOZNER, L. D., 1969. Principales conclusions sur l'étude de la régénération dans les organes internes des Vertébrés (en russe). *Trudy mosk. Obshch. ispyt. Prir.*, 33 : 7-30.
- LIOZNER, L. D., A. G. BABAEVA et V. F. SIDOROVA, 1969a. Sur la régénération du pancréas chez les têtards (en russe). *Trudy mosk. Obshch. ispyt. Prir.*, 33 : 125-135.
- LIOZNER, L. D., A. G. BABAEVA et V. F. SIDOROVA, 1969b. Aptitude à la régénération du pancréas chez les Crapauds (en russe). *Trudy mosk. Obshch. ispyt. Prir.*, 33 : 136-139.
- TIBAULTS, M., 1963. Recherches descriptives et expérimentales sur le développement de l'appareil urogénital chez le Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans* Laur.). Thèse de doctorat, Biologie animale, Université de Bordeaux, 118 p.

FAT CONTENT AND FLIGHT-RANGE CAPABILITIES OF SOME ADULT SPRING AND FALL MIGRANT NORTH AMERICAN SHOREBIRDS IN RELATION TO MIGRATION ROUTES ON THE ATLANTIC COAST

Raymond McNEIL¹ and Françoise CADIEUX²

Département des sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal 101, Québec

Résumé

Les routes de migration de huit espèces d'oiseaux de rivage sont discutées en fonction du conditionnement physiologique prémigratoire. Chez la plupart des espèces d'oiseaux de rivage nord-américains, la route de migration automnale diffère du parcours printanier. Leurs déplacements printaniers et automnaux ont tendance à suivre un parcours elliptique dans le sens des aiguilles d'une montre, résultat d'une adaptation à la direction prédominante des vents. Plusieurs références bibliographiques indiquent qu'à l'automne, le parcours migratoire de nombreuses espèces d'oiseaux de rivage nord-américains dévie en direction sud-est.

Lorsqu'ils partent des Îles-de-la-Madeleine vers le sud en migration automnale, les Bécasseaux à croupion blanc, les Bécasseaux minuscules, les Bécasseaux roux et les Bécasseaux semi-palmés ont une capacité de vol supérieure à celle qu'ils ont à leur départ du Nord-Est du Vénézuéla vers le nord au printemps. La plupart des individus de ces espèces, quelques Petits Chevaliers à pattes jaunes, les Bécasseaux à poitrine rousse et les Barges hudsoniennes ont une capacité de vol leur permettant de voler par la route océanique antérieurement décrite pour le Pluvier doré d'Amérique, c'est-à-dire qu'ils peuvent partir à l'automne des côtes de la Nouvelle-Écosse et des états de la Nouvelle-Angleterre et atteindre les Petites Antilles et le Nord de l'Amérique du Sud par un vol sans escale. Le Grand Chevalier à pattes jaunes est la seule espèce à montrer un conditionnement physiologique prémigratoire qui est à peu près identique à l'automne et au printemps.

Abstract

The migration routes of eight shorebird species are discussed in relation to pre-migratory flight-energy reserves. For most species of North American shorebirds, the fall migration route differs from that used in spring. Elliptical, clockwise pathways seem to have evolved for southbound and northbound migratory journeys as an adaptation to the prevailing westerly and easterly winds. Many literature references suggest that fall migration routes of several North American shorebird species deviate in a southeasterly direction.

The White-rumped Sandpiper, Least Sandpiper, Short-billed Dowitcher, and the Semipalmated Sandpiper have higher flight-energy reserves for fall migration south from the Magdalen Islands than for spring migration north from northeastern Venezuela. Most individuals of these species, as well as some Lesser Yellow-

¹ Present address: Centre de recherches écologiques de Montréal, 4101 est, rue Sherbrooke, Montréal 406, Québec.

² Present address: Collège Bois-de-Boulogne, 10555 avenue Bois-de-Boulogne, Montréal 355, Québec.

legs, the Knots, and the Hudsonian Godwits have flight-range capabilities enabling them to use the over-sea route previously described for the American Golden Plover, that is, departure south from Nova Scotia and the New England states on fall migration to the Lesser Antilles and northern South America. The Greater Yellowlegs is the only species which shows about the same flight-energy reserves in preparation for both spring and fall migrations.

Introduction

In a previous study, McNeil (1968, 1970) has shown that most North American shorebird species departing from northeastern Venezuela in northward spring migration have enough energy reserves to reach southern Florida and the southern United States by a non-stop flight over the Caribbean Sea. Their flight-range capabilities average some 1400 miles.

However, for most species, the fall migration route seems to differ from that used in spring. This is indicated by the greater numbers found in northeastern Venezuela in fall than in spring. The exceptions are the Spotted Sandpiper (*Actitis macularia*), Lesser Yellowlegs (*Totanus flavipes*), and the White-rumped Sandpiper (*Erolia fuscicollis*) for which the opposite is true (McNeil, 1968, 1969, 1970). Many authors suggest that in fall migration several North American shorebird species deviate in a southeasterly direction. This explains their presence in greater numbers in fall than in spring on the Canadian Atlantic coasts, and their occurrence in fall, but almost total absence in spring over the Atlantic (e. g., in Bermuda; see McNeil, 1968, 1969, 1970).

Furthermore, there are also some indications that species such as the Semipalmated Plover (*Charadrius semipalmatus*), Short-billed Dowitcher (*Limnodromus griseus*), Stilt Sandpiper (*Micropalama himantopus*) and the Semipalmated Sandpiper (*Ereunetes pusillus*) have greater energy reserves (fat con-

tent) in fall than in spring migration (McNeil, 1968, 1969, 1970). A more highly developed pre-migratory state may enable large numbers of shorebirds to use an over-sea route in fall from Nova Scotia and the New England states to the Lesser Antilles and northeastern South America.

The purpose of the present paper is to compare the spring and fall pre-migratory physiological state (fat content and flight range) of some adult North American shorebirds in relation to migration routes. The flight range of southward migrating Limicoline species from the Magdalen Islands (Cadieux, 1970) will be compared with that of the same species departing from northeastern Venezuela on northward spring migration, as determined by McNeil (1968, 1970). A study of immature individuals of the same species is being completed and will be published later.

Materials and methods

The archipelago of the Magdalen Islands is located in the Gulf of St. Lawrence, between 47°14' and 47°39' N and 61°23' and 62°01' W, about 180 miles from Gaspé, 70 miles from Prince Edward Island and 55 miles from Cape Breton Island. From 10 July to 2 September 1969, eight species of shorebirds were shot on the islands: Greater Yellowlegs (*Totanus melanoleucus*), Lesser Yellowlegs, Knot (*Calidris canutus*), White-rumped Sandpiper, Least Sandpiper (*Erolia minutilla*), Short-billed Dowitcher, Semipalmated Sandpiper, and Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*). Data are being analyzed from five other

species : Semipalmated Plover, Black-bellied Plover (*Squatarola squatarola*), American Golden Plover (*Pluvialis dominica*), Ruddy Turnstone (*Arenaria interpres*), and Sanderling (*Crocethia alba*).

The data concerning northward spring migrants of the same species, used for comparison in the present study, were collected in northeastern Venezuela in 1966 and 1967. They are extracted from a previous study (McNeil, 1968, 1970).

All specimens were weighed (fresh weight) to the nearest 0.1 g, between 1 and 2 hours after collecting. Relative molt intensity was determined using an arbitrary molt index varying from 0 to 10, according to the number of molting body areas. Stomach contents (oesophagus and gizzard) were removed and the specimens were preserved in 10% formalin for subsequent fat extractions.

We relied heavily upon plumage for distinguishing first-year birds from

adults. Those in winter plumage were classified as immature (first winter) if they retained feathers from the juvenal plumage (Burton, 1970 ; McNeil and Burton, MS in preparation). All birds which had a bursa of Fabricius were considered as immature. The degree of cranial ossification is useless for distinguishing young shorebirds from adults (Burton, 1970 ; McNeil, 1970 ; McNeil and Burton, 1972).

In the laboratory, we used a modification of the lipid extraction method proposed by Odum (1960) and Odum *et al.* (1961). McNeil and Carrera de Itriago (1968) describe their fat extraction methods as follows : « The dry weight was obtained by drying the specimens in hot air oven at 80°C for 2 days. After storage for 2 days in a cold petroleum ether bath (10 cc/g dry material), the specimens were removed and boiled for 30 min in a Soxhlet apparatus containing petroleum ether. After a

TABLE I

Flight speeds of some North American shorebirds

Species	Observed speeds (mph)	References	Speed used in the present study
<i>Totanus melanoleucus</i>	40, 45, 45	McNeil (1969, 1970)	45
<i>Totanus flavipes</i>	40, 45	McNeil (1969, 1970)	45
<i>Calidris canutus</i>	38	Longstreet (1930)	35
<i>Erolia fuscicollis</i>	45, 50	McNeil (1969, 1970)	50
<i>Erolia minutilla</i>	45, 55	McCabe (1942)	50
	45, 50, 50	McNeil (1969, 1970)	
<i>Limnodromus griseus</i>	43	Meinertzhagen (1955)	45
<i>Ereunetes pusillus</i>	32	Longstreet (1930)	50
	40, 50, 50	McNeil (1969, 1970)	
<i>Limosa haemastica</i>	45	Cadieaux (1970)	45

second 1-day drying period, the lean dry weight was obtained. Dry weight and lean dry weight were determined to 0.01 g. The difference between dry weight and lean dry weight gave the fat content; likewise the difference between fresh weight and dry weight gave the water content.» The drying time for Greater Yellowlegs, Lesser Yellowlegs, Knot, Short-billed Dowitcher, and Hudsonian Godwit, because of the size of the species, was 4 days instead of 2. Some authors, such as King (1961), King *et al.* (1963), King *et al.* (1965), have used diethyl ether in the fat extraction. For a more detailed description of this method and further details see McNeil (1968, 1969, 1970).

In both the former (McNeil, 1968, 1969, 1970) and the present studies, the flight-range capability of each bird has been calculated by the following formula :

$$FR = \text{flight range in miles} = F \times S \times 9.5 \text{ kcal/FM};$$

where F is the fat weight in grams; S is the flight speed estimated in miles/hour and given in Table I for each species. In order to obtain comparable data to those obtained in Venezuela in the previous study (McNeil, 1968, 1970), the caloric value of 1 gram of fat was assumed to be 9.5 kcal (King and Farner, 1961) in spite of the fact that Johnston (1970) found that adipose tissue lipids from pre- and intra-migratory birds had mean caloric density of about 9.1 kcal/g. FM is the flight metabolism in kcal/hour and is estimated from the following equation, proposed by Raveling and Lefebvre in 1967 :

$$\log FM = \log 37.152 + 0.744 \log W \pm 0.074,$$

where W is the fresh weight in kilograms.

Several other equations exist for an estimate of flight metabolism in birds and also other methods of estimating flight

range in birds can be found in the literature. Most of these equations and methods, and the reasons why we have selected them for the present study, were discussed and fully documented in former papers (McNeil and Carrera de Itriago, 1968; McNeil, 1968, 1969, 1970).

Results

For each species, the physiological pre-migratory state (fat content and flight range) of southward fall migrants from the Magdalen Islands is compared with that of northward spring migrants of the same species (except the Knot and the Hudsonian Godwit for which we do not have spring materials) departing from northeastern Venezuela.

GREATER YELLOWLEGS (*Totanus melanoleucus*)

Adult Greater Yellowlegs are present in fall migration on the Magdalen Islands

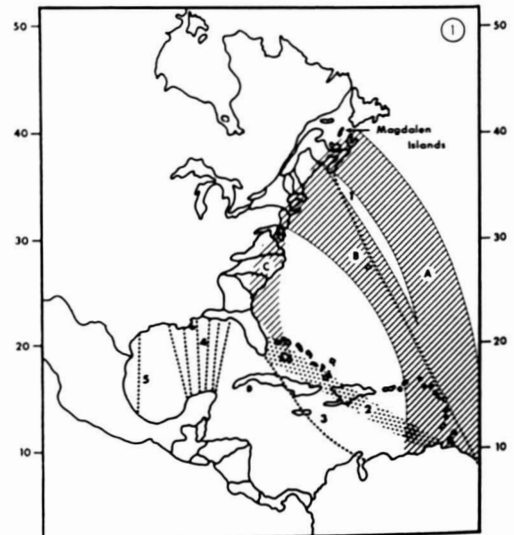


Figure 1. Principal migration routes used by birds between North America and their wintering grounds located in Central America, South America, and the Caribbean Islands. New flyways (A, B, and C) are suggested by the present study for North American shorebirds. Adapted from Lincoln (1952) and McNeil (1968, 1970).

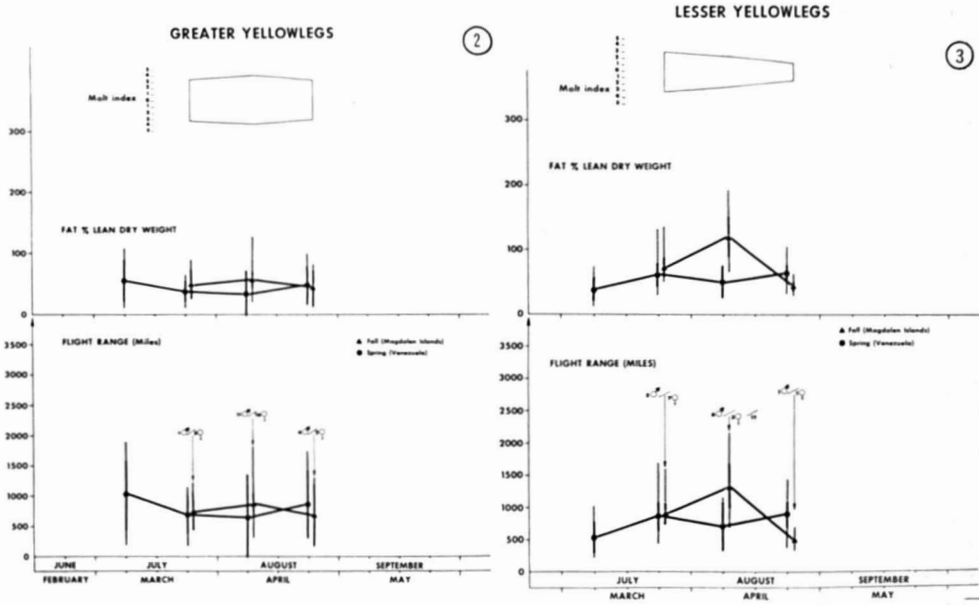


Figure 2. Spring and fall physiological pre-migratory state of the Greater Yellowlegs. Figure 3. Spring and fall physiological pre-migratory state of the Lesser Yellowlegs. Explanations of the symbols (also applicable to Figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 9): The circles and triangles represent the mean; the vertical lines (solid) indicate the confidence limits for the mean where $t = t_{(.975; N-1)}$ when $N \geq 3$ and show (broken) the range of values. For birds taken on the Magdalen Islands, the polygon illustrates the duration and relative intensity of the molt, and numerals indicate the sample size of males and females. The inferior time-scale (February, March, April, May, and June) corresponds to the data for spring migrants (Venezuela) which are extracted from McNeil (1968, 1970).

between mid-July and the third week of September, but the peak abundance occurs around the first week of August. Females outnumber males until the end of July but the sex ratio is reversed thereafter (Burton, 1970).

The relatively high molt intensity of fall transient Greater Yellowlegs on the Magdalen Island (Fig. 2) indicates that the southbound migrations of the species from the Canadian Atlantic coasts are coastal, and, as stated by Palmer (1967), relatively slow and leisurely. In fact, some evidence suggests that active molt and rapid or long distance (over-sea) migration normally are mutually exclusive events. To quote Holmes (1966): « Several Red-backs collected during the late and more rapid phases of both fall

and spring migrations were in partially completed plumages but showed no active molt. This implies that if molt is not finished at the time when a rapid or long distance move, or both, is imperative . . . , it is suspended, except that new feathers already started will continue to grow until completed. Thus, the cessation of molt when rapid migration begins suggests that at this time energy reserves are switched from molt processes to migratory flight processes.» Holmes's statement was corroborated by McNeil (1968, 1970) who noted that several shorebird species arrive in fall in northern South America with arrested molt after a long-distance move over the Caribbean Sea. It is also in complete accord with the relatively low (as compared with other species) flight-range

capability of fall migrating Greater Yellowlegs from the Magdalen Islands (Fig. 2) : the best average is 861 miles whereas the highest estimated individual value corresponds to some 1790 miles (Cadieux, 1970).

The comparison of fall and spring data (McNeil, 1968, 1970) indicates that the physiological pre-migratory state of *Totanus melanoleucus* is about the same in both seasons (Fig. 2). Consequently, it appears that the fall migration route of the species could be the reverse of that used in the spring, as suggested by the A. O. U. Check-list (1957) : « . . . migrates in spring and fall through the interior, in the Pacific and Atlantic coastal regions and through the West Indies. » We believe that the Greater Yellowlegs, departing from the Canadian Atlantic coastal regions, reach their wintering grounds (Florida, Caribbean Islands, and South America), by flying south along the Atlantic coast and through the West Indies (routes C and 2 in Fig. 1).

However, the fall migration route of the Greater Yellowlegs, as compared with that used in spring, partly deviates in a southeasterly direction. In fact, *Totanus melanoleucus* is less abundant in the interior of North America during fall migration (Bent, 1927) and it is reported as occasional in fall and absent in spring in Bermuda (A. O. U., 1957). Its highest numbers as a transient on Sable Island occur in the fall rather than in the spring (Boutillier, 1904, 1905, 1907, 1908). A few birds, those which have a longer flight range (e. g. 1649, 1755, 1786 miles for 3 birds from the Magdalen Islands), may use an over-sea route from Nova Scotia and New England to Bermuda and the West Indies (route B in Fig. 1). Such an idea has also been suggested by Bent (1927) and Pough (1953).

LESSER YELLOWLEGS (*Totanus flavipes*)

Adult Lesser Yellowlegs are seen in fall migration on the Magdalen Islands from mid-July to the last week of August. Their peak abundance occurs between 5 and 20 August ; an important departure is noted in mid-August, shortly after the arrival of the first immatures.

There is a constant decrease in molt intensity of fall transient Lesser Yellowlegs through the Magdalen Islands from mid-July to the end of August (Fig. 3). However, adults departing in mid-August show a moderate molt intensity (molt index = 5). According to Holmes (1966), such an active molt is compatible with a slow and leisurely coastal flight rather than a rapid long distance over-sea move, and is in complete agreement with the relatively low flight-range capability (highest average = 1300 miles ; see Fig. 3).

The physiological pre-migratory state of *Totanus flavipes* tends to be higher in fall than in spring : the highest fall average equals 1300 miles as compared with 850 for the spring (see Fig. 3). The difference between both means is not statistically significant, but two birds out of ten showed flight-range capabilities varying from 1900 to 2100 miles around mid-August, whereas the highest spring value was 1400 miles (McNeil, 1968, 1970). Consequently, it appears that the fall migration route of the Lesser Yellowlegs, as compared with that used in spring, would partly deviate in a southeasterly direction. This idea is supported by several authors (Bent, 1927 ; Pough, 1953 ; A. O. U., 1957 ; Palmer, 1967) who show that *Totanus flavipes* migrates in spring chiefly through the interior of continental North America (Mississippi Valley) and in fall along the Atlantic coastal regions, Bermuda, and through the West Indies.

The tentative conclusion is that some rare individuals (the fattest ones with arrested molt) could fly south by an over-sea route (A in Fig. 1), but that most must make an intermediate stop (e. g., Nova Scotia and the New England states) to complete their post-breeding molt ; some then would depart coastally to wintering grounds located in the southern United States whereas others (with arrested molt) would reach the Lesser Antilles by an over-sea route (B in Fig. 1), and go on to northern South America in leisurely stages. This has been suggested by Cooke (1910), Bent (1927), and Pough (1953). To quote Pough (1953) : « Some of them fly south over the ocean to South America, as in fall they occur quite regularly in Bermuda and Barbados ». It is interesting to note that McNeil (1968, 1970) found Lesser Yellowlegs commoner as spring than as fall migrants in northeastern Venezuela and thought that the fattest birds could reach northern South America farther eastward on the coast of the Guyanas

and northeastern Brasil by an over-sea route.

KNOT (*Calidris canutus*)

Adult Knots are observed on the Magdalen Islands from 27 July to 1 September, but their peak abundance occurs around the second week of August. Females outnumber males until mid-August but the sex ratio is reversed thereafter (Fig. 4).

Molt intensity steadily diminishes from the end of July to the end of August. However, a few days before the most important southbound departure in the second week of August (predominantly females), the molt index was still moderate (= 5 ; see Fig. 4) ; but active molt processes were arrested, in the sense that only the new feathers already started were continuing to grow until completed. The Knot would be a species that, according to Holmes (1966), suspends its active molt before undertaking a rapid long-distance move.

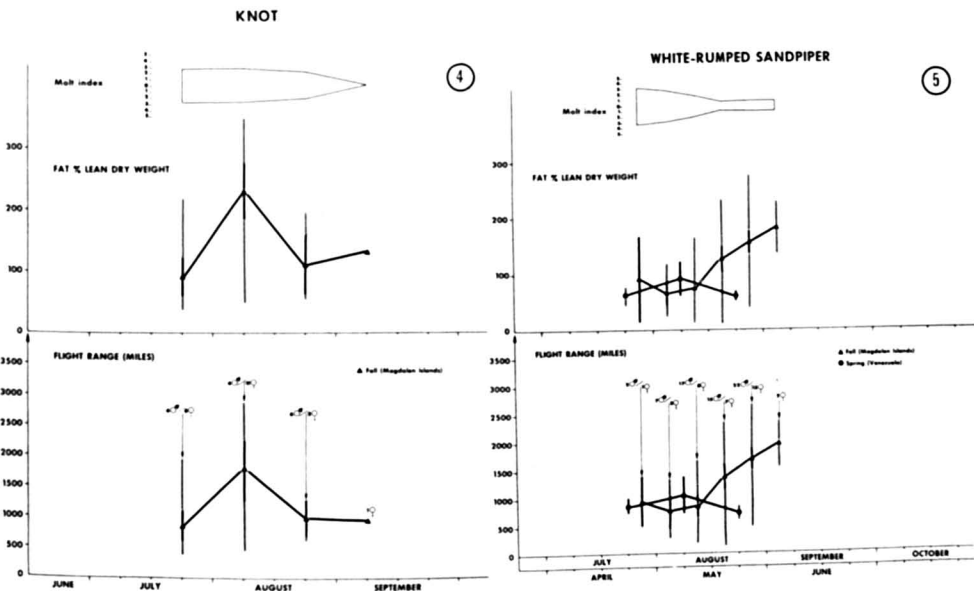


Figure 4. Fall physiological pre-migratory state of the Knot. Figure 5. Spring and fall physiological pre-migratory state of the White-rumped Sandpiper.

Adult Knots departing southward from the Magdalen Islands have an average flight-range capability equal to 1800 miles by the second week of August (Fig. 4), and several individuals could fly non-stop distances of 2000, 2100, 2300, and 2900 miles. Later on, at the end of August, the mean flight-range drops to 1000 miles. The migration route of the Knot, surprisingly, is very poorly known (Palmer, 1967). The A. O. U. Check-list (1957) describes its fall migration route as follows: «... chiefly east of Hudson Bay to the New England coast, more rarely through the interior...» The present data suggest that southbound migrating Knots fly non-stop from the Canadian Atlantic and New England coasts to northeastern South America by an over-sea route (A, 1, and B in Fig. 1) before reaching their principal wintering grounds. The latter are located coastally in the southern temperate latitudes of South America (Palmer, 1967) from Buenos Aires to Tierra del Fuego (Pough, 1953). It is interesting that there are no Colombian records of the Knot (Meyer de Schauensee, 1966) and that the species was found only on rare occasions in northeastern Venezuela (McNeil, 1968, 1970). The Knot occurs more regularly in fall migration farther eastward on the coast of Surinam, that is, at the end of the over-sea route (A and 1 in Fig. 1).

WHITE-RUMPED SANDPIPER (*Erolia fuscicollis*)

Adult fall migrant White-rumped Sandpipers are seen on the Magdalen Islands from 21 July to the first week of September. Their migration peak occurs in the second half of August; only a few scattered individuals are seen in September. In July, males and females occur in equal numbers, but thereafter males noticeably outnumber females (Burton, 1970; Fig. 5).

Several data indicate that the spring migration route of the White-rumped

Sandpiper is considerably different from that used in fall. Birds leaving northward from northeastern Venezuela have an average flight-range capability varying from 700 to 1000 miles (McNeil, 1968, 1970) enabling them to reach the southern United States through the Greater Antilles (routes no. 2 and 3 in Fig. 1); the highest observed fat index (fat % lean dry weight) was 90.66%. The main flight northward seems to pass through the interior of continental North America – the plains and the prairie provinces – as only a few birds migrate along the Atlantic coast (Bent, 1927; Pough, 1953; A. O. U., 1957; Palmer, 1967). On the other hand, southbound individuals departing in fall migration from the Magdalen Islands have flight-range capabilities steadily increasing from mid-August and averaging some 1950 miles by the end of the month (Fig. 5). The fat index doubles to 184.24% and the molt intensity constantly decreases from July to September; this is in agreement with Holmes' afore mentioned statement (1966). Several individuals could fly non-stop distances varying from 2000 to 2600 miles. White-rumped Sandpipers could fly south non-stop from the Canadian Atlantic and New England coasts to northeastern South America by an over-sea route (A, 1, and B in Fig. 1) before reaching their principal wintering grounds located «... in southern South America east of the Andes, from Paraguay and southern Brasil south through Argentina to Tierra del Fuego and the Falkland Islands» (A. O. U., 1957). The natural inference proposed by several authors (Bent, 1927; Pough, 1953; A. O. U., 1957; Palmer, 1967) is that the fall migration, deviating in a southeastward direction, is partly, if not largely, transoceanic by a direct flight from the Canadian Atlantic provinces and the New England states to the West Indies and South America. The

species regularly occurs in Bermuda as a fall migrant (Bent, 1927, Pough, 1953 ; Palmer, 1967).

These fall and spring migratory pathways appear to have been used by an individual marked as adult in Kansas on 16 May 1970 by E. F. Martinez and recaptured on Sable Island, 180 miles off Nova Scotia, on 29 August 1970 by Jean Burton during the McNeil shorebird-marking programme.

The oceanic flyway of the White-rumped Sandpiper seems to end largely at the northeastern part of South America (from Guyana to northern Brasil) since the migrants number is 5 times less in fall than in spring in northeastern Venezuela (McNeil, 1968, 1970). McNeil (1968, 1970) has also shown that some individuals still have considerable flight-range capabilities (between 800 and 1300 miles) after their arrival in northeastern Venezuela. Thus, ending the over-sea route there not only means a shorter non-stop flight, but, the birds retain

considerable flight energy for the rest of the less taxing journey towards wintering grounds in latitudes farther south.

LEAST SANDPIPER (*Erolia minutilla*)

Least Sandpipers are known to breed on the Magdalen Islands (Gaboriault, 1961). However, transient adult individuals are seen from 11 July to the end of August, and their migration peak occurs between 15 July and 10 August. Important southbound departures were noted in the fourth week of July. Females outnumber males until mid-July, then the sex ratio is reversed (Fig. 6).

The migration of the Least Sandpiper is described as follows by the A. O. U. Check-List (1957) : « Migrates in spring and fall through the Pacific and Atlantic coastal regions (including the West Indies) and through the interior . . . ». However, some birds apparently take an offshore route in fall, since they regularly occur in Bermuda (Pough, 1953).

McNeil (1968, 1970) believes that Least Sandpipers leaving for the north

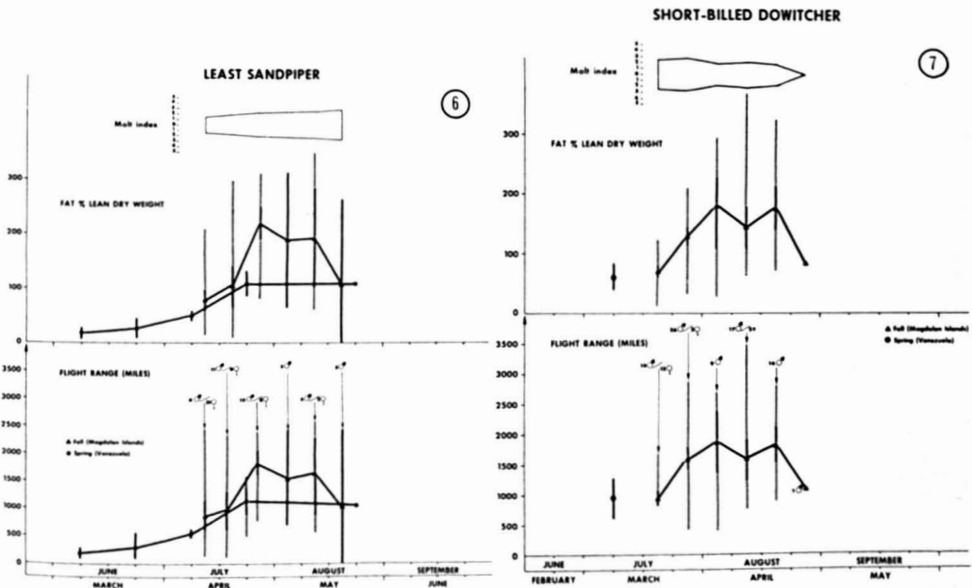


Figure 6. Spring and fall physiological pre-migratory state of the Least Sandpiper. Figure 7. Spring and fall physiological pre-migratory state of the Short-billed Dowitcher.

from northeastern Venezuela might reach southern Florida by an over-sea route passing through the Greater Antilles (route no. 2 in Fig. 1) since they have an average flight range of 1135 miles, the maximum observed being 1650 miles (Fig. 6). On the other hand, southbound migrating individuals departing from the Magdalen Islands have, from the end of July to mid-August, greatly increased flight-range capabilities averaging between 1600 and 1800 miles (Fig. 6); a great number of birds (at least 20) showed individual capabilities varying from 2000 to 2600 miles.

Figure 6 shows that the molt intensity in *Erolia minutilla* is lightly, but steadily increasing from the beginning to the end of its migration period through the Magdalen Islands. Therefore, it seems that a moderate molt intensity (molt index = 4 or 5) would not be incompatible with a rapid long-distance move. In addition, McNeil (1968, 1970) stated the following about some fall post-migrants of the same species collected in northeastern Venezuela: « Contrairement à ce qui fut constaté chez d'autres Limicoles, la plupart des adultes sont en mue postnuptiale active à leur arrivée, et ils sont en plumage nuptial ou partiellement nuptial. Cette mue postnuptiale, qui comporte le remplacement des plumes du corps chez la plupart, et des ailes chez certains, se termine à la mi-septembre. »

The present data indicate that several adult Least Sandpipers might leave the Magdalen Islands and reach the Lesser Antilles and northern South America by an over-sea route (A and 1 in Fig. 1). Some less fatty birds must get fatter in Nova Scotia or the New England states before completing their southbound journey to the same wintering grounds, flying coastally down to Florida and through the Greater Antilles (routes C

and 2 in Fig. 1) or using an over-sea route (B in Fig. 1).

The Least Sandpiper is widely distributed in winter from the southern United States south through Mexico, Central America, the West Indies, the Galapagos Islands, central Peru and central Brasil. It is reasonable to say that southbound birds migrating by an over-sea route from Nova Scotia and the New England states might constitute the wintering population of the Lesser Antilles and eastern South America (eastern Venezuela, the Guyanas, eastern Brasil), whereas the birds which migrate coastally or through the interior of the United States would winter in the southern United States, Central America, the Greater Antilles, and western South America (western Venezuela, Colombia, western Brasil, and Peru).

SHORT-BILLED DOWITCHER (*Limnodromus griseus*)

Adult Short-billed Dowitchers are seen on the Magdalen Islands from mid-July to the end of August, and their migration peak occurs between 20 July and 10 August. Males greatly outnumber females during the whole migratory period; a massive southbound departure involving all females and several males occurred at the end of July (see sex ratio in Fig. 7). This same event was observed also by Burton (1970).

Two populations of the Short-billed Dowitcher, the nominate race, *griseus*, and the interior one, *hendersoni*, are known to migrate along the Atlantic coast (A. O. U., 1957). However, the transient population through the Magdalen Island was referred to *griseus* with very little possibility of misidentification. This subspecies breeds in the northern Quebec and west Labrador regions (Godfrey, 1966), and winters chiefly in the Lesser Antilles and on the northern coast

of South America from northeastern Venezuela to the coast of Brasil (A. O. U., 1957 ; Phelps and Phelps, 1958 ; Haverschmidt, 1968) ; some individuals overwinter in the southern United States.

The molt intensity (Fig. 7) for this species seems inversely related to the pre-migratory physiological state, decreasing when the latter is building up and *vice-versa*. Molting and the building up of energy processes are mutually exclusive events (Holmes, 1966).

Southbound migrating dowitchers, when departing from the Magdalen Islands, have an average flight-range capability equal to some 1600 miles by the end of July, and some 1800 by the third week of August (Fig. 7). During the peak of the migration period, a great number of birds have individual capabilities ranging from 2000 to 2700 miles, enabling them to reach their wintering grounds (Lesser Antilles, northeastern Venezuela, the Guyanas, northern Brasil) by an over-sea non-stop flight (routes 1 and A ; Fig. 1). The sex ratio of transient dowitchers in the Magdalen Islands is about the same as that observed in arriving fall migrants in northeastern Venezuela. Some less fatty birds would probably stop off in Nova Scotia or the New England states to get fatter before undertaking an oceanic flight (route B in Fig. 1).

The transient dowitchers in southbound migration through New Jersey are probably not the same as those passing through the Magdalen Islands since their peak of abundance (Jehl, 1963) occurs sooner (beginning around 10 July). Furthermore, females arrive first in New Jersey, followed by males (Jehl, 1963), whereas males outnumber females during the whole migratory period of adults in the Magdalen Islands.

When they arrive on the coast of New Jersey, male and female dowitchers of the nominate race (*griseus*) have an average fresh weight of 90 grams ; fat is laid on rapidly and, in ten days, weights prior to departure approximate 145 grams (Jehl, 1963). According to the equation : $\log Y = 3.350 + 3.103 \log X$ (see McNeil, 1968, 1969), the flight-range capabilities of these very fat birds would average 2250 miles, enabling them therefore, at least in theory, to reach the Lesser Antilles and subsequently the coast of northeastern South America (northeastern Venezuela, the Guyanas, northern Brasil) by a non-stop over-sea route (B in Fig. 1). However, Jehl (1963) believes that these very fat birds fly non-stop directly to Florida ; this seems surprising since Loftin (1963) had shown that the average number of Short-billed Dowitchers on Apalachee Bay (Florida) in 10 times lower during the fall (July-August) than during the spring migration (beginning of May).

According to these data, the fattest Short-billed Dowitchers that pass through the Canadian Atlantic provinces and the New England states would use an over-sea non-stop route (1, A, and B in Fig. 1) to reach their wintering grounds in the Lesser Antilles and coastal northeastern South America (from northeastern Venezuela to the coast of Brasil). However, the less fatty birds might fly coastally to Florida ; some of them would overwinter in the southeastern United States and the other ones would move leisurely to the Greater Antilles and northern South America, presumably by routes 2 or 3 (Fig. 1).

Very few records are available concerning the northward spring migration from northern South America. Whereas large flocks of dowitchers are seen during the autumn migration in northeastern Venezuela, the species is a very rare

spring transient (McNeil, 1968, 1970) and seems to have low flight-range capabilities. The species might tentatively be suspected to reach southern Florida where it is an abundant spring transient (Cooke, 1910 ; Loftin, 1962), by route 2 (Fig. 1), and then coastally and through the interior to the breeding grounds. The Short-billed Dowitcher is a rare spring transient through the Lesser Antilles (see Cadieux, 1970).

SEMIPALMATED SANDPIPER (*Ereunetes pusillus*)

The Semipalmated Sandpiper undoubtedly is the most abundant fall transient Limicoline through the Magdalen Islands. The presence of adults runs from 13 July to 28 September, but their migration peak occurs between 20 July and 15 August. Females have a tendency to outnumber males in July ; thereafter the sex ratio is quite variable (Fig. 8).

The molt intensity was constantly decreasing from mid-July to the end of August ; this pattern is in complete agreement with Holmes' statement (1966) previously discussed. Moreover, McNeil (1968, 1970) observed that fall post-migrant Semipalmated Sandpipers caught in Venezuela were in partial nuptial plumage, but without any sign of active molt. However, Holmes (1966) reports that *Ereunetes pusillus* does not undertake its post-breeding molt in the Arctic, but further south, after leaving the tundra. It thus seems that the post-breeding molt is started on the way south between the tundra and the Gulf of St. Lawrence, but molt processes are arrested and the energy reserves are switched to fat-storing processes before leaving the Magdalen Islands or the adjacent Atlantic coastal regions.

Individuals on spring migration from northeastern Venezuela at the beginning of May have an average flight-range

capability of 1300 miles (see Fig. 8 and McNeil, 1968, 1970) enabling them, in theory, to reach southern Florida by a non-stop flight through the Greater Antilles (route 2 in Fig. 1), and to complete their journey to breeding grounds, some coastally but most of them through the interior. Cooke (1910) mentions that *Ereunetes pusillus* is more abundant in the Mississippi Valley than on the Atlantic coast, during the spring migration.

There is some evidence that the fall migration route of the Semipalmated Sandpiper might be partly different from that used in spring. The species is a « common fall transient » in West Indies, but decidedly less numerous in spring . . . » (Bond, 1960), and occurs in northeastern Venezuela in greater numbers in fall than in spring (McNeil, 1968, 1970). Furthermore, when flying south from the Magdalen Islands, the species has flight-range capabilities averaging some 1500 miles (Fig. 8) ; a great number of birds have individual capabilities exceeding 2000 miles, indicating that the species has higher flight-range capabilities when flying south from the Magdalen Islands than when flying north from northern South America. Several Semipalmated Sandpipers might fly non-stop to their wintering grounds in the Lesser Antilles and eastern South America (A in Fig. 1), but others would need to get fatter somewhere further south in Nova Scotia or the New England states before undertaking an over-sea flight (A, 1, and B in Fig. 1).

The Semipalmated Sandpipers that occur as fall transients in the Canadian Atlantic provinces and the New England states do not seem to fly in great numbers as southbound migrants along the Atlantic coast (route C ; Fig. 1). According to Cooke (1910), they are more abundant in the interior than on the Atlantic coast

in fall. Moreover, Loftin (1962) writes the following about their occurrence on Apalachee Bay in Florida: « The Semipalmated Sandpiper was not abundant during the present study except for a migratory peak in May Numbers of Semipalmated Sandpipers remained extremely low for the balance of the year, even during fall migratory months. Thus it appears that migrating birds of this species may employ a different route flying south in autumn. »

The Semipalmated Sandpiper « winters from the Gulf coast of the United States and South Carolina on the Atlantic coast south through eastern Mexico . . . , Venezuela, and the West Indies to Peru, northern Chile, Paraguay . . . , and southern Brasil » (A. O. U., 1957). As suggested for the Least Sandpiper, it is reasonable to conclude that southbound Semipalmated Sandpipers flying over the Atlantic from Nova Scotia and the New England states (1 and B in Fig. 1) might constitute the wintering population of the Lesser Antilles and eastern South Ame-

rica (eastern Venezuela, the Guyanas, eastern Brasil) whereas the birds which winter in the southern United States, Mexico, the Greater Antilles and western South America (central and western Venezuela, Colombia, Peru, Chile, and Paraguay) might fly south through the Mississippi Valley (Cooke, 1910) and routes 5, 4, 3 and 2 (Fig. 1).

HUDSONIAN GODWIT (*Limosa haemastica*)

Adult Hudsonian Godwits are seen on the Magdalen Islands from 16 July to 9 September, but their peak abundance occurs between 21 July and 10 August. Hagar (1956) suggests the following explanation for the relatively low numbers (as compared with other shorebird species) of Hudsonian Godwits on the Magdalen Islands archipelago: « The provisional conclusion which I draw . . . is that the Magdalens are not a stopping place for the main flight, but on the contrary are probably only another of the several stations — lower James Bay, Monomoy, etc. — which are occupied almost simultaneously in late July and

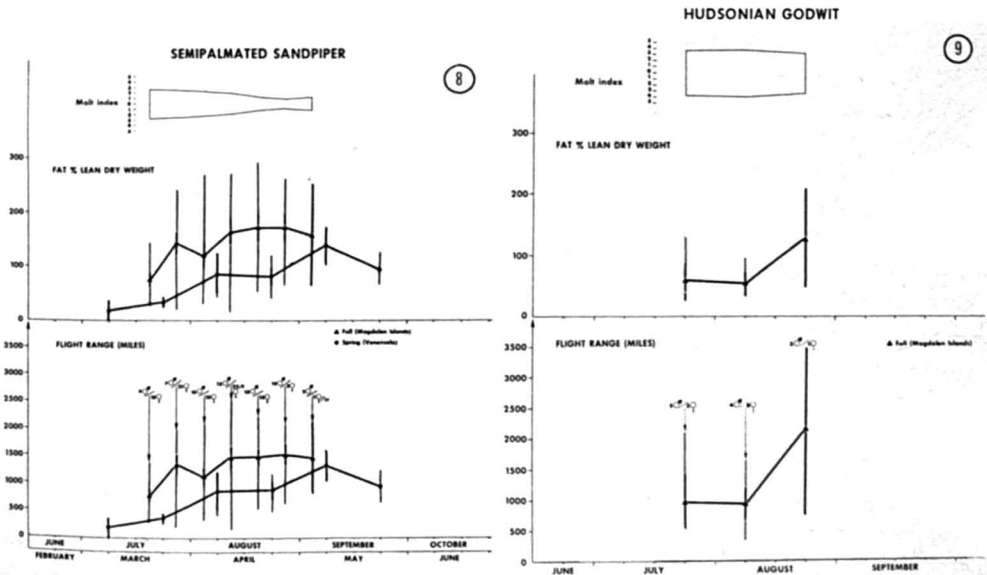


Figure 8. Spring and fall physiological pre-migratory state of the Semipalmated Sandpiper. Figure 9. Fall physiological pre-migratory state of the Hudsonian Godwit.

early August by the first wave of non-breeding or unsuccessful adults from the west side Hudson Bay staging areas. »

Transient southbound migrating individuals through the Magdalen Islands show quite a spectacular pre-migratory physiological state despite a relatively high molt intensity (Fig. 9). However, as observed in *Calidris canutus* and other species (see Holmes, 1966), active molt processes are arrested in the sense that only the new feathers already started will continue to grow until completed, and the energy reserves are switched to fat-storing processes before the birds leave the archipelago. At the end of August (Fig. 9), the mean flight-range capability is 2115 miles for individual values of 2820, 2188, 2892 and 880 miles. The latter specimen was molting very actively.

The present data suggest that southbound migrating Hudsonian Godwits that pass through the Magdalen Islands, Prince Edward Island, and Nova Scotia fly non-stop to northeastern South America by an over-sea route (A and 1 in Fig. 1) before reaching their wintering grounds located in the southern temperate latitudes of Argentina, Chile, and the Falkland Islands (Pough, 1953 ; A. O. U., 1957 ; Palmer, 1967). It is interesting to note that such an idea was advanced by Dabbene as early as 1920. Observations reported from the West Indies strongly support this hypothesis. In fact, Hudsonian Godwits are rarely seen on the Caribbean Islands, and then only on the Lesser Antilles (Cadieux, 1970). According to Hagar (1966), the passage of Hudsonian Godwits « from James Bay to the South American coast is accomplished without break, » and the bulk of the species would « go to sea above the southern New England coast, pass to the west of Bermuda, follow down the general line of the eastern

Lesser Antilles, and reach the South American coast somewhere between the mouths of the Orinoco and Amazon Rivers. » However, since such a long over-sea migration pathway must be elliptical in shape (A in Fig. 1) because of the prevailing winds north of the 40th and south of the 30th parallels (Bellrose and Graber, 1963), we believe that the bulk of the species must pass to the east of Bermuda, predominantly along route A (Fig. 1).

The Hudsonian Godwit migrates in spring chiefly though the interior of the United States (west of the Mississippi Valley) and west of Hudson Bay (Pough, 1953 ; A. O. U., 1957 ; Palmer, 1967).

Conclusions

Many authors suggest that fall migration routes of several North American shorebird species deviate in a southeasterly direction. As stated previously, this explains their presence in greater numbers in fall than in spring on the Canadian Atlantic coasts, and their occurrence in fall, but almost total absence in spring, over the Atlantic (e.g., in Bermuda ; for further references, see Cadieux, 1970). Furthermore, the White-rumped Sandpiper, Least Sandpiper, Short-billed Dowitcher, and the Semipalmated Sandpiper have higher flight-energy reserves for fall migration south from the Magdalen Islands than for spring migration north from northern South America (northeastern Venezuela). Most birds of these species, as well as some Lesser Yellowlegs, the Knots, and the Hudsonian Godwits leave the Canadian Atlantic provinces and the New England states with enough energy reserves to fly non-stop over the Atlantic to the Lesser Antilles and northeastern South America (routes A, 1, and B in Fig. 1). On the other hand, in most species, the return journey to the breeding

grounds seems to pass across the Caribbean Sea, then through the interior of the United States (Mississippi Valley) or along the Atlantic coast. The Greater Yellowlegs is the only species which shows about the same energy reserves in preparation for both the spring and the fall migration journeys. Consequently, it appears that the fall migration route of the bulk of the species must be largely the reverse of that used in spring, that is along the Atlantic coast and through the West Indies (routes C and 2 in Fig. 1). However, in spite of that, a few Greater Yellowlegs deviate in a southeasterly direction (e.g., Bermuda), and show enough energy reserves to use an over-sea route from Nova Scotia and the New England states to Bermuda and the Lesser Antilles (route B in Fig. 1).

North American shorebirds, it seems, can be divided into two groups according to the extent of their wintering distribution and the distances between their breeding and wintering grounds. The first group includes species such as the Knot, White-rumped Sandpiper, and the Hudsonian Godwit, and has the highest average flight-range capabilities during fall migrations; it winters in the southern temperate latitudes of South America and, apparently, reaches the northeastern coast of South America chiefly by a direct non-stop oceanic flight from the Canadian Atlantic provinces and the New England states. The second group includes the Greater Yellowlegs, Lesser Yellowlegs, Least Sandpiper, Short-billed Dowitcher, and the Semipalmated Sandpiper, and is widely distributed in winter from the southern United States south to South America. It is reasonable to assume that the populations in this group wintering in the Lesser Antilles and eastern South America are the fattest transient individuals passing through the Canadian Atlantic (Magdalen Islands, New Brunswick, Nova

Scotia) and the New England coasts; these birds would migrate by an over-sea non-stop flight (A, 1, and B in Fig. 1) to the Lesser Antilles at least. On the other hand, the leaner birds which must migrate coastally (C in Fig. 1), and those flying through the interior of the United States would winter in the southern United States, Central America, the Greater Antilles, and western South America (routes 4, 3 and 2; Fig. 1). The pre-migratory physiological states of these two groups correspond to the statement of King *et al.* (1963) that: « metabolic adaptations, represented most conspicuously by fat deposition, have evolved concurrently with the acquisition of the characteristic migratory habits and itinerary ».

The radar studies by Bellrose and Graber (1963) of the flight directions of nocturnal migrants lead to a certain understanding of why most North American shorebird species have evolved different spring (over the Caribbean Sea and through the interior of continental North America) and fall (over-sea non-stop route over the Atlantic from Nova Scotia and the New England states to northeastern South America) migration routes. To quote Bellrose and Graber (1963): « Birds may have evolved an elliptical, clockwise migration route between spring and fall as an adaptation to the prevailing westerly and easterly winds. The westerlies occur from about 40° north to about the Arctic Circle. The easterlies occur from about 30° north of the equator to about 30° south of the equator. » Radar studies indicate that several migratory birds, including shorebirds, pass without stopping over Puerto Rico at extremely high altitudes (National Research Council of Canada, Associate Committee on Bird Hazards to Aircraft, pers. comm. from W. H. Gunn.) Furthermore, according to Bellrose and Graber (1963), the « westerlies and the easter-

lies become more and more dominant in the wind pattern with increasing altitude. Their influence is hardly noticeably below 3000 ft. The westerlies and easterlies in the northern hemisphere originate from the clockwise flow of air resulting from the rotation of the earth.» For further information, see Bellrose and Graber (1963 :383-385). Because of these data, we believe that the migratory pathways of southbound migrating shorebirds by an over-sea route from the Nova Scotia and New England coasts to northern South America must be elliptical in shape (A and B in Fig. 1) rather than a straight line (1 in Fig. 1). Elliptical, clockwise migration pathways also would have evolved for the return spring flights to the original goal by passing across the Caribbean Sea and the Gulf of Mexico, and then through the interior of the United States (Mississippi Valley) or along the Atlantic coast. It is noteworthy that such an elliptical, clockwise migration route has been attributed for many years to the American Golden Plover.

Acknowledgments

This study was undertaken as part of the M. Sc. research of the junior author, and was supported by the National Research Council of Canada through a research grant to the senior author and a scholarship to the junior author. We were indebted to Jean Burton and Françoise Berthiaume for help with the field work, and to Marlène Valcin for the final transcription of the manuscript. Special thanks are given to Miss Virginia Weadock of the Centre de Recherches écologiques de Montréal for reviewing the English text.

References

- AMERICAN ORNITHOLOGIST'S UNION, 1957. Check-list of North American Birds. 5th ed., The Lord Baltimore Press Inc., Baltimore, 691 p.
- A. O. U., 1957. See American Ornithologist's Union, 1957.
- BELLROSE, F. C. and R. R. GRABER, 1963. A radar study of the flight directions of nocturnal migrants. *Proc. XIII Int. orn. Congr., Ithaca 1962* : 362-389.
- BENT, A. C., 1927. Life histories of North American shore birds. *Bull. U. S. nat. Mus.*, 146.
- BOND, J., 1960. Birds of the West Indies. Collins, London, 256 p.
- BOUTILLIER, J., 1904. Bird migration, 1904 : Observations made on Sable Island, Nova Scotia. *Ottawa Nat.*, 19 : 119-120.
- BOUTILLIER, J., 1905. Bird migration, 1905 : Observations made on Sable Island, Nova Scotia. *Ottawa Nat.*, 20 : 127-129.
- BOUTILLIER, J., 1907. List of birds seen on Sable Island, N.S., from March 28th. 1906 to Jan. 1st. 1907. *Ottawa Nat.*, 21 : 189-191.
- BOUTILLIER, J., 1908. Bird migration, 1907 : Observations made on Sable Island, Nova Scotia. *Ottawa Nat.*, 22 : 96-97.
- BURTON, J., 1970. Méthodes de détermination de l'âge chez certains oiseaux de rivage nord-américains (Charadriidae et Scolopacidae). Thèse de Maîtrise ès Science (M. Sc.), Université de Montréal, 88 p.
- CADIEUX, F., 1970. Capacité de vol et routes de migration automnale de certains oiseaux de rivage nord-américains (Charadriidae et Scolopacidae). Thèse de Maîtrise ès Sciences (M. Sc.), Université de Montréal, 110 p.
- COOKE, W. W., 1910. Distribution and migration of North American shorebirds. *Bull. U. S. Dep. Agric.*, 35.
- DABBENE, R., 1920. Notas sobre los chorlos de Norte América que invernan en la Republica Argentina. *El Hornero*, 2 : 99-128.
- GABORIAULT, W., 1961. Les oiseaux aux Îles-de-la-Madeleine. *Naturaliste can.*, 88 : 166-224.
- GODFREY, W. E., 1966. The Birds of Canada. *Bull. Natn. Mus. Can. (biol.)*, 203, 428 p.
- HAGAR, J. A., 1956. Birds seen at Magdalens in 1956. Mimeographed by author.
- HAGAR, J. A., 1966. Nesting of the Hudsonian Godwit at Churchill, Manitoba. *Living Bird*, 5 : 5-43.
- HAVERSCHMIDT, F., 1968. Birds of Surinam. Oliver & Boyd, Edinburgh, 445 p.

- HOLMES, R. T., 1966. Molt cycle of the Red-backed Sandpiper (*Calidris alpina*) in Western North America. *Auk*, 83 : 517-533.
- JEHL, J. R. Jr., 1963. An investigation of fall migrating dowitchers in New Jersey. *Wilson Bull.*, 75 : 250-261.
- JOHNSTON, D. W., 1970. Caloric density of avian adipose tissue. *Comp. Biochem. Physiol.*, 34 : 827-832.
- KING, J. R., 1961. On the regulation of vernal premigratory fattening in the White-crowned Sparrow. *Physiol. Zool.*, 34 : 145-157.
- KING, J. R., S. BARKER and D. S. FARNER, 1963. A comparison of energy reserves during autumnal and vernal migratory periods in the White-crowned Sparrow, *Zonotrichia leucophrys gambelii*. *Ecology*, 44 : 513-521.
- KING, J. R. and D. S. FARNER, 1961. Energy metabolism, thermoregulation and body temperature, p. 215-288. In: A. J. Marshall (ed.), *Biology and Comparative Physiology of Birds*. Academic Press, New York, Vol. II, 468 p.
- KING, J. R., D. S. FARNER and M. L. MORTON, 1965. The lipid reserves of White-crowned Sparrows on the breeding ground in Central Alaska. *Auk*, 82 : 236-262.
- LINCOLN, F. C., 1952. *Migration of birds*. Doubleday & Co. Inc., Garden City, New York, 102 p.
- LOFTIN, H., 1962. A study of boreal shorebirds summering on Apalachee Bay, Florida. *Bird-Banding*, 33 : 21-42.
- LONGSTREET, R. J., 1930. Notes on speed of flight of certain birds. *Auk*, 47 : 428-429.
- McCABE, T. T., 1942. Types of shorebird flight. *Auk*, 59 : 110-111.
- McNEIL, R., 1968. Hivernage et estivage d'oiseaux aquatiques nord-américains dans le Nord-Est du Venezuela, en rapport avec la mue et l'accumulation de graisse. Thèse de doctorat en Biologie (Ph. D.), Université de Montréal, 222 p.
- McNEIL, R., 1969. La détermination du contenu lipidique et de la capacité de vol chez quelques espèces d'oiseaux de rivage (Charadriidae et Scolopacidae). *Can. J. Zool.*, 47 : 525-536.
- McNEIL, R., 1970. Hivernage et estivage d'oiseaux aquatiques nord-américains dans le Nord-Est du Venezuela (mue, accumulation de graisse, capacité de vol et routes de migration). *L'Oiseau et R. F. O.*, 40 : 185-302.
- McNEIL, R. and J. BURTON, 1972. Cranial pneumatization patterns and bursa of Fabricius in North American shorebirds. *Wilson Bull.*, 84 : 329-339.
- McNEIL, R. and J. BURTON, (in preparation). Methods for distinguishing first-year birds from adults in some North American shorebirds.
- McNEIL, R. and M. CARRERA DE ITRIAGO, 1968. Fat deposition in the Scissors-tailed Flycatcher (*Muscivora t. tyrannus*) and the Small-billed Elaenia (*Elaenia parvirostris*) during the austral migratory period in northern Venezuela. *Can. J. Zool.*, 46 : 123-128.
- MEINERTZHAGEN, R., 1955. Speed and altitude of bird flight. *Ibis*, 97 : 81-117.
- MEYER DE SCHAUSENSEE, R. M., 1966. The species of birds of South America and their distribution. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Livingston Publ., Narberth, Pennsylvania, 578 p.
- ODUM, E. P., 1960. Lipid deposition in nocturnal migrant birds. *Proc. XII Int. orn. Congr., Helsinki 1958* : 563-576.
- ODUM, E. P., C. E. CONNELL and H. L. STODDARD, 1961. Flight energy and estimated flight ranges of some migratory birds. *Auk*, 78 : 515-527.
- PALMER, R. S., 1967. Species accounts, p. 143-267. In: G. D. Stout (ed.), *The Shorebirds of North America*. Viking Press, New York, 270 p.
- PHELPS, W. H., y W. H. PHELPS, Jr., 1958. Lista de las aves de Venezuela con su distribución. Tomo II. Parte 1. No Passeriformes. *Boln Soc. venez. Cienc. nat.*, 19(20) : 1-317.
- POUGH, R. H., 1953. *Audubon guides : All the birds of Eastern and Central North America*. National Audubon Society, Doubleday & Co. Inc., Garden City, New York, 664 p.
- RAVELING, D. G., and E. A. LEFEBVRE, 1967. Energy metabolism and theoretical flight range of birds. *Bird-Banding*, 38 : 97-113.

RECHERCHES CHIMIOTAXINOMIQUES SUR LES PLANTES
VASCULAIRES, XXVI. LES FLAVONOÏDES DES SARRACÉNIACÉES,
NÉPENTHACÉES, DROSÉRACÉES ET CÉPHALOTACÉES ; ÉTUDE
CRITIQUE DE L'ORDRE DES SARRACÉNALES

M. JAY et P. LEBRETON

Service de phytochimie, Département de biologie végétale, U.E.R. des sciences de la nature, Université Claude-Bernard Lyon I, 43, boulevard du 11 novembre 1918, 69 Villeurbanne, France

Résumé

Les familles des Sarracéniacées, Népenthacées, Droséracées et Céphalotacées ont été analysées pour leur contenu polyphénolique. D'un point de vue chimique, la présence de gossypétine chez *Sarracenia flava* et de leucopélargonidine chez *Drosera* est à signaler. D'un point de vue systématique l'Ordre des Sarracénales est réduit aux familles des Sarracéniacées et des Népenthacées dont les liens de parenté sont nuancés ; quant aux Céphalotacées et aux Droséracées, leurs représentants sont rapprochés respectivement des Saxifragacées et des Pariétales.

Abstract

A comparative chemical study has been made of leucoanthocyanins, flavonols, flavones and ellagic acid, in the carnivorous families Sarraceniaceae, Nepenthaceae, Droseraceae and Cephalotaceae ; the occurrence of gossypetin in *Sarracenia flava* and leucopelargonidin in *Drosera* is of chemical interest. From this survey, it is obvious that the Sarraceniaceae and the Nepenthaceae are related closely enough ; on the other hand, the differences, especially chemical, are too great to support a relationship between these both taxa and the families Droseraceae and Cephalotaceae. It seems more likely to place the Cephalotaceae near the Saxifragaceae (Order Rosales) and the Droseraceae with the Parietales.

Introduction

Les disciplines classiques de la taxonomie ont amené les systématiciens à émettre des conclusions assez divergentes sur les affinités des Sarracéniacées, des Népenthacées, des Droséracées et des Céphalotacées, quatre familles dont les représentants " carnivores " montrent une différenciation foliaire très accusée en relation avec leur physiologie nutritionnelle spécialisée.

C'est ainsi que Engler (1891), Rendle (1959) et Melchior (1964) réunissent

sous le vocable de Sarracénales, les Sarracéniacées, les Népenthacées et les Droséracées, et rattachent les Céphalotacées aux familles des Saxifragacées et des Crassulacées, dans l'Ordre des Rosales.

Wettstein (1935) et Emberger (1960), malgré certaines réserves, sont d'avis de ranger dans l'Ordre des Sarracénales, à côté des Sarracéniacées et des Népenthacées, la famille des Céphalotacées, et préfèrent placer les Droséracées dans l'Ordre des Pariétales.

Enfin, Takhtajan (1959) réduit l'Ordre des Sarracéniales aux seules Sarracéniacées et Népenthacées, et regroupe Droséracées et Céphalotacées dans l'Ordre des Saxifragales (super-Ordre des Rosiflores).

La définition d'un Ordre des Sarracéniales nous apparaît donc comme un sujet très controversé, le seul point d'accord se limitant, semble-t-il à la reconnaissance d'une parenté entre Sarracéniacées et Népenthacées. C'est pourquoi, persuadés de la valeur taxinomique du critère biochimique, il nous a paru intéressant d'aborder ce problème par le biais du chimisme polyphénolique des représentants de ces quatre familles, sans nous dissimuler d'ailleurs qu'il ne recevrait pas une solution définitive grâce à cette contribution.

La littérature nous fournit déjà à ce sujet un certain nombre d'informations ; c'est ainsi que sous l'angle polyphénolique, on doit à Bate-Smith (1962) la connaissance du chimisme de plusieurs espèces de Sarracéniales *sensu lato* ; nous confirmerons, en les complétant parfois, les résultats de cet auteur pour *Sarracenia purpurea*, *Drosera binata*, *Drosera rotundifolia*, et nous lui emprunterons ceux relatifs à *Nepenthes distillatoria*, *Nepenthes rafflesiana* et *Cephalotus follicularis*.

Sous cet angle polyphénolique, les autres contributions dont les résultats sont assez épars et incomplets, intéressent uniquement le genre *Drosera* chez qui Lebreton et Bouchez (1967) rapportent la présence d'acide ellagique et de diverses leucoanthocyanes, et chez qui Paris et Delaveau (1959), Thomson et Wilkie (1961), Bienenfeld et Kitzlmeier (1966) identifient la quercétine comme le flavonol majeur.

Les Droséracées ont également attiré l'attention des chercheurs pour leurs

composés naphtoquinoniques : Paris et Delaveau, 1959 ; Bendz et Lindberg, 1968, 1969 ; Krishnamoorthy et Thomson, 1969 ; et surtout Zenk *et al.*, 1969 ; au cours d'un survol systématique, ces derniers auteurs soulignent la distribution générale de la plumbagine et (ou) de la méthyl-7 juglone chez 17 espèces de *Drosera* et chez les trois genres monospécifiques : *Aldrovandia*, *Dionaea* et *Drosophyllum*.

Matériel et méthodes

Le matériel végétal analysé a été récolté en grande partie dans les serres du jardin botanique de la ville de Lyon¹ ; seules deux espèces (*Drosera rotundifolia* et *Drosera longifolia*) proviennent de tourbières naturelles (Grand Lemps, Isère, France).

L'appareil végétatif aérien des divers échantillons est soumis à une technique d'hydrolyse acide décrite antérieurement (Lebreton, Jay et Voirin, 1967) ; elle s'appuie sur la transformation des leucoanthocyanes en anthocyanidines correspondantes et sur l'hydrolyse des hétérosides flavoniques par HCL 2N au Bain-Marie bouillant. Flavonols-flavones et anthocyanidines sont alors extraits successivement et respectivement par l'éther et le *n*-butanol ; les extraits correspondants sont soumis à la chromatographie sur papier Whatman n° 1 ou sur couches minces de gel de silice ou de polyamide, à l'aide des solvants classiques. L'identification des composés de chaque fraction est complétée par spectrophotométrie U.V. en présence de divers réactifs.

Résultats

Les résultats de notre étude apparaissent au tableau I.

¹ Nous remercions Monsieur P. Berthet, Directeur du jardin botanique de la ville de Lyon, qui nous a donné accès à ses collections.

TABLEAU I

Distribution des flavonoïdes chez les Sarracéniacées, Népenthacées, Droséracées et Céphalotacées

	Présence de leucoanthocyanes	LD	LC	LP	Présence de flavonols	M.	Q.	K.	Acide ellagique	Autres
SARRACÉNIACÉES										
<i>Sarracenia purpurea</i> L.	+	-	++	-	+	-	++	(+)	-	
<i>Sarracenia flava</i> L.	+	-	++	-	+	-	++	(+) ?	-	Gossypétine (+)
<i>Sarracenia psittacina</i> Michx.	+	-	++	-	+	-	++	(+) ?	-	
<i>Sarracenia drummondii</i> Croom	+	-	++	-	+	-	++	(+)	-	Lutéoline (+) ?
<i>Sarracenia variolaris</i> Michx.	+	-	++	-	+	-	++	(+) ?	-	Lutéoline (+) ?
<i>Darlingtonia californica</i> Torr.	+	-	++	-	+	-	++	-	-	
NÉPENTHACÉES										
<i>Nepenthes destillatoria</i> L.	+	-	++	-	+	-	++	(+)	-	
<i>Nepenthes rafflesiana</i> Jack.	+	-	++	-	+	-	++	(+)	-	
<i>Nepenthes morganiana</i> X Veitch ex Marters	+	-	++	-	+	-	++	(+)	-	
<i>Nepenthes chelsonii</i> X Veitch ex Marters	+	-	++	-	+	-	++	(+)	-	
DROSÉRACÉES										
<i>Drosera binata</i> Labill.	+	+	+	+	+	+	++	-	+	
<i>Drosera capensis</i> L.	+	+	+	+	+	+	++	(+)	+	
<i>Drosera longifolia</i> L.	+	+	+	+	+	+	++	-	+	
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	+	+	+	+	+	+	++	-	+	
<i>Drosera spatulata</i> Labill.	+	+	+	+	+	(+) ?	++	-	+	
<i>Dionaea muscipula</i> Ellis	+	++	+	-	+	+	++	-	+	
<i>Drosophyllum lusitanicum</i> Link	+	++	+	(+)	-	-	-	-		Lutéoline +
CÉPHALOTACÉES										
<i>Cephalotus follicularis</i> Labill.	-	-	-	-	+	+	+	-	+	

Les symboles suivants sont adoptés : pour les leucoanthocyanes : LD = leucodelphinidine, LC = leucocyanidine, LP = leucopélargonidine, pour les flavonols : M. = myricétine, Q. = quercétine, K. = kaempférol ; la gossypétine est la 8-OH quercétine, la lutéoline est la 5, 7, 3' 4'-tétra-OH flavone (dans les cas où elle est présente à l'état de traces, nous avons pu la confondre avec la méthyl-3 quercétine). Les signes ++ et (+) sont utilisés respectivement lorsque l'un des composés d'une classe est le constituant majeur ou mineur ; quant au signe (+) ? Il traduit un doute quant à l'identification exacte du composé mineur en question.

FAMILLES DES SARRACÉNIACÉES ET DES NÉPENTHACÉES

S'appuyant sur la morphologie foliaire et surtout sur la différenciation d'urnes ou d'ascidies, les systématiciens contemporains s'accordent à reconnaître un certain degré de parenté entre les représentants des Sarracéniacées et ceux des Népenthacées ; outre cette différenciation foliaire très poussée, mais qui pourrait être le résultat d'un phénomène de convergence, leurs conclusions sont également étayées par des caractères cytologiques ($2n = 78$ chez *Nepenthes*, $2n = 26$ chez *Sarracenia*, ce qui laisse présager un nombre chromosomique de base très voisin pour les deux genres) (Kondo, 1969 ; Kress, 1970) et par des caractères floraux : organisation polystémone de l'androcée, structure gamocarpique, pluriloculaire et supère du gynécée, mode de placentation . . .

À côté de ces ressemblances il existe cependant un certain nombre de divergences : c'est ainsi que d'un point de vue phytogéographique, les aires de distribution des deux familles sont très différentes : les Sarracéniacées sont originaires d'Amérique du Nord et d'Amérique tropicale alors que les Népenthacées sont localisées sur le pourtour de l'Océan Indien. Sous l'angle de l'organisation florale, les Népenthacées montrent des fleurs dioïques alors que les fleurs des Sarracéniacées sont bisexuées ; les fleurs des premières sont construites sur le type cyclique tandis que celles des secondes répondent au type spiralo-cyclique ; les ovules bitégumentés et crassinucellés chez les Népenthacées, sont monotégumentés et ténuinucellés chez les Sarracéniacées. Enfin, d'un point de vue anatomique, des perforations scalariformes existent chez les Sarracéniacées alors que seules des perforations simples ont été observées chez les Népenthacées (Metcalf et Chalk, 1950).

Sans affirmer que ces différences sont suffisantes pour justifier une coupure fondamentale entre les deux familles, tout au moins pouvons-nous les considérer comme assez significatives pour témoigner du caractère relativement évolué et autonome des Népenthacées par rapport aux Sarracéniacées.

Sur le plan chimique, les données polyphénoliques relatives aux deux familles nous amènent à une conclusion similaire ; en effet, dans leurs grandes lignes le chimisme des Sarracéniacées et celui des Népenthacées sont assez uniformes : présence de leucoanthocyanes illustrées par la seule leucocyanidine, et présence de flavonols avec la quercétine comme constituant majeur. Cependant, il convient de souligner, à côté de ce chimisme de base, la présence (certes à l'état de composés mineurs, mais incontestable) de gossypétine chez *Sarracenia flava*, de lutéoline ou de méthyl -3 quercétine chez *Sarracenia drummondii* et *Sarracenia variolaris*, c'est-à-dire de structures flavoniques dont le mode de substitution témoigne très certainement d'un caractère chimique évolué, et qui n'ont pu être décelées que chez les Sarracéniacées.

Ces résultats biochimiques et les conclusions taxinomiques classiques, ainsi que l'apparente contradiction dans leurs incidences phylogénétiques, ne font que renforcer l'idée d'une relative autonomie des Népenthacées par rapport aux Sarracéniacées.

FAMILLE DES CÉPHALOTACÉES

Nous avons vu que Wettstein et Emberger rangent l'unique représentant de cette famille, *Cephalotus follicularis*, à côté des Sarracéniacées et des Népenthacées, alors que Engler et Takhtajan lui reconnaissent des liens de parenté assez étroits avec les Rosales et plus

précisément avec certains représentants des Saxifragacées ou des Crassulacées.

De toute évidence, le point de vue des deux premiers auteurs est motivé par la grande spécialisation foliaire et le mode de vie du *Cephalotus*. Pourtant, par bien des points d'organisation florale en particulier (androcée diplostémone et surtout gynécée isomère apocarpe dont chaque carpelle ne renferme qu'un ou deux ovules) les Céphalotacées se distinguent si nettement des Sarracéniacées et des Népenthacées qu'on peut douter du bien fondé d'un tel rapprochement.

Les données biochimiques sont loin de nous contredire dans cette manière de voir ; en effet, la définition polyphénolique de *Cephalotus follicularis* est très différente du profil que nous venons de dégager au sujet des Sarracéniacées et des Népenthacées : nous assistons à la disparition des leucoanthocyanes et à l'apparition d'acide ellagique. Une telle définition recoupe très étroitement celle que l'un d'entre nous (Jay, 1969) a déjà donnée pour diverses Saxifragacées : *Bergenia*, *Peltoboykinia*... (Saxifragacées-Saxifragoïdées) et surtout *Penthorum* (Saxifragacées-Pentthoroïdées)² avec lequel *Cephalotus* partage de nombreux traits d'organisation florale.

En l'état actuel de nos connaissances, il nous apparaît comme une solution assez satisfaisante au problème soulevé par la position systématique du *Cephalotus follicularis*, de rapprocher les Céphalotacées des Saxifragacées et de les éloigner des Sarracéniacées et des Népenthacées.

² Au cours de cette étude antérieure, nous sommes arrivés à la conclusion que le genre *Penthorum* qui possède de nombreux caractères tant de Saxifragacées que de Crassulacées, ne pouvait de par son chimisme polyphénolique être rangé qu'à côté des Saxifragacées-Saxifragoïdées.

FAMILLE DES DROSÉRACÉES

Les Droséracées, avec les genres *Drosera*, *Aldrovandia*, *Drosophyllum* et *Dionaea*, constituent une famille assez bien caractérisée d'un point de vue écologique puisque ses représentants habitent surtout les stations humides tourbeuses ou sablonneuses, et d'un point de vue physiologique puisque la plupart portent sur leurs feuilles des organes capités et glanduleux dont les mouvements et sécrétions assurent la capture et la digestion des proies animales.

Une certaine variabilité se manifeste toutefois au sein de la famille sur le plan de l'organisation florale ; en effet, les fleurs construites en général sur le type 5 montrent un périanthe double, une androcée isostémone chez *Drosera* et *Aldrovandia*, polystémone chez *Dionaea* et *Drosophyllum*, un ovaire uniloculaire formé de 3 à 5 carpelles et une placentation pariétale chez *Drosera* et *Aldrovandia*, basale chez *Dionaea* ; d'un point de vue caryologique, les résultats sont également assez divergents puisque le nombre de chromosomes somatiques est égal à 20 (ou un multiple) chez *Drosera*, à 30 chez *Dionaea* et à 12 chez *Drosophyllum* (Kondo, 1969).

Sur le plan chimique, c'est une homogénéité encore relative que nous saisissons tant au niveau de la définition naphtoquinonique (certaines espèces possèdent de la plumbagine, d'autres de la méthyl-7 juglone, d'autres enfin possèdent les deux structures) qu'au niveau de la définition polyphénolique. Sous ce dernier aspect, les Droséracées se caractérisent par la présence de leucoanthocyanes : leucodelphinidine, leucocyanidine et leucopélargonidine (composé dont il convient de souligner la rareté dans le règne végétal), par la présence de flavonols : myricétine, quercétine kaempférol, et enfin par la présence d'un

acide phénol particulier : l'acide ellagique. On notera cependant une certaine individualité biochimique pour les genres *Dionaea* (chez qui la leucopélargonidine est absente) et *Drosophyllum* (qui est dépourvu d'acide ellagique et de flavonols, ces derniers étant remplacés par une flavone).

Ce chimisme assez singulier des Droséracées ne nous permet pas de retenir l'hypothèse formulée par Engler d'un rapprochement Droséracées-Sarracéniacées ou Droséracées-Népenthacées, d'autant que les Droséracées diffèrent des deux autres familles et par leur organisation florale et par leur caryologie. Il ne plaide pas davantage en faveur de l'hypothèse de Takhtajan qui entrevoit un rapprochement des Droséracées avec l'unique représentant des Saxifragacées-Parnassioïdées : le genre *Parnassia* ; en effet, nous avons déjà signalé (Jay, 1969) que la définition polyphénolique de *Parnassia palustris* par exemple est très différente de celle des *Drosera* ; de plus, Hamel (1953) et Lebègue (1953) s'appuyant respectivement sur des observations caryologiques et embryologiques émettent de vives objections à la reconnaissance d'une éventuelle parenté entre ces deux taxons.

Doit-on par conséquent se rallier au point de vue de Wettstein et de Emberger ? L'un d'entre nous (Lebreton, 1968) a déjà envisagé comme possible le rapprochement Droséracées-Pariétales, les premières voisinant alors avec les Frankéniacées, les Violacées, les Tamaricacées . . . , c'est-à-dire avec les représentants de ce que l'auteur appelle le phylum ellagique des Pariétales. Pour l'heure, cette solution apparaît comme la moins criticable parmi celles proposées, mais nous nous devons d'être très prudents avec une famille dont les représentants sont par bien des points tout à fait exceptionnels.

Conclusion

De cette étude chimiotaxinomique ainsi que de la confrontation de ses conclusions avec les données des disciplines classiques, il ressort que les familles des Droséracées et des Céphalotacées doivent être écartées de celles des Sarracéniacées et des Népenthacées ; les Céphalotacées montrent en effet des liens de parenté indéniables avec les Rosales et plus particulièrement avec les Saxifragacées-Penthoroidées ; quant aux Droséracées, avec toutes les réserves qui s'imposent à l'heure actuelle au sujet de leurs affinités, il semble préférable de les rattacher aux Pariétales.

En ce qui concerne les Sarracéniacées et les Népenthacées, si nous ne retenons que leurs définitions chimiques de base, nous devons admettre que ces dernières plaident tout autant sinon plus que les données anatomomorphologiques, en faveur de la reconnaissance d'un Ordre des Sarracéniacées réunissant les deux taxons. Toutefois, sans nier l'origine commune des représentants respectifs des deux familles, les restrictions émises nous amènent à penser qu'ils ont probablement évolué sur des voies différentes.

Références

- BATE-SMITH, E. C., 1962. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance, I. Dicotyledons. *J. Linn. Soc. (Bot.) London*, 58 : 95-173.
- BENDZ, G. and G. LINDBERG, 1968. Naphtoquinones and anthocyanins from two *Drosera* species. *Acta chem. scand.*, 22 : 2722-2723.
- BENDZ, G. and G. LINDBERG, 1969. Note on the pigments of some *Drosera* species. *Acta chem. scand.*, 24 : 1082-1083.
- BIENENFELD, W. and H. KATZLMEIER, 1966. Flavonoïds from *Drosera rotundifolia*. *Arch. Pharm.*, 299 : 598-602.
- EMBERGER, L., 1960. Les végétaux vasculaires in CHADEFAUD, M. et L. EMBERGER, *Traité*

- de Botanique Systématique, II. Masson. Paris, 1539 p.
- ENGLER, A. and K. PRANTL, 1891. Die natürlichen Pflanzenfamilien, III (2) : 244-272, et III (2a) : 39-40. Berlin.
- HAMEL, J. L., 1953. Contribution à l'étude cytotoxonomique des Saxifragacées. *Rev. Cytol. Biol. vég.*, 14 : 113-313.
- JAY, M., 1969. Distribution des flavonoïdes chez les Saxifragacées *sensu stricto*. *Trav. Lab. de la Jaysinia, Mus. natn Hist. nat.*, 3 : 111-165.
- KONDO, K., 1969. Chromosome numbers of carnivorous plants. *Bull. Torrey bot. Club*, 96 : 322-328.
- KRESS, A., 1970. Zytotaxonomische Untersuchungen an einigen Insektenfängern (Droseraceae, Byblidaceae, Cephalotaceae, Roridulaceae, Sarraceniaceae). *Ber. dt. bot. Ges.*, 83 : 55-62.
- KRISHNAMOORTHY, V. and R. H. THOMSON, 1969. A new binaphthoquinone from *Drosera ramentacea*. *Phytochem.*, 8 : 1591-1594.
- LEBÈGUE, A., 1953. Embryogénie des Parnassiacées. Développement de l'embryon de *Parnassia palustris* L., *C. r. Acad. Sci. Paris*, 236 : 1693-1695.
- LEBRETON, P., 1968. Phylogénie des Pariétales d'après leur contenu polyphénolique. *Naturalia monspel.*, Ser. Bot., 19 : 79-86.
- LEBRETON, P. et M. P. BOUCHEZ, 1967. Distribution des composés polyphénoliques chez les Pariétales. *Phytochem.*, 6 : 1601-1608.
- LEBRETON, P., M. JAY et B. VOIRIN, 1967. Sur l'analyse qualitative et quantitative des flavonoïdes. *Chim. analyt.*, 49 : 375-383.
- MELCHIOR, H., 1964. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. II. Berlin Nikolasse, 660 p.
- METCALFE, C. R. and L. CHALK, 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford University Press, 1500 p.
- PARIS, R. R. et P. DELAVEAU, 1959. Isolement de la plumbagone de *Drosera auriculata* et de la ramentacéone de *Drosera ramentacea*. *Annls pharm. fr.*, 17 : 585-592.
- RENDLE, A. B., 1959. The classification of the flowering plants. II. Dicotyledons. Cambridge, 640 p.
- TAKHTAJAN, A., 1959. Die Evolution der Angiospermen. Jena, 344 p.
- THOMSON, A. H. and K. Ç. B. WILKIE, 1961. Some alleged naturally occurring quinones. *Chem. Ind.*, 1712-1713.
- WETTSTEIN, R., 1935. Handbuch der systematischen Botanik. Leipzig, Deutsche, 1152 p.
- ZENK, Z. H., M. FURBRINGER and W. STEGLICH, 1969. Occurrence and distribution of 7-méthyl juglone and plumbagin in the Droseraceae. *Phytochem.*, 8 : 2199-2200.

BERRY SIZE AND SEED NUMBER IN COMMERCIAL LOWBUSH BLUEBERRY FIELDS OF NOVA SCOTIA

L. P. JACKSON

Experimental Farm, Canada Department of Agriculture, Nappan, Nova Scotia

L. E. AALDERS and I. V. HALL

Research Station, Canada Department of Agriculture, Kentville, Nova Scotia

Résumé

Les fruits de trois champs de bleuets (*Vaccinium angustifolium* Ait.) ont été échantillonnés et chacun des trois échantillons de 500 g a été passé à travers une série de tamis. L'échantillon venant du champ situé à Nappan contenait plus de fruits dans la plus forte classe de grosseur (9.2 mm), et moins de fruits dans la classe de 4.4 mm, que les échantillons venant de champs avoisinants à Athol et à Southampton. Les coefficients de corrélation entre le nombre de graines gonflées et le poids du fruit étaient plus élevés dans l'échantillon de Nappan. À Nappan les températures nocturnes durant le mois de juin 1971, sont descendues 5 fois près du point de congélation au niveau du sol. Les champs d'Athol et de Southampton sont plus susceptibles au froid, ainsi que le montrent les données accumulées en 1972. Les auteurs discutent la possibilité que des dommages dus au froid aient été un facteur dans le développement du bleuets dans certains champs en 1971.

Abstract

A 500 g sample of fruit from the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.), from each of three fields, sieved through a set of screens revealed that the sample from a field at Nappan had more berries in the largest size class (9.2 mm) and less in the 4.4 mm category than samples taken from nearby fields at Athol and Southampton. Correlation coefficients between number of plump seed and berry weight and between number of collapsed seed and berry weight were greatest in the Nappan sample. Night temperatures during the month of June 1971 dropped to near freezing at ground level on 5 dates at Nappan. Fields at Athol and Southampton are more prone to frost as indicated by data tabulated in 1972. The possibility of chilling injury as being a factor in lowbush blueberry development on some fields in 1971 is discussed.

Introduction

Growing plants are not frost hardy and detrimental effects of chilling injury have been reported for many plant species (Levitt, 1956). Plant species common to a temperate climate, and

usually considered to possess frost hardy characteristics, are also vulnerable to abrupt drops in ambient temperature. Canham (1969) moved plants of ladino clover from a 20°C growth room to -3°C for six days and these did not recover when returned to the 20°C con-

ditions. Eaton (1966) has shown that cranberry fruit collected from bogs in British Columbia subjected to freezing temperatures was significantly smaller than fruit protected from frost by water from irrigation sprinklers. Hall *et al.* (1971) found that temperatures of -1.1°C for 4 hours or -2.2°C for greater than 1 hour both at anthesis and 6 days after pollination caused injury to leaves of lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium*, and the plants produced small berries.

In 1971, blueberry growers in Cumberland County of Nova Scotia, reported that berries at harvest were too small for harvesting. On fields in other areas within the county berries appeared to be of normal size and were harvested as usual.

In this paper we report variations in size of blueberry fruit picked on three fields in 1971 and the occurrence of small sized fruit is discussed in relation to temperatures which occurred during the month of June.

Materials and methods

On September 13 a sample of 500 g of berries was collected at random from three fields to obtain quantitative data on blueberry fruit produced in the season of 1971. All of the fields had been burn-pruned in the spring of 1970 and consequently 1971 was the first crop year. Field no. 1 at Nappan produced a crop of normal-sized berries whereas the two other fields at Athol (field no. 2) and Southampton (field no. 3) produced berries which were smaller than in previous years. In fact, the owner of the field at Southampton did not harvest his field because of small berry size.

The berries were graded for size by passing them through a nest of screens that separated them into 5 size classes.

One hundred berries from each sample, chosen from the various size classes as indicated in Table II, were individually weighed and immediately placed in a deep freeze at -5°C until individually examined with a stereo-microscope for seed content. Seeds were separated according to criteria of Bell (1957) into two classes, plump and collapsed. Plump seeds were considered capable of germination while collapsed seeds appeared empty, and without endosperm and embryo. Two samples of 20 plump and 20 collapsed seeds were held at 18.3°C to 21.1°C for 30 days between moist filter paper in Petri dishes to test their viability.

TABLE I

Minimum Ground Level Temperatures Recorded at Canada Experimental Farm, Nappan, Nova Scotia on five dates during June, 1971

Date	Température	
	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
June 2	0.6	33
5	0.0	32
7	1.1	34
15	0.6	33
29	0.6	33

Results

The ambient temperature in many Cumberland County blueberry fields may have dropped to below freezing values several times during the month of June 1971. For example the following temperatures were recorded at the Canada Experimental Farm, Nappan on five mornings in the month of June 1971 (Table I).

Other nearby areas such as Athol and Southampton generally are considered more prone to frost than the area at

Nappan. For example, on June 9, 1972 when the minimum temperature at Nappan was 3°C it was -1.0°C at the other 2 locations. Three days later, on June 12 when ground level temperature was -0.5°C at Nappan it was -4.0°C at Athol and -4.5°C at Southampton.

Sixteen percent of the berries from the Nappan field graded in the largest (9.2 mm) size while only 2 and 3 percent of this largest size were found in the Athol and Southampton samples. There were similar quantities of the intermediate (6.0 mm) sized berries in all samples but only 15 percent of the 4.4 mm (smaller) size in the Nappan sample as compared to 33 and 37 percent of this size in the Athol and Southampton samples (Table II).

Average numbers of plump, or well-developed seeds per berry from each field were not greatly different for each size class (Table III).

The data relating to numbers and percentages of plump and collapsed seeds are repeated from Table III in Table IV, along with values for these types of seeds as reported by Bell (1957).

Only one out of 40 collapsed seed germinated; whereas 26 out of 40 of the plump seeds germinated.

Correlation coefficients between berry weight and plump seed number and between berry weight and collapsed seed number were the greatest from the sample of berries collected in field no. 1 at Nappan (Table V).

TABLE II

Quantitative data on fruit size, number per size class and weights

Location	BERRIES			
	Size class mm	% of total number	Total weight g	Average weight g
Field 1 : Nappan	9.2	16	9.37	.585 ± .027
	7.6	31	11.11	.358 ± .010
	6.0	35	7.01	.200 ± .005
	4.4	15	1.67	.112 ± .002
	Culls	<4.4	3	—
Field 2 : Athol	9.2	2	1.01	.507 ± .033
	7.6	27	7.97	.295 ± .007
	6.0	35	6.68	.191 ± .005
	4.4	33	3.71	.112 ± .003
	Culls	<4.4	3	—
Field 3 : Southampton	9.2	3	1.40	.468 ± .024
	7.6	15	4.84	.323 ± .013
	6.0	37	7.14	.193 ± .006
	4.4	37	3.98	.108 ± .003
	Culls	<4.4	8	—

TABLE III

Quantitative data on blueberry seed, number of plump and collapsed per berry

Location	Berry size class	SEEDS					
		Total number	Average per berry	Plump		Collapsed	
				Total number	Average	Total number	Average
Field 1 : Nappan	mm						
	9.2	558	34.9 ± 2.6	196	12.2 ± 1.5	362	22.6 ± 1.6
	7.6	975	31.4 ± 1.8	307	9.9 ± 0.9	668	21.5 ± 1.3
	6.0	961	27.4 ± 1.4	248	7.1 ± 0.6	713	20.3 ± 1.2
	4.4	254	16.9 ± 1.5	50	3.3 ± 0.3	204	13.6 ± 1.4
	<4.4	—	—	—	—	—	—
		2748		801		1947	
Field 2 : Athol	9.2	67	33.5 ± 3.5	30	15.0 ± 4.0	37	18.5 ± 0.5
	7.6	896	33.2 ± 2.1	242	9.0 ± 0.8	654	24.2 ± 1.6
	6.0	1120	32.0 ± 2.4	259	7.4 ± 0.7	861	24.6 ± 2.0
	4.4	908	27.5 ± 2.0	120	3.6 ± 0.5	788	23.9 ± 1.9
	<4.4	—	—	—	—	—	—
			2991		651		2340
Field 3 : Southampton	9.2	71	23.7 ± 1.2	22	7.3 ± 0.3	49	16.3 ± 0.8
	7.6	384	25.6 ± 2.4	104	6.9 ± 0.9	280	18.7 ± 1.8
	6.0	914	24.7 ± 1.7	233	6.3 ± 0.6	681	18.4 ± 1.3
	4.4	706	19.1 ± 1.3	159	4.3 ± 0.5	547	14.7 ± 1.1
	<4.4	—	—	—	—	—	—
			2075		518		1557

TABLE IV

Quantitative data comparing blueberry seed characteristics (Bell 1957) and (Nappan 1971)

Location	Total seeds examined	Plump number	%	Collapsed number	%
Bell (1957)	69,092	14,935	21	54,747	79
Nappan (1971)					
Field 1 : Nappan	2,748	801	29	1,947	71
Field 2 : Athol	2,991	651	22	2,340	78
Field 3 : Southampton	2,075	518	25	1,557	75
All three	7,814	1,970	25	5,844	75

TABLE V

Correlation coefficients between berry weight and plump seed number, and between berry weight and collapsed seed number from samples collected September 13, 1971 in 3 lowbush blueberry fields in Cumberland County, Nova Scotia

Location	Coefficient of correlation	
	No. of plump seeds on berry weight	No. of collapsed seeds on berry weight
Field 1 : Nappan	.6036**	.3199**
Field 2 : Athol	.5243**	-.0094N.S.
Field 3 : Southampton	.3399**	.1650N.S.

** significantly different from zero at 0.01% probability

Discussion

We found an average of approximately 25 percent plump seeds and 75 percent collapsed seeds for all berries examined from the three locations. These values are quite similar to the proportions 21 percent plump and 79 percent collapsed seeds reported by Bell (1957).

Sufficient fertile seeds were present to ensure normal berry development (Wood, 1971) and inadequate pollination was not indicated as the major reason for small berry size in the fields studied here. Plump seed scored 65 percent germination while seeds separated into the collapsed fraction were practically nonviable.

Soil moisture supply is often considered a factor which could result in small berry size at ripening and maturity. The soil moisture budget kept at the Nappan Experimental Farm in 1971 showed that soil water replenishment by irrigation was required in experimental pasture trials on only two dates in June and on one date in July (26th). No irrigation was required in August as precipitation

total for the month was 18 cm (7.12 in) with amounts of 0.1 cm (0.04 in) or more recorded on 11 days. Irrigation demand on only three days of the crop season along with the generous amount of rainfall in August indicate a reasonable soil moisture supply during the growing season. Deficiency of this essential item was not likely to have been a factor affecting crop production in 1971.

The stronger correlation between berry weight and seed number at Nappan suggests that a more normal development occurred in that field than in the ones at Athol and Southampton.

The evidence presented strongly suggests that injury to plants and to fruit development of lowbush blueberry in some fields during the growing season of 1971 resulted from sub-freezing temperatures which occurred several times during the sensitive growth period immediately following flowering and pollination.

Acknowledgements

The authors wish to acknowledge with thanks the technical assistance of D. R. Blenkhorn.

References

- BELL, H. P., 1957. The development of the blueberry seed. *Can. J. Bot.*, 35 : 139-153.
- CANHAM, W. D., 1969. The effect of Alar-85 upon the physiology of two species of legume forage crops. B.Sc. Thesis, Dept. of Biology, Mount Allison University.
- EATON, G. W., 1966. The effect of frost upon seed number and berry size in the cranberry. *Can. J. Pl. Sci.*, 46 : 87-88.
- HALL, I. V., L. E. AALDERS and R. J. NEWBERRY, 1971. Frost injury to flowers and developing fruits of the lowbush blueberry as measured by impairment of fruit set. *Naturaliste can.*, 98 : 1053-1057.
- LEVITT, J., 1956. The hardiness of plants. Academic Press Inc., New York, N. Y., 278 p.
- WOOD, G. W., 1971. The relationship between pollinator density and seed number in lowbush blueberry. *Hort. Sci.*, 6 : 413.

ANALYSIS OF THE ANNUAL CYCLES OF SOIL AND AIR TEMPERATURES IN CANADA

C. E. OUELLET

Plant Research Institute, Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa.

Résumé

La moyenne des températures mensuelles de 136 années-stations provenant de 32 stations réparties à travers le pays ont servi à l'établissement des cycles moyens de températures du sol et de l'air pour le Canada. La moyenne annuelle de la température du sol pour la zone supérieure de 100 cm est de 3.6 C plus élevée que celle de l'air mais son amplitude est de 14.5 C inférieure à celle de l'air. Les moyennes mensuelles de températures du sol à une profondeur de 50 cm sont très proches de celles obtenues pour la zone supérieure de 100 cm. La radiation solaire, le degré d'humidité du sol et la couche de neige au sol peuvent expliquer en grande partie l'évolution des cycles de température dans le temps et en profondeur. L'importance relative de ces facteurs pour le développement de modèles destinés à l'évaluation de la température de sol est indiquée pour chaque mois.

Abstract

Mean annual cycles for soil and air temperatures in Canada have been calculated by averaging the monthly mean values for 136 station-years from 32 stations throughout the country. The mean annual soil temperature of the upper 100 cm is 3.6 C higher than that of the air, but its amplitude is 14.5 C less. The mean monthly soil temperatures at the 50 cm depth closely approximate the averages of the upper 100 cm layer. The evolution of the cycles with time and soil depth can be largely explained in terms of solar energy, soil water content and snow cover. The relative importance of these factors in the development of prediction models for soil temperature is indicated for each month.

Introduction

Soil and air temperature have similarities because they are both controlled by solar radiation. On the other hand, they show divergences because soil and air differ as to their constitution, their thermal properties, and the ways they are affected by moisture, snow, and wind. Specific combinations of soil and air temperatures are required for the growth and development of plants (Shul'gin, 1965). In many cases, soil temperature is a more significant parameter to plant life than air temperature (Chang, 1968 ;

Wang, 1963), e.g. the germination of seeds, the transformation of plant nutrients by microorganisms, the absorption of water and nutrients by plants, the winter survival of forage crops, the survival of various insects, and the development of certain diseases. However soil temperatures are available for only a limited number of localities in Canada. Models to estimate monthly soil temperatures would be a useful research tool.

The chief purpose of this study was to analyse how the main factors and principles by which soil temperature varia-

tions are commonly explained apply to Canada and to determine their relative importance for each month. This should provide a theoretical background useful in the development of prediction models of monthly soil temperatures for the whole country.

This paper contains a short literature review of the chief factors controlling soil and air temperatures. The mean regimes of solar radiation, soil moisture, and ground snow cover in Canada are briefly described. The average annual cycles of soil and air temperatures are discussed, the general characteristics at first, and the seasonal and monthly features in the second place.

Review of literature

ENERGY BALANCE

Soil and air temperatures are essentially controlled by the exchange of heat energy at the soil-air interface, the primary source of heat being solar radiation (Crawford & Legget, 1957). This energy exchange may be expressed by the following equation (Munn, 1966) :

$$\pm Q_n = \pm Q_g \pm Q_h \pm Q_e \quad [1]$$

Q_n is the net radiation at the earth surface. It is slightly negative at night, but highly positive in day during the summer, while during the winter in temperate latitudes it may be positive only for a few hours in the middle of the day (Sellers, 1969). If Q_n is positive, it is either converted into latent heat ($+Q_e$) to be consumed in the melting of ice and snow and/or in the evaporation of water, or in sensible heat to warm up the soil ($+Q_g$) or the air ($+Q_h$) (Wang, 1963). Q_n is mostly converted into latent heat over wet soil and in sensible heat over dry soil (Wang, 1963). Q_g averages 5 to 10 percent of Q_n for a completely vegetated surface, the percentage increasing for bare soil (Wilson & McCaughey,

1971). If Q_n is negative equation [1] implies that heat should be provided to the soil-air interface from the ground ($-Q_g$) or from the air ($-Q_h$) or from the condensation of water vapor ($-Q_e$). In equation [1], the flow of heat (Q_g or Q_h) and water vapor (Q_e) is taken as positive if it is from the surface, and negative if it is towards the surface.

Net radiation (Q_n) is made up of the direct and diffuse solar radiation reaching the earth surface (Q_t), minus the part of Q_t reflected by the surface (Q_r) and the net longwave radiation from the ground (Q_l). Stations observing radiation in Canada usually measure only the Q_t component (Canada Department of Transport, 1967). Q_r is commonly expressed in percentage of Q_t and called the albedo. It may vary from 5 for coniferous forests to 95 for fresh snow (Table 1). Q_l which is negative under normal conditions (Geiger, 1965), is the difference between the long-wave radiation received from the atmosphere and that emitted by the ground. It is less under cloudy or humid conditions (Wang, 1963).

THERMAL PROPERTIES OF SOIL AND AIR

The thermal energy from Q_n is distributed according to the thermal properties of the media. Thermal conductivity (λ) represents the rate at which heat energy passes through a unit area of a given substance when a temperature gradient of 1 C cm^{-1} exists. In soil, it is largely controlled by the degree of moisture. λ averages $0.0035 \text{ cal cm}^{-1} \text{ sec}^{-1} \text{ C}^{-1}$ in wet clay and 0.00085 in dry clay, while it is only 0.000055 in still air (Table I). Heat transfer in soil depends mostly on λ and the vertical temperature gradient. In the air forced convection is the main process of heat transfer although λ is still important near the soil surface (Trewartha, 1954).

TABLE I

Typical values of albedo A (percent of Q_t), thermal conductivity λ ($\text{cal cm}^{-1} \text{sec}^{-1} \text{C}^{-1}$), thermal capacity c ($\text{cal cm}^{-3} \text{C}^{-1}$), and thermal diffusivity k ($\text{cm}^2 \text{sec}^{-1}$) of a few substances.

Substance	A ¹	λ ²	c ²	k ²
Dry sand	35-45	0.000550	0.25000	0.00350
Wet sand	20-30	0.004000	0.40000	0.00700
Dry clay	20-35	0.000850	0.25000	0.00125
Wet clay	10-20	0.003500	0.35000	0.01100
New snow	77-95	0.000250	0.09000	0.00300
Ice	—	0.006000	0.46000	0.01300
Old snow	40-70	0.004000	0.37000	0.01100
Still water	—	0.001400	1.00000	0.00140
Still air	—	0.000055	0.00029	0.20000
Dry grass	15-25	—	—	—
Wet grass	33-37	—	—	—
Forest deciduous	10-20	—	—	—
Forest coniferous	5-15	—	—	—

¹ From Munn (1966) for dry and wet grass ; from Sellers (1969) for the other substances.

² Averaged from Geiger (1965).

The thermal capacity (c) is the amount of heat required to raise the temperature of one cubic centimeter of a substance by 1 C. c increases with the bulk density of the soil and its water content. It averages $0.35 \text{ cal cm}^{-3} \text{C}^{-1}$ in wet clay, 0.25 in dry clay, and only 0.00029 in air due to its low density (Table I).

Thermal diffusivity (k), which is represented by the ratio λ / c , is the most important thermal property as far as agriculture is concerned. It is an index of the rate at which the temperature is changing through a substance. The maximum soil temperature rise for a given amount of heat occurs somewhere between the extremes of dry and wet soil, i.e., in the range of water content where c increases less rapidly than λ ; k would be the greatest at a volumetric water

content varying from 9 to 20 percent, where λ is close to its maximum and c is relatively small (Sellers, 1969). k may vary from $0.011 \text{ cm}^2 \text{sec}^{-1}$ in wet clay to 0.00125 in dry clay (Table I). An average value of 0.004 was reported for temperate regions (Keen, 1932). In the air, it may range from 0.200 to $1.0 \times 10^5 \text{ cm}^2 \text{sec}^{-1}$ depending on the degree of turbulence (Sellers, 1969).

ENVIRONMENTAL FACTORS

As expected from the above considerations, two other factors exert a predominant influence on temperature : soil water content and ground snow cover. Soil water content affects all the thermal properties of soil and the various components of the energy balance at the soil-air interface (Geiger, 1965 ; Sellers,

1969). Because of its high albedo, a snow surface reflects most of the Q_t received during the day so that little heat is stored inside. Being a black-body snow radiates strongly during night, which lowers its surface temperature and that of the adjacent air layer (Wang, 1963). Due to its poor thermal conductivity the snow acts as an insulator reducing to almost zero the amplitude of temperature fluctuations through the soil. This property is most obvious when the snow is loose, but its influence is small when the snow is saturated with water (Shul'gin, 1965).

Materials and methods

SOIL AND AIR TEMPERATURE DATA

Soil and air temperature data (T_s and T_a), used in determining the cycles, are the averages of the monthly means of 136 station-years recorded from 1959 to 1968 throughout Canada (Canada Department of Transport, 1959-1968)

Seventy-five of the years are from stations located between latitudes 43° and 50° N, 31 from stations between 50° and 57° , and 30 from stations north of latitude 57° (Fig. 1). This averaging procedure was used to minimize the fluctuating contribution of air advection and local factors to the temperature cycles, so that the essential features of the cycles and the basic factors associated with them could be more easily discerned. Carson (1961) stated that the use of average conditions may show more realistic differences between soil and air temperatures when studying their annual cycles. Recently, the mean annual cycle of soil temperature in the United Kingdom has been obtained by averaging monthly data for all observing stations and was incorporated into a technique used to map soil temperatures (Mochlinski, 1970).

The temperatures have been observed as follows: T_s under a short turf by

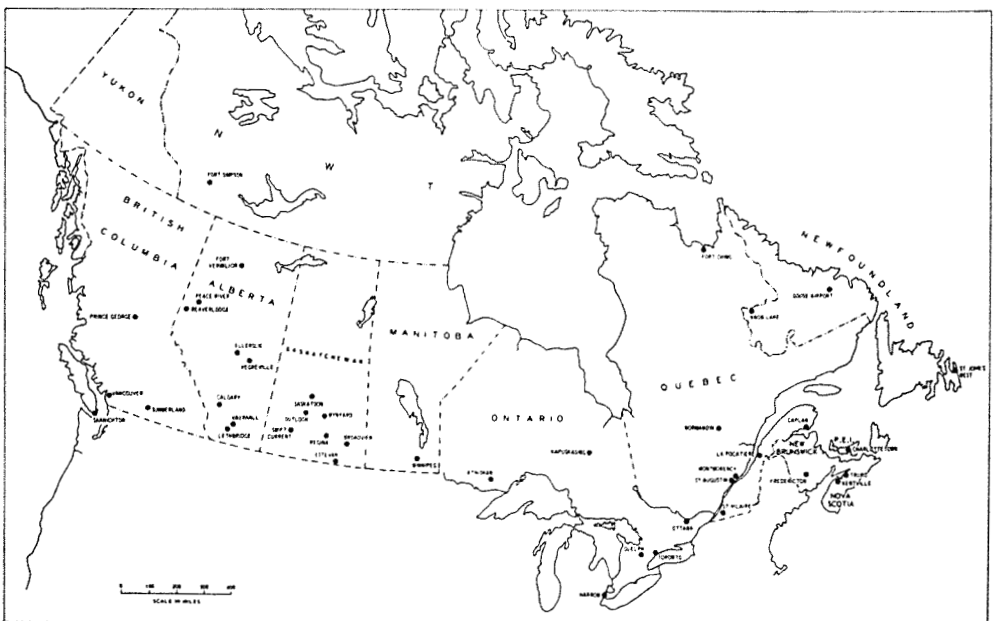


Figure 1. Distribution of stations.

TABLE II

Mean radiation (cal cm⁻² day⁻¹), ground snow cover (mm), and water balance (mm) in Canada.

Variable ¹	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Y
	<i>Radiation (15-stations av.)</i>												
Qt	112	195	316	401	482	534	530	442	326	199	108	84	311
	<i>Radiation (3-stations av.)</i>												
Qt	120	202	313	389	478	523	504	428	324	202	108	90	307
Qn	-41	-28	45	126	212	240	225	178	107	32	-15	-42	87
Qn/Qt	-.34	-.14	.14	.32	.44	.46	.45	.42	.33	.16	-.14	-.47	.28
	<i>Ground snow cover (136 station-years av.)</i>												
MSD	351	399	384	236	56	—	—	—	—	46	130	249	399
SCD	27	24	23	11	2	—	—	—	—	4	12	22	125
	<i>Water balance (15-stations av.)</i>												
P	51	44	46	47	57	70	67	66	63	52	55	52	670
PE	0	1	10	44	85	105	125	102	54	19	2	9	547
P-PE	51	43	36	3	-28	-35	-58	-36	9	33	53	52	123

¹ Qt — global solar radiation
 MSD — maximum snow depth
 P — precipitation
 (P-PE) — water balance

Qn — net radiation
 SCD — number of days with snow cover
 PE — potential evapotranspiration

thermistors, and Ta in a standard meteorological shelter at a height of about 1.4 m. Soil temperatures were recorded at six depths, i.e. 1, 10, 20, 50, 100, and 150 cm and are represented here by T1, T10, T20, T50, T100, and T150. However, mean soil temperatures (\bar{T}_s) are based on the upper 100 cm layer, particularly important in agriculture. They were calculated by the following equation :

$$\bar{T}_s = \sum_{i=1}^5 \left[\frac{T_u + T_l}{2} Z_i \right] / 100 \quad [2]$$

where Tu and Tl are the observed temperatures of the upper and lower surfaces of each layer i, and Zi is the thickness

of individual layers. Mean air temperatures (\bar{T}_a) are simply the averages of the mean daily maximum (Tmax) and minimum (Tmin) temperatures. Symbols Ts and Ta, used without a bar, represent soil and air temperatures referred to in general.

DERIVED PARAMETERS

A few parameters have been derived from the temperature values : the annual amplitude, which is the difference between the mean temperatures of the warmest and coldest months (Table 3) ; the monthly changes of net radiation and temperature which are the differences between the values of the month and

TABLE III

Annual amplitude of temperature (AMP) and reduction of amplitude per 10 cm depth (RAMP) in Canada.

Variable	AMP C	Soil layer cm	RAMP C/10 cm
Tmax	32.0	—	—
Tmin	29.2	—	—
\bar{T}_a	30.6	—	—
T1	23.3	—	—
T10	20.8	1-10	2.8
T20	19.1	10-20	1.7
T50	16.1	20-50	1.0
T100	12.5	50-100	0.7
T150	9.7	100-150	0.6
\bar{T}_s	16.1	1-100	1.1

the previous one (Table V); and the temperature gradient per 10 cm (Gs) calculated for the following layers: 1 to 10 cm (G1), 10 to 20 cm (G2), 20 to 50 cm (G3), 50 to 100 cm (G4), and 100 to 150 cm (Gs). The mean gradient \bar{G}_s refers to the upper 100 cm.

VARIABLES RELATED TO TEMPERATURE

Variables used to interpret the temperature cycles are the net radiation Q_n (Canada Department of Transport, 1967), the soil water content, reflected by the precipitation P minus the estimated potential evapotranspiration PE (Coligado *et al.*, 1968), the number of days with ground snow cover SCD and the maximum snow depth MSD obtained from published data (Canada Department of Transport, 1959-1968). Due to the small number of stations observing it, the averages of Q_n are based on only three stations with 5 to 7 years of observations: Goose Bay (lat $53^\circ 33'$, long $60^\circ 25'$), Ottawa (lat $45^\circ 27'$ long $75^\circ 37'$) and Toronto (lat $43^\circ 43'$, long $79^\circ 44'$). Since the mean global radiation

TABLE IV

Annual and seasonal averages of soil and air temperatures (C) and net radiation ($\text{cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$) in Canada.

Variable	Annual	Fall	Winter	Spring	Summer
Q_n	87.3	41.2	-37.3	127.6	214.0
\bar{T}_a	2.6	4.2	-11.2	1.9	15.8
T1	6.6	6.6	-2.6	4.1	18.4
T10	6.2	6.9	-2.1	3.2	16.7
T20	6.0	7.3	-1.5	2.7	15.7
T50	6.2	8.3	0.2	2.3	13.9
T100	6.1	9.1	2.2	2.0	11.1
T150	6.1	9.2	3.6	2.2	9.2
\bar{T}_s	6.2	8.1	0.0	2.5	14.0

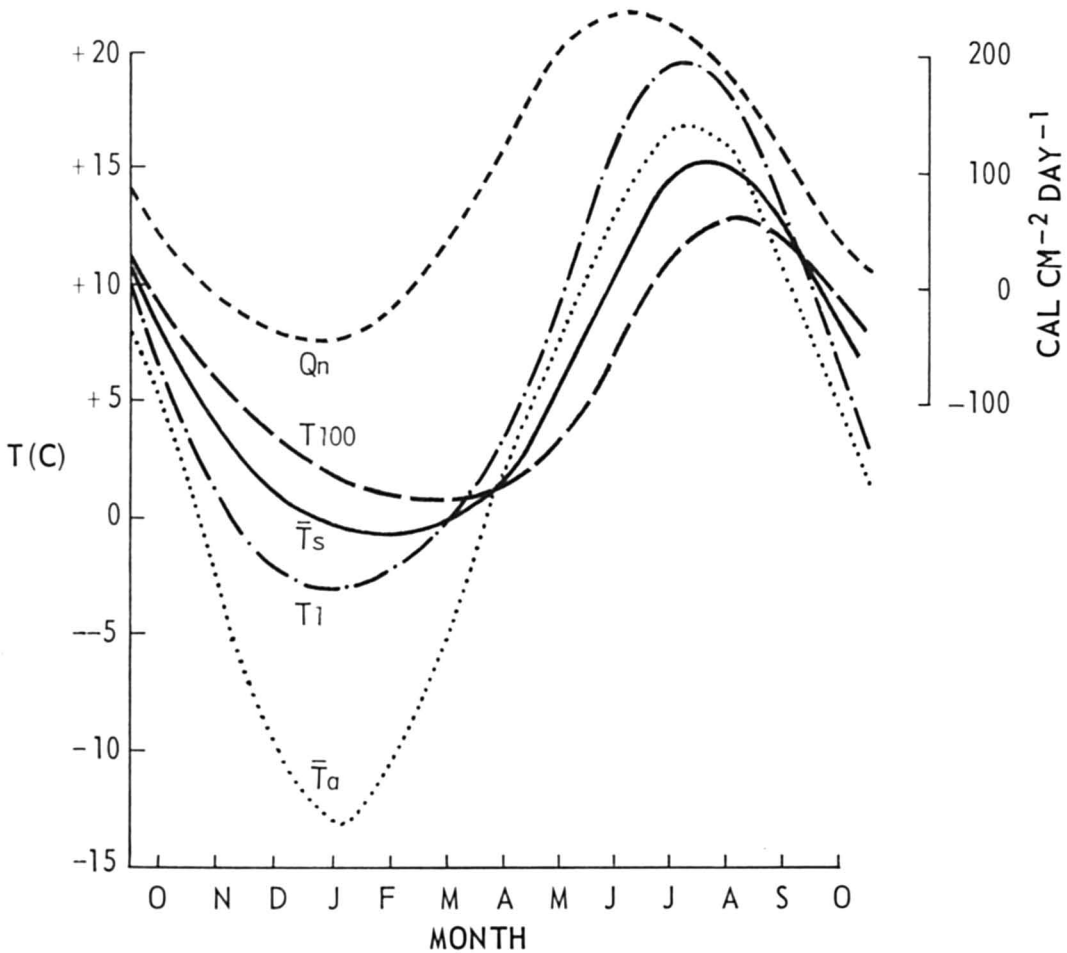


Figure 2. Mean annual cycles of soil and air temperatures (T_l , T_{100} , \bar{T}_s , \bar{T}_a) and net radiation (Q_n).

Q_t of these three stations are very close to that of 15 stations considered as representative of the country (Table II), the same similarity was assumed for Q_n . P and PE are the averages for 15 stations, while SCD and MSD are those of the 136 station-years used for T_s and T_a .

Results and discussion

CLIMATIC VARIABLES

A brief analysis of annual net radiation (Q_n), soil water content ($P-PE$) and

ground snow cover (MSD and SCD) is first required for the interpretation of temperature cycles (Table II).

Annual Q_n ($31.8 \text{ kcal cm}^{-2}$) amounts to 28 percent of global radiation (Q_t). Like Q_t , Q_n increases from January to June and decreases from July to December. It is positive from March to October and negative from November to February. Negative values are due to a low Q_t and to the strong reflection (Q_r) and radiation (Q_l) from the snow surface. The ratio Q_n/Q_t varies from 0.46 in June to -0.47 in December.

TABLE V

Monthly means and changes of temperature (C) and net radiation (cal cm⁻² day⁻¹),
and soil temperature gradients (C/10 cm) in Canada

Month/Variable	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	<i>Means</i>											
Qn	-41	-28	45	126	212	240	225	178	107	32	-15	-42
Tmax	- 8.9	- 5.2	0.2	7.4	14.5	20.1	23.1	21.7	16.3	9.8	0.4	- 5.9
Tmin	-17.9	-15.2	-10.3	- 3.1	2.6	8.2	11.3	10.3	5.5	0.4	- 7.3	-13.9
T̄a	-13.4	-10.4	- 5.1	2.1	8.6	14.2	17.2	16.0	10.9	5.1	- 3.4	- 9.9
T1	- 3.2	- 2.5	- 0.9	3.3	9.9	16.6	20.1	18.5	12.8	6.4	0.7	- 2.2
T10	- 2.6	- 2.2	- 0.9	2.3	8.2	14.6	18.2	17.3	12.5	6.7	1.6	- 1.4
T20	- 2.0	- 1.8	- 0.9	1.9	7.1	13.3	17.1	16.6	12.4	7.1	2.3	- 0.7
T50	- 0.2	- 0.6	- 0.2	1.6	5.4	11.1	15.0	15.5	12.7	8.2	4.1	1.3
T100	2.0	1.2	0.9	1.5	3.5	8.0	11.9	13.4	12.2	9.1	5.9	3.4
T150	3.4	2.6	2.0	1.9	2.8	6.3	9.7	11.6	11.4	9.3	7.0	4.8
T̄s	- 0.4	- 0.6	- 0.2	1.8	5.8	11.4	15.2	15.5	12.5	8.0	3.8	1.0
	<i>Changes</i>											
Qn	1	13	73	81	86	28	- 15	- 47	- 71	- 75	- 47	-37
Tmax	- 3.0	3.7	5.4	7.2	7.1	5.6	3.0	- 1.4	- 5.4	- 6.5	- 9.4	- 6.3
Tmin	- 4.0	2.3	5.3	7.2	5.7	5.6	3.1	- 1.0	- 4.8	- 5.1	- 7.7	- 6.6
T̄a	- 3.5	3.0	5.3	7.2	6.5	5.6	3.0	- 1.2	- 5.1	- 5.8	- 8.5	- 6.5
T1	- 1.0	0.7	1.6	4.2	6.6	6.7	3.5	- 1.6	- 5.7	- 6.4	- 5.7	- 2.9
T10	- 1.2	0.4	1.3	3.2	5.9	6.4	3.6	- 0.9	- 4.8	- 5.8	- 5.1	- 3.0
T20	- 1.3	0.2	0.9	2.8	5.2	6.2	3.8	- 0.5	- 4.2	- 5.3	- 4.8	- 3.0
T50	- 1.5	- 0.4	0.4	1.8	3.8	5.7	3.9	0.5	- 2.8	- 4.5	- 4.1	- 2.8
T100	- 1.4	- 0.8	- 0.3	0.6	2.0	4.5	3.9	1.5	- 1.2	- 3.1	- 3.2	- 2.5
T150	- 1.4	- 0.8	- 0.6	- 0.1	0.9	3.5	3.4	1.9	- 0.2	- 2.1	- 2.3	- 2.2
T̄s	- 1.4	- 0.4	0.4	1.6	4.0	5.6	3.8	0.3	- 3.0	- 4.5	- 4.2	- 2.8
	<i>Gradients</i>											
G1	0.7	0.3	0.0	- 1.1	- 1.9	- 2.2	- 2.1	- 1.3	- 0.3	0.3	1.0	0.9
G2	0.6	0.4	0.0	- 0.4	- 1.1	- 1.3	- 1.1	- 0.7	- 0.1	0.4	0.7	0.7
G3	0.6	0.4	0.2	- 0.1	- 0.6	- 0.7	- 0.7	- 0.4	- 0.1	0.4	0.6	0.7
G4	0.4	0.4	0.2	- 0.0	- 0.4	- 0.6	- 0.6	- 0.4	- 0.1	0.2	0.4	0.4
G5	0.3	0.3	0.2	- 0.1	- 0.1	- 0.3	- 0.4	- 0.4	- 0.2	0.0	0.2	0.3
Ḡs	0.5	0.4	0.2	- 0.2	- 0.6	- 0.9	- 0.8	- 0.5	- 0.1	0.3	0.5	0.6

The monthly water budget (P-PE) is negative from May to August, the largest deficit (-58 mm) occurring in July. On the average, the soil progressively dries from May to September, replenishing its moisture from this month on, and reaching its maximum water content with the melting of the snow in spring. Here, the calculation of the water budget was simplified. The following were not taken into account : the conditions for PE are not always satisfied ; the water storage of soil is limited ; and a part of P is lost by runoff.

The number of days with ground snow cover (SCD) is high from December to March (22 to 27 days) moderate in November and April (12 and 11 days), and small in October and May (4 and 2 days). Maximum snow depth (MSD) increases from 46 mm in October to 399 mm in February to decrease to 56 mm in May. In fall, MSD rises slowly due to the unfrozen state of soil and the heat released by ground (-Qg). Its decrease is rapid in spring because of the fast increase of Qn and Tmax, and the melted snow.

ANNUAL TEMPERATURE DATA

Annual course of temperature

The annual cycles of Ts and Ta, with a colder period from November to March and a warmer one from April to October show the same type of sigmoid curve as Qn (Fig. 2). Extreme values of Qn, \bar{T}_a , and \bar{T}_s lag behind each other by three to four weeks, the maxima occurring on about June 21, July 15 and August 6, and the minima on December 15, January 15, and February 15, respectively. The time lags may be attributed to the thermal capacity of air and soil (much greater for soil than air), delaying their response to the changes of Qn.

During the colder period, \bar{T}_s greatly exceeds \bar{T}_a and its amplitude is smaller

(Fig. 2). The decrease of Ts is reduced by the snow cover which prevents ground radiation and insulates the soil from the colder air. On the other hand, the strong Qr and Ql of the snow contribute to lower \bar{T}_a . During the warmer period, \bar{T}_a is higher than \bar{T}_s (even if T1 exceeds \bar{T}_a), because the thermal diffusivity is much greater in air than soil.

Due to these characteristics of \bar{T}_s and \bar{T}_a their annual curves cross on about April 15 and September 15, \bar{T}_s becoming respectively lower and higher than \bar{T}_a (Fig. 2). Soil temperatures exhibit the same feature on account of the reversal of their gradient throughout the soil profile, T1 being higher than T100 after April 1 but lower than it after September 24.

The vertical soil temperature gradient (Gs), as indicated by the spacing of curves (Fig. 2), is stronger during the warmer than the colder period. The large Qn coupled with the drier soil surface layer increases the temperature gradient (Gs) during the warmer period, while the ground snow cover, the large water content, and the heat released by the freezing of soil water decrease it during the colder one.

Mean annual values

Annual \bar{T}_s (6.2 C) is higher than \bar{T}_a by 3.6 C (Table IV). It has been stated (Carson, 1961) that the difference may exceed 3.3 C in regions either of considerable snow cover or of abundant sunshine. Annual Ts is quite uniform throughout the soil profile, the greatest deviation from \bar{T}_s , showed by T1, being only 0.4 C. Annual Ts is about same to a considerable depth below the soil surface ; it is largely independant of soil surface color, texture, drainage, and organic matter content, but it might be affected to a few degrees by slope, and in some places by cover (Smith *et al.*, 1964).

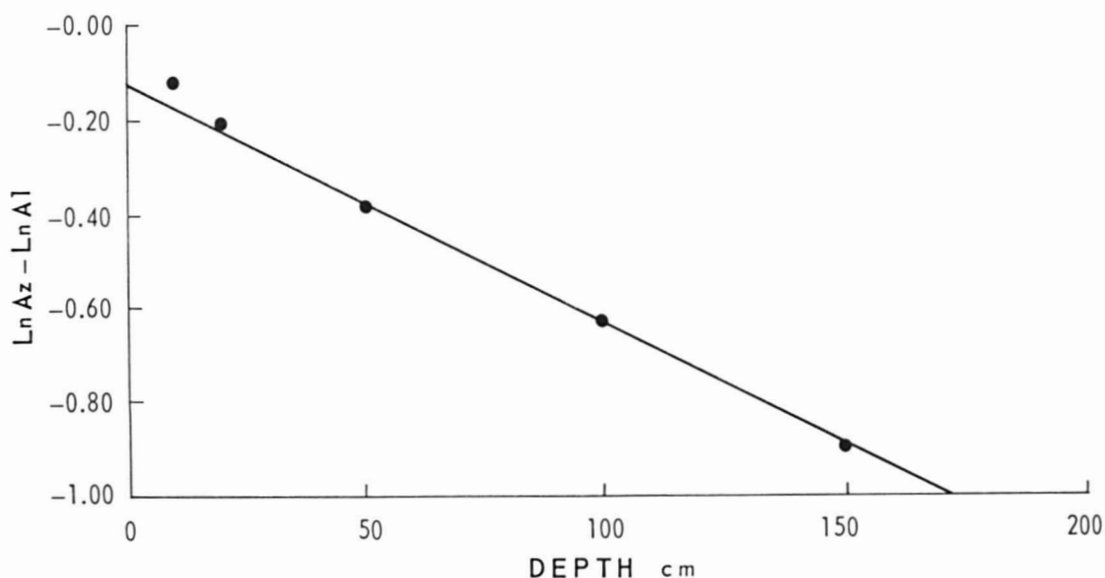


Figure 3. Decrease of soil temperature amplitude with depth as indicated by the differences between the logarithms of the annual amplitudes at depths Z and 1 cm ($Z = 10, 20, 50, 100, 150$ cm).

The annual amplitude of \bar{T}_s (16.1 C) is smaller than that of \bar{T}_a by 14.5 C (Table III). Although this can be partly attributed to the smaller heat diffusivity (k) of the soil, the main reason is the ground snow cover. For instance, \bar{T}_s is higher than \bar{T}_a in January by 13.0 C (when MSD = 351 mm and SCD = 27 days) but it is less by 2.0 C in July (Table V). The range of T_s decreases rapidly with depth from 23.3 C for T1 to 16.1 C for T50 and 12.5 C for T100 (Table III). Also, the rate of decrease declines from 2.8 C per 10 cm in the 1–10 cm layer to 35 and 19 percent of this value in the 20–50 and 100–150 cm layers, respectively.

The logarithm of the annual amplitude at 1 cm has been subtracted from the logarithms of amplitudes at other depths and the results plotted against depth (Fig. 3). Neglecting the data for the top layers which are affected by modes of

heat transfer other than conductivity, the observed values fall on a straight line conforming to the theory of heat conduction in semi-infinite homogeneous media that the logarithms of soil temperature amplitude decreases linearly with depth (Carson, 1961). By extrapolation, the amplitude at a depth of 11.6 m was found to be 0.05 C, which is close to the value reported for mid-latitudes, i.e., 0.1 C at a depth of 12 m (Smith *et al.*, 1964).

SEASONAL AND MONTHLY TEMPERATURES

Summer

\bar{T}_s (14.0 C) is lower than \bar{T}_a in summer by 1.8 C and T1 (18.4 C) is higher than T100 by 7.3 C (Table IV). \bar{T}_s , \bar{T}_a and Q_n exceed their respective annual means by 7.8 C, 13.2 C and 126.7 cal cm⁻² day⁻¹. The high temperatures are due to the large Q_n (214 cal cm⁻² day⁻¹), and the moderate soil

water content. The soil surface layer being relatively dry, most Q_n is converted into sensible heat, generating a high temperature gradient, the difference between T_1 and T_{150} rising to 9.2 C.

June is marked by the greatest rise of \bar{T}_s (5.6 C), the increase ranging through the soil profile from 6.7 C for T_1 to 4.5 C for T_{100} (Table V). This is explained by Q_n ($240 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$) and \bar{G}_s ($-0.9 \text{ C}/10 \text{ cm}$), which are the greatest in this month, and by the degree of soil moisture which may be assumed to be optimum in respect to k . In spite of the strong \bar{G}_s , T_{50} (11.1 C) is very close to \bar{T}_s (11.4 C), a feature occurring every month. Hence, T_{50} appears quite representative of \bar{T}_s , the greatest discrepancy being in May (0.4 C). This agrees with the theory that the mean temperature to any depth is very closely approximated by the mean temperature at the mid-point in depth (Smith *et al.*, 1964).

Even if Q_n shows a decrease of $15 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$ in July, \bar{T}_a , T_1 , T_{10} , and T_{20} reach their maximum values. Changes of T_s at the different depths are quite uniform (3.4 to 3.9 C). Soil temperature gradients G_1 ($-2.1 \text{ C}/10 \text{ cm}$) and \bar{G}_s (-0.8) are a little weaker than in June, following the decrease of Q_n . The change of T_1 (3.5 C) is close to that of \bar{T}_a (3.0 C) illustrating their interdependence. The same similarity is observed from May to October, the months with little or no snow cover.

Although the upper soil layer (1–20 cm) is already cooling in August the lower soil layer (50–150 cm) reaches its maximum temperature resulting in the highest value of \bar{T}_s . This lag of temperature through the soil profile illustrates the low efficiency of the heat transfer by molecular conductivity. The lag may vary from 20 to 30 days for

each meter of depth (Shul'gin, 1965). In Canada, a lag of six months was reported (Crawford & Legget, 1957) as the depth of constant temperature is approached. In the air from August to November the decrease rate of T_{max} exceeds that of T_{min} . At night, the loss of heat due to $Q_l \uparrow$ may be somewhat compensated by $-Q_g$, minimizing the decrease of T_{min} , while T_{max} responds rapidly to the reduction of Q_n in the daytime.

Fall

In fall, \bar{T}_s (8.1 C) exceeds \bar{T}_a by 3.9 C (Table IV) indicating that \bar{T}_a responds more rapidly than \bar{T}_s to the negative change of Q_n . However, \bar{T}_s and \bar{T}_a exceed the annual means by 1.9 and 1.6 C, respectively, even if Q_n ($41.2 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$) amounts to only 47.2 percent of the annual average. This may be attributed to the soil heat reserve and to $-Q_g$, compensating somewhat for the low Q_n . The difference of 2.5 C between T_{100} and T_1 indicates that the heat flow through the soil profile is upward ($-Q_g$) during this season.

In September, the major feature is the reversal of the soil temperature gradient, as reflected by T_{50} being higher than temperatures at upper and lower levels (Table V). Due to the great negative change of Q_n ($-71 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$), the ground loses more heat than it gains and the rate of loss is greater in upper than lower layers. This process results in the smallest negative \bar{G}_s of the year ($-0.1 \text{ C}/10 \text{ cm}$).

The greatest decrease of \bar{T}_s (4.5 C) occurs in October, and the decrease of T_1 (as in August and September) is greater than that of \bar{T}_a . This is associated with the greatest negative change of Q_n ($-75 \text{ cal cm}^{-2} \text{ day}^{-1}$) and to the lack of substantial soil protection by snow (MSD = 46 mm, and SCD = 3 days).

It may be realized how much lower T_s would decrease in winter if it were not for the snow cover insulation.

In November, the negative change of \bar{T}_a (-8.5 C) is greater than in any other month. It corresponds to a Q_n of -15 cal cm^{-2} day^{-1} which is negative for the first time, and to a substantial ground snow cover (MSD = 130 mm and SCD = 12 days) insulating the air from the ground surface. On the other hand, the snow cover has reduced the rate of decrease of \bar{T}_s , a trend to prevail until February (Table V).

Winter

\bar{T}_s (0.0 C) is 11.2 higher than \bar{T}_a in winter (Table IV). The difference is mostly due to the snow cover, the high soil water content and the latent heat of fusion. The heat flow through the soil is still upward ($-Q_g$), as evidenced by the difference of 4.8 C between T_{100} and T_1 (Table IV).

The largest positive soil temperature gradient \bar{G}_s (0.6 C/10 cm) occurs in December, when Q_n has the largest negative value (-42 cal cm^{-2} day^{-1}). However, the decrease of T_s is smaller than in November and relatively uniform though the soil profile varying from 2.2 to 3.0 C. This is due to the improved insulation by the snow cover (MSD = 249 mm and SCD = 22 days) and to the heat released by the freezing of soil water down to the 20 cm depth. As these conditions prevail until March, the monthly change of T_s continues to decrease up to this month (Table V).

In January, \bar{T}_a is the lowest (-13.4 C) and its difference from \bar{T}_s (-13.0 C) is the largest. The difference between \bar{T}_a and \bar{T}_s remains negative until March, i.e. as long as there is a substantial snow cover. However, T_1 (and even T_{10} , except in May) exceeds \bar{T}_a each month,

mostly because of the snow cover during the cooler part of the year and the direct absorption of Q_t by the ground surface during the warmer period.

The lowest \bar{T}_s (-0.6 C) occurs in February, due to the further decrease of the soil temperature below the 20 cm level. However T_a and T_s down to the 20 cm depth show an increase in spite of the negative Q_n (-28 cal cm^{-2} day^{-1}). In the case of T_a , the rise may be partially explained by an increase of Q_t and the advection of warmer air from the south. As to T_s , it may be attributable to the insulating snow cover, the heat of fusion, the heat flow up from lower depths and even to a fraction of Q_t penetrating the snow.

Spring

In spring, T_{100} and T_{150} are 0.2 and 1.4 C lower than in winter, even if T_1 and \bar{T}_s are 6.7 and 2.5 C higher (Table IV). This may be explained by the large soil water content which augments the thermal capacity (c), depresses the thermal diffusivity (k) and, consequently, reduces the rate of heat transfer in depth. In contrast with fall, \bar{T}_s and \bar{T}_a in spring are less than the annual means by 3.7 and 0.7 C; respectively, even if Q_n is 46 percent greater than the mean during this period. It may be assumed that a substantial part of Q_n is converted into heat to melt snow, to thaw ice and to evaporate water, reducing the quantity of sensible heat warming the soil and the air.

In March, the temperature gradient G_s divides the soil profile into two distinct layers. G_s is nil in the first layer (1–20 cm) and averages 0.2 C/10 cm in the second (Table V). The uniform temperature of the first layer may be due to the fact that the supply of heat from below and above is mainly used in the melting process. This results in a more uniform

T_s through the soil profile and the lowest monthly positive \bar{G}_s (0.2 C/10 cm).

The greatest positive change of \bar{T}_a (7.2 C) occurs in April, while T_1 and \bar{T}_s increase only by 4.2 and 1.6 C, respectively. The major rise of \bar{T}_a is difficult to explain only by the increase of Q_n even if it is important (81 cal cm⁻² day⁻¹). A substantial part of Q_n may be assumed to have been used as latent heat to melt snow (MSD = 236 mm and SCD = 11 days) and to evaporate water. Hence, the contribution of warm advection from the south should be assumed. As the latitudinal thermal gradient (difference of temperature from north to south) is much greater in winter than in summer, warm advection poleward should be particularly important in the following spring. T_{150} reaches its minimum point in April, that is three months after that of T_1 in January. Hence, the time lag of the minimum T_s through the soil profile is much greater than that of the maximum T_s . This is mostly due to the higher moisture content, the greater c and the smaller k in winter and spring than in summer.

A striking feature in May is the relatively large difference between the positive changes of T_{max} and T_{min} (1.4 C). In the daytime, T_{max} is influenced by the high Q_n (212 cal cm⁻² day⁻¹). At night, the effect of Q_l on T_{min} cannot be much counter-balanced by the heat flow from the ground ($-Q_g$) since the heat reserve is still low. Similar differences are probably masked in March and April due to the averaging of temperatures at a time when the state and cover of soil vary very much from station to station and from year to year.

Conclusions

The evolution of the annual cycles of soil and air temperatures with time and

soil depth in Canada can be explained on the basis of physical processes including the net radiation components, the soil water content as reflected by the difference between the precipitation and the evapotranspiration, the ground snow cover, and the heat released in the freezing of soil water or consumed in the melting of ice and snow. These factors, and particularly, the readily available air temperatures, will be useful as independent variables in the development of mathematical models for estimating soil temperatures.

The average temperature cycles analysed in this paper may be considered as generally representative of Canada as they reflect the influence of a few climatic characteristics commonly found throughout this country, i.e., strong radiation and intermittent droughts in summer, low radiation and ground snow cover in winter and transitional conditions in fall and spring. Individual cycles may differ in phase and magnitude but they should present the general features of the average cycles. Hence, the peculiarities of temperature cycles specific to a site or a year and their causes will be more easily identified by referring to the average cycles.

Acknowledgements

The author wishes to thank W. Baier, R. Desjardins and W. Sly for reviewing the manuscript, and the data processing staff of the Agrometeorology Section for their assistance in analyzing the data.

References

- Canada Department of Transport, 1967. Monthly radiation summary, Dec. 1967 and supplement. Met. Branch, Toronto. 37 p.
- Canada Department of Transport, 1959-1968. Monthly records, Meteorological observations in Canada. Met. Branch, Toronto.

- CARSON, J.E., 1961. Soil temperature and weather conditions. Argonne natn. Lab., Argonne, Illinois, U.S. at. Energy Commiss. Div. techn. Inform. 244 p.
- CHANG, Jen-Hu., 1968. Climate and agriculture. Aldine Publishing Co., Chicago, 304 p.
- COLIGADO, M.C., W. BAIER, and W.K. SLY, 1968. Risk analysis of weekly climatic data for agricultural and irrigation planning. Tech. Bull. agromet., Sect. Plant Res. Inst., Can. Dep. Agric., No 17-58, 34 p.
- CRAWFORD, C.B., and R.F. LEGGET, 1957. Ground temperature investigations in Canada. *Engng J.*, 40 : 1-3.
- GEIGER, R., 1965. The climate near the ground. Translated from the fourth German Edition. Oxford Univ. Press, London, 611 p.
- KEEN, B.A., 1932. Soil physics in relations to meteorology. *Q. J. R. met. Soc.*, 58 : 229-250.
- MOCHLINSKI, K., 1970. Soil temperature in the United Kingdom. *Weather*, 25 : 192-200.
- MUNN, R.E., 1966. Descriptive micrometeorology. Academic Press, New York, 245 p.
- SELLERS, W.D., 1969. Physical climatology. Third impression. The University of Chicago Press, Chicago, 272 p.
- SHUL'GIN, A.M., 1965. The temperature regimes of soil. Translation from Russian by A. Gourevitch. Israel Program for Scientific Translation Ltd., Silvan Press, Jerusalem, 261 p.
- SMITH, G.D., F. NEWHALL, L.H. ROBINSON, and D. SWANSON, 1964. Soil-temperature regimes — their characteristics and predictability. U.S. Dep. Agric., Soil Conserv. Ser. SCS-TP-144, 14 p.
- TREWARTHA, G.T., 1954. An introduction to climate. McGraw Hill Book Comp. Inc., New York, 402 p.
- WANG, J. Y., 1963. Agricultural meteorology. Pacemaker Press, Milwaukee, Wisconsin, 693 p.
- WILSON, R.G. and J.H. McCAUGHEY, 1971. Soil heat flux divergence in a developing corn crop. McGill Univ., Dep. Geogr., Bull. 9 : 9-16.

THE MAGNETIC PROPERTIES OF THE DIABASE DIKES OF THE CENTRAL PART OF THE LABRADOR TROUGH

M. K. SEGUIN

Département de géologie, Université Laval, Québec (10^e), Québec

Les nombreuses intrusions de diabase du Protérozoïque moyen (Helikien) orientées suivant la direction nord-sud dans la partie centrale de la fosse du Labrador indiquent une position moyenne du pôle paléomagnétique à 172° O., 12° N. ($\alpha_{0.95} = 20^\circ$) et au moins une phase de renversement des pôles ce qui signifie que la fosse se situait à proximité de l'équateur à la période d'intrusion. Quoiqu'on ne soit pas encore certain si les diabases ont été partiellement ré-aimantées à une époque géologique postérieure, les résultats expérimentaux démontrent que l'intensité et l'orientation du magnétisme rémanent rencontrées dans ces roches sont relativement stables et que la composante rémanente semble surtout causée par l'aimantation thermorémanente naturelle. Les déterminations d'âge par méthode radioactive indiquent un âge d'intrusion de 1150 à 1200 millions d'années. Les propriétés magnétiques des diabases sont étudiées en relation avec leurs caractéristiques chimiques, minéralogiques et texturales. Les implications immédiates de ces résultats sont discutés en rapport avec les hypothèses relatives au déplacement des pôles et à la dérive continentale. Le(s) renversement(s) des pôles, la stabilité de l'aimantation rémanente et les directions similaires de paléopôles dans les secteurs ouest, sud et nord-est du Bouclier canadien (sur l'ensemble du continent nord américain) semblent favoriser la deuxième hypothèse.

Abstract

The numerous north striking diabase intrusions of middle-Proterozoic (Helikian) age in the central part of the Labrador Trough have a mean paleomagnetic pole position of 172°W, 12°N ($\alpha_{0.95} = 20^\circ$), with at least one reversal, indicating that the Trough was near the equator at the time of intrusion. Although it is not known yet if the diabases were partially remagnetized in later geological time, the experimental results show that the intensity and orientation of the permanent magnetism in these rocks is quite stable and that the remanent component appears to be mainly caused by Natural Thermoremanent Magnetism (N.T.R.M.) Radioactive age determinations indicate an age of about 1150 to 1200 m.y. for the intrusion of these rocks. The magnetic properties of the diabases are discussed in terms of their chemical, mineralogical and textural characteristics. The possible implications of the results are discussed in relation to hypotheses on polar wandering and on continental drift. The reversal(s) of the poles, the stability of remanent magnetism and the similar directions of the paleopoles for the western, southern and northeastern parts of the Canadian Shield (on the whole North-American continent) seem to favour the second hypothesis.

Introduction

It is now a well-known fact that igneous rocks frequently possess natural remanent magnetization which is a consequence of their ferromagnetic consti-

tuents having cooled through the Curie points in the geomagnetic field. A group of French physicists (Chevalier, 1925 a) and b); Loewinson-Lessing and Mitkewitch, 1925; Grenet, 1930 a) and b), 1942, 1945; Chevalier and Pierre,

1932 ; Thellier, 1932, 1933, 1935, 1936 a) and b), 1937 a), b), c) and d), 1938 a) and b) ; Thellier and Thellier, 1959 ; Roquet, 1946, 1953, 1954, 1955 ; Roche, 1953 ; Rimbart, 1956 a) and b), 1957) made a substantial scientific contribution in a series of researches on natural remanent magnetization and its relationship to paleomagnetism. The 1970 Nobel Prize winner in Physics, French scientist L.E. Néel (1949, 1950, 1951 a) and b), 1952, 1955) explained, in a most satisfactory way, the mechanisms related to natural and artificial remanent magnetization and discussed the different phenomena encountered in paleomagnetic studies. It was demonstrated that in favourable circumstances the natural thermoremanent magnetization (N.T.R.M.) may be stable and that the rocks will carry a "memory" of the geomagnetic field at the time and place at which the rock cooled. Reviews of the extensive (but relatively recent) work done on paleomagnetism and rock magnetism have been published by Koenigsberger (1938), Nagata (1953), Runcorn (1955), Irving (1964) and Collinson, Creer and Runcorn (1967).

In the summers of 1968 and 1969, the writer (Seguin, 1968, 1969) conducted a ground magnetic survey measuring the vertical component of the Earth's field on different diabase dikes in the central part of the Labrador Trough and more particularly in the Schefferville area. It was found then that the magnetic behaviour in the Earth's vertical field in the vicinity of the dikes differed occasionally from that to be expected on the basis of induced magnetism ; indeed, a few anomalies were not characteristic since they depicted double-peaked form and reversed sense. In a preliminary study, the quantitative interpretation consisted in finding the accurate location of the dikes in areas covered by

overburden, their width, probable depth extent, attitude, and finally the volume ferromagnetic susceptibility contrast between the dikes and the surrounding geological formations.

Incoherence in many of the solutions obtained by standard procedures led the author to suppose (1) the presence of weak to medium and variable magnetic anomalies of opposite sense to that of the present vertical field (presumably reversal of some of the dipoles according to a mechanism such as the one described by Néel (1955)) or (2) the occurrence of a large demagnetization factor (the apparent susceptibility to the dip component remains unaltered, while that for the cross component is decreased) or (3) the presence of an irregular topography at the contact between the overburden and the dikes. Each of these hypotheses was tested and in every case the results were negative.

Subsequent traverses conducted with a horizontal component magnetometer were the most instructive. Anomalies were found having inverse sign or weak normal sign but severely perturbed ; others were found to have unusually high normal sign. This suggested a natural remanent magnetization component and oriented samples were collected to study this phenomena. The field survey as well as the results of the laboratory investigations of these samples form the subject of the paper.

Geology of the dikes

The diabase dikes of the central part of the Labrador Trough belong to a system of transgressive olivine dolerite sheets intruded into the Lower Proterozoic (Alpebian) sedimentary and volcanic rocks of the Trough in Northern Québec and Newfoundland-Labrador between latitudes 54°19'N and 55°11'N,

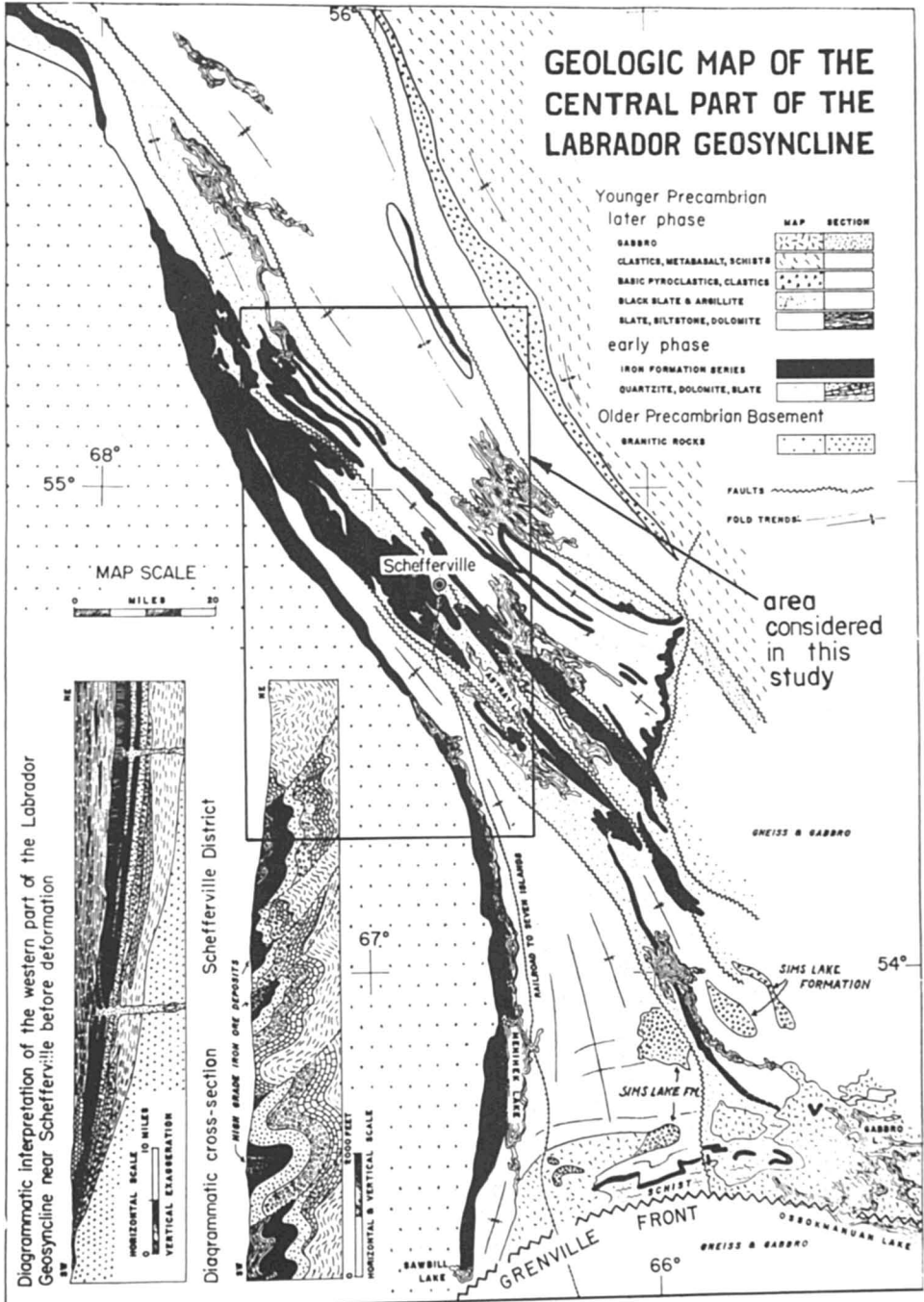


Figure 1. Geological map of the central part of the Labrador geosyncline (after Gastil, Blais, Knowles and Bergeron). The area investigated is outlined by the central rectangle.

and longitudes 66°30'W and 67°28'W (Fig. 1). The dikes, which are rarely well-exposed, cut the strike of the Kaniapiskau system of Lower Proterozoic rocks at an angle of 45° and run approximately North-South. They are vertical to sub-vertical and they vary in thickness between 15 and 200 feet with the average size being some 40 feet in width. Figure 2 shows on equal-area stereogram representing the projection (upper hemi-

sphere) of the poles to the plane of the diabase dikes. The density of the population is mainly grouped around a strike of 358° and a dip of 71°W, a smaller concentration being distributed around a strike of 14° and a dip of 83°W. Except for a few horizons of metavolcanics and tuffs interlayered with the metasediments of the Kaniapiskau system, these dikes are the only igneous rocks occurring in the area.

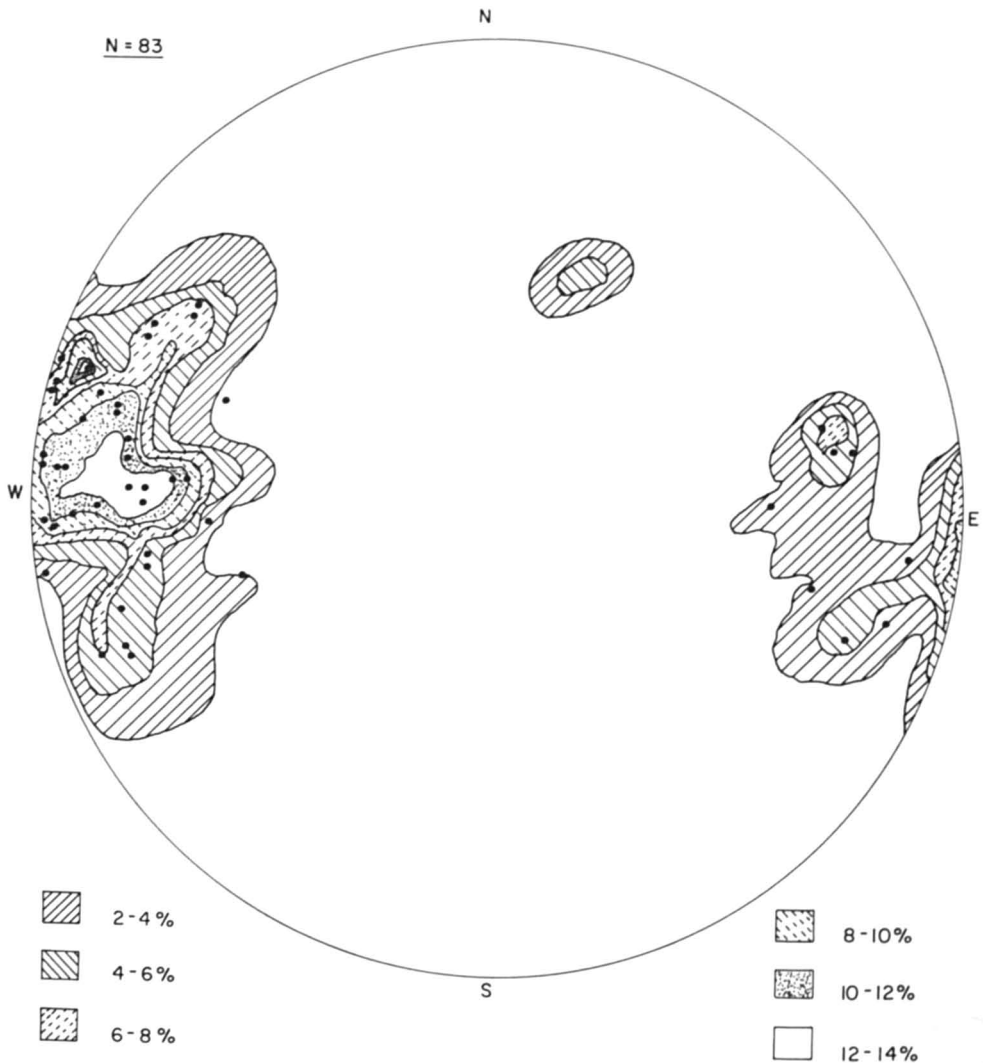


Figure 2. Equal-area stereogram representing the orientation and attitude of the diabase dikes.

These dikes consist of plagioclase, pyroxene, olivine, magnetite and alteration products. They are medium-to coarse-grained and have ophitic, sub-ophitic and intergranular textures. The composition of plagioclase varies from 48 to 70% anorthite. The plagioclase crystals are variously twinned, and zoning is present in untwinned grains. The pyroxenes include augite, sub-calcic augite and pigeonite (hypersthene and ferroaugite or hedenbergite are very rare), augite being the most abundant mafic mineral. Some pigeonite is zoned and some grains are uniaxial. Development of pyroxene overgrowths is also observed. Olivine occurs as a subordinate mineral in relation to plagioclase and pyroxenes. In place, it shows ophitic texture with plagioclase. The composition of olivine varies from $Fo_{42-46} Fa_{58-54}$ to $Fo_{65-78} Fa_{35-22}$. The alteration products were derived from the pyroxenes and olivine. They consist of chlorite, bowlingite, serpentine, iron oxides (goethite and hematite) and carbonates. Magnetite is believed to be primary. The mean of seven chemical analyses performed on these olivine diabases is listed in Table I. The relatively large percentage of titanium suggests that very small grains of opaque minerals may be ilmenite or a mixture of ilmenite and magnetite.

TABLE I

Mean chemical analysis of seven olivine dolerites

	%		%
SiO ₂	46.45	Na ₂ O	2.86
TiO ₂	2.20	K ₂ O	0.90
Al ₂ O ₃	15.76	P ₂ O ₅	0.36
Fe ₂ O ₃	2.65	H ₂ O ⁺	1.27
FeO	12.59	H ₂ O ⁻	0.03
MnO	0.22	CO ₂	0.18
MgO	6.20	S	0.13
CaO	8.20		

The absolute age of intrusion of these dikes cannot be established with precision. The diabases are definitely post-Aphebian ($< 1946 * 10^6$ years) as they intrude the Kaniapiskau system and definitely pre-Cretaceous ($> 135 * 10^6$ years) as some of these dikes were affected by the short-lived or small orogeny which occurred in the area at Cretaceous time. Two whole-rock, K-Ar ages were obtained on these dikes and they indicate ages of $-1255 * 10^6$ and $-1146 * 10^6$ years, that is Neo-Helikian. According to Dr. W. Fahrig (written communication), the value of $1145 * 10^6$ years is more reliable as it was carried out on chilled material and was analyzed later in the history of the dating program of the Geological Survey of Canada when equipment had been much improved (Dr. R.K. Wanless, personal communication).

Method of sample collection and measurements

About 90 specimens were taken during the summer of 1968 from 18 different sites. In this regional survey, efforts were made to select sites which satisfied certain conditions. It was necessary for the dikes to be well exposed, so that a complete set of specimens was available, and that the geometry of the dikes should be known; great care was taken to select fresh material. The sampled locations were chosen by reference to the appropriate detailed geological maps available from Iron Ore Company of Canada and Labrador Mining and Exploration; in some places, geological maps at a scale as accurate as $200' = 1''$ were used to position the locations.

Because of the extensive occurrences of iron formations in the region studied, a magnetic compass could not be used for the orientation of the rock specimens; rather, sun shots (taken with a

Wild theodolite) were used to orient the samples in the field with respect to astronomical north. The accuracy in the orientation of the samples is of the order of $\pm 1^\circ$. In the laboratory, these hand samples were either cubed or cored; measurements were made of the magnetic susceptibility and of the magnitude and direction of any remanent intensity of magnetization possessed by the specimens. The remanent magnetic polarization may have been disturbed by the mechanical shock of removing the sample and also by the subsequent reducing to size by a diamond saw or drill, but tests have shown that the changes caused by these operations are not statistically significant.

During the measurements of the magnetic susceptibility, the magnetic field

to which the specimens were exposed varied between 1.5 and 2.0 Gauss and the susceptibility meter measured to the nearest 10^{-7} c.g.s. unit. The magnitude and the orientation of the remanent magnetization were measured with the help to two astatic magnetometers. One third of the samples were measured by J. L. Roy of the Dominion Observatory in Ottawa, with the help of an astatic magnetometer described in Roy (1967) and having a sensitivity as small as 10^{-9} Gauss. The other two thirds of the samples were measured by the author at the University of Western Ontario with an astatic magnetometer whose sensitivity is of the order of 10^{-6} to 10^{-7} Gauss. This proved to be sufficient as the samples selected for measurements with this instrument had relatively strong remanent magnetic intensities.

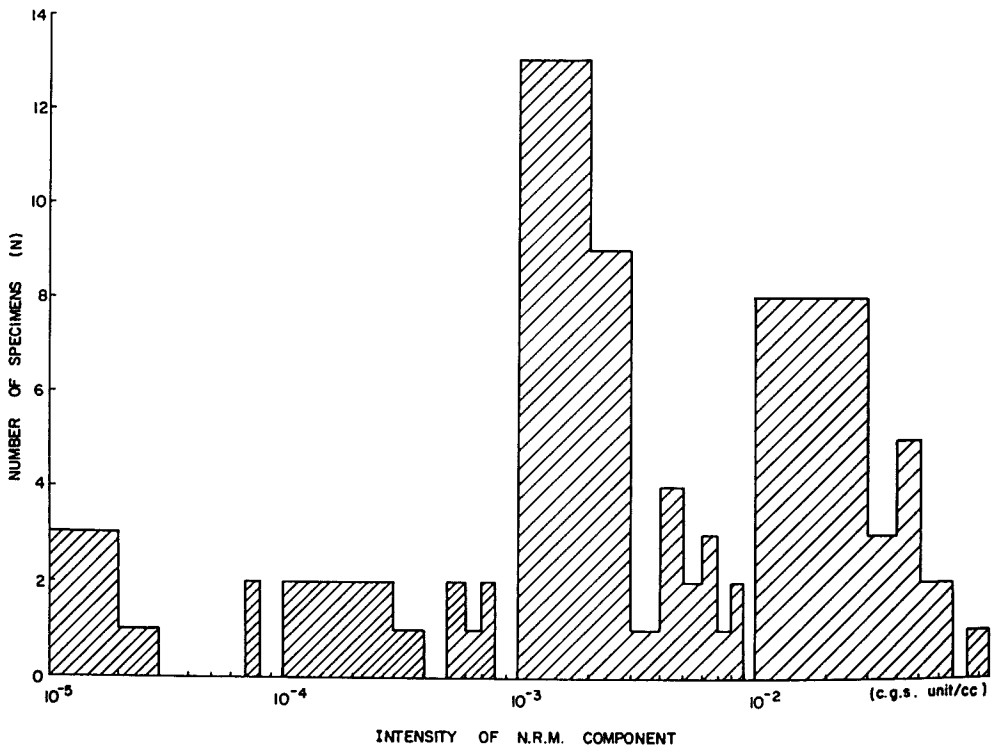


Figure 3. Histogram of the intensities of the remanent magnetic component of the diabase dikes.

Results relatives to the remanent magnetization of the dikes

The results of the N.R.M. of the diabase can be presented in two parts, one dealing with the magnitude and the other part concerning the orientation. Figure 3 shows a histogram of the magnitude of the remanent magnetization of all the specimens collected. The frequency distribution shows that 30% of the values of the intensity of the N.R.M. component occur at approximately 1.9×10^{-3} c.g.s. unit/cc and that about 20% occur at 2.0×10^{-2} c.g.s. unit/cc. Even though the spread between these two modes is

about one decade, the mean of the whole frequency distribution occurs around 5×10^{-3} c.g.s. unit/cc. This represents an unusually large magnitude of the N.R.M. component, indicating that its origin is most certainly thermo-remnant (N.T.R.M.). The intensity of the N.R.M. component is generally larger on the flanks of the dikes than at the centre and this by a factor of 2 or 3.

Next, the directions of the remanent magnetic vectors were studied without regard to magnitude. A relatively large scatter was encountered in the direction of remanent magnetization. This scatter

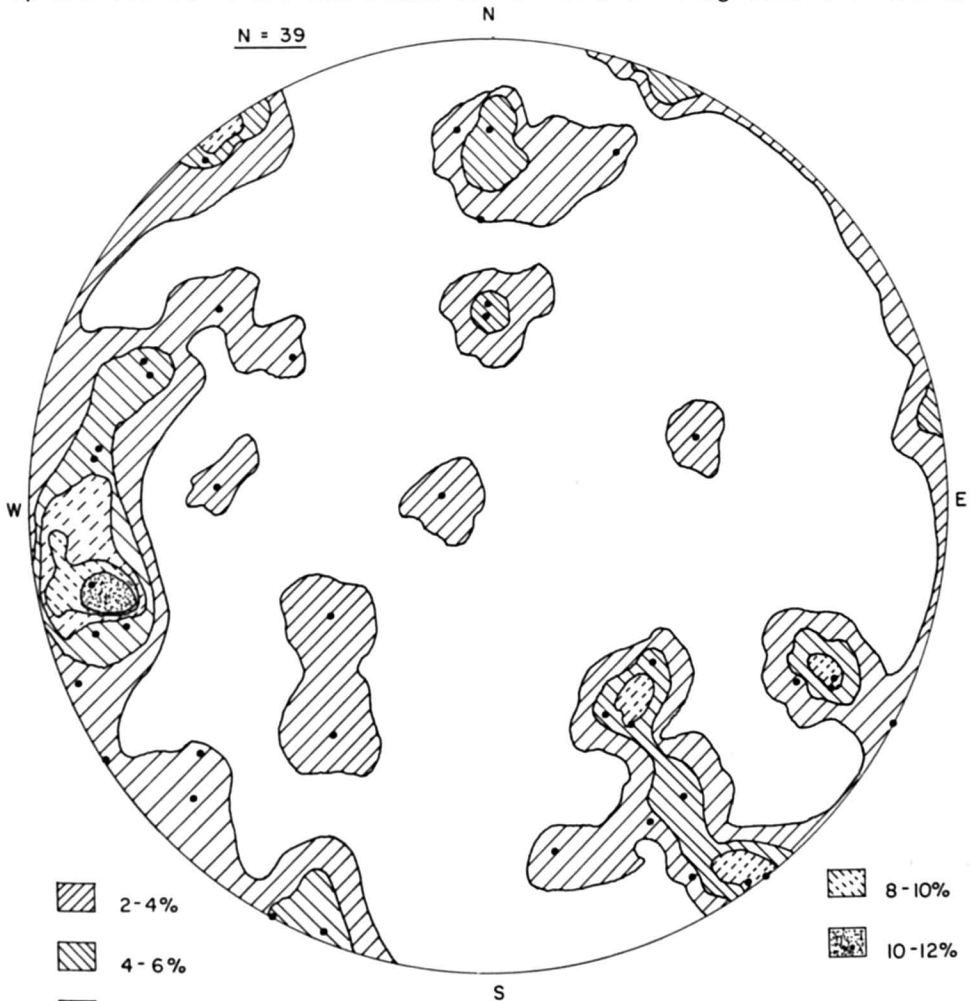


Figure 4. Plot of the orientations the north poles (upper hemisphere) of the N.R.M. component of the diabase dikes on equal-area net.

specimens collected as a single group ; once having plotted the north poles (Fig. 4) and south poles (Fig. 5) on equal-area nets, the density of the poles were contoured in percentages of the total number plotted on the stereogram. Table II is a summary of the results obtained. The values defining the centre of the population are listed in order of decreasing density for each figure. The two main values of the directions of N.R.M. indicate that this north paleopole of the N.T.R.M. was oriented towards the west, if one excludes the orientation 0° @ 16°N which has the smallest density of population and which is oriented exactly paralleled to the direction of the dikes. Furthermore, if one does not take into consideration the reversals in the polarity of the N.R.M. vectors and orients them all to the west, the average value of orientation is 174° @ 03°N. No attempt has been made to try to explain the

reversals of direction of magnetization in the rocks sampled.

In the second approach, separate statistical examinations were made of the specimens taken within each given sampling site. Table III shows the results obtained. *N* represents the number of specimens within a site, *D* the declination of the negative magnetic pole with respect to the north, *I* the inclination of the pole, \vec{R} the length of the resultant of the unit vectors for the magnetized specimens mentioned above, *k* a precision parameter defined by the relation

$$k = \frac{N-1}{N-R} \geq 3$$

(in practise *k* is often taken for values larger than 5) and finally α an angle which represents the deviation from the true value of the remanent magnetization vector within the site. The true direction

TABLE II

Mean directions of N.R.M. poles in the diabases dikes. The direction is taken with respect to the geographical north of the sampling site.

Figure referred to	North Pole		South Pole		Position of ancient pole	
	Direction	Inclination	Direction	Inclination	Longitude	Latitude
1	258°	16°N			143°W	00°
	146°	25°N			213°W	16°N
	118°	19°N			186°W	07°N
	522°	70°			542°	23°
	= $\frac{\quad}{3} = 174^\circ$		= $\frac{\quad}{3} = 23^\circ N$		= $\frac{\quad}{3} = 181^\circ W$ $\frac{\quad}{3} = 08^\circ N$	
2	329°	16°S	149°	16°N	214°W	22°N
	106°	29°S	286°	29°N	161°W	22°N
	78°	9°S	258°	9°N	145°W	03°S
	180°	16°S	0°	16°N		
	= $\frac{\quad}{4} = 173^\circ$		= $\frac{\quad}{4} = 17^\circ S$		= $\frac{\quad}{3} = 173^\circ W$ $\frac{\quad}{3} = 14^\circ N$	

mean = 174° @ 03°N

mean = 177°W @ 11°N

TABLE III

Statistical study of the paleopoles of the diabase dikes.

Site No.	N.	Negative pole					Position of ancient pole	
		D	I	R	k	α 0.95	Latitude	Longitude
1	7	127.4°	5.7°N	6.315	9	6.8°		
2*	3	26.7°	7°S	2.871	16	32.4°		
3	6	133.2°	28.3°N	5.207	7	28.9°		
4*	4	131°	10°S	3.029	3	63.2°		
5	5	116.6°	24°S	4.362	7	33.1°		
6	3	136.6°	11.6°N	2.643	6	57.4°		
7*	5	32°	19.8°N	4.302	6	34.9°		
8*	3	0°	4°N	2.269	2.7	27.3°		
9	4	77°	51.5°N	3.838	19	6.8°		
10	4	124.5°	19°S	3.791	14	25.1°		
11	5	70°	7.8°S	4.939	66	9.5°		
12	6	200°	13.2°S	4.917	5	35.0°		
13	3	126.3°	20°S	2.794	10	41.9°		
14	10	138°	12.2°S	7.947	5	26.0°		
15*	8	154.8°	7.5°S	7.301	2.8	18.4°		
16	4	144.5°	19°N	3.779	14	25.8°		
17	4	108°	9°N	3.934	46	13.7°		
18	5	87.6°	9.8°S	4.952	83	8.4°		
	total	mean	mean		mean	mean		
	89	109°	22°N		22.4	20.8°		

position pole 109° @ 2° N

168°W @ 13°N

* Sites omitted (mainly where the parameter $k < 3$).

of the N.R.M. vector is included in a cone of revolution the axis of which is \vec{R} and the half-angle at the base of the inverted cone is α which is defined by the relations :

$$1 - \cos \alpha = \frac{N \cdot \vec{R}}{R} \left[\frac{1}{(0.05) \frac{1}{N-1}} - 1 \right]$$

for a probability level of 0.95 (Fisher, 1953). The mean value of orientation of magnetization vector is 109° @ 2°N with $\bar{k} = 22.4$ and $\bar{\alpha}_{0.95} = 20^\circ$.

If the axis of the geocentric magnetic dipole coincided with the axis of rotation of the earth in the Precambrian era as it does today, then the position of the

magnetic pole in the ancient time may be calculated. Based on this hypothesis, the position of the magnetic pole in the Late Proterozoic period was situated in the vicinity of longitude 172°W and latitude 12°N (i. e. WSW of Hawaii islands in the central Pacific Ocean). This position of the paleopole is in good agreement with other results published as it is located between the Mackenzie (1200 m. y.) and the Abitibi (1150 m. y.) pole positions.

Pole positions for Precambrian rock units of North America have been obtained by a limited number of researchers. Collinson and Runcorn (1960) conducted a paleomagnetic study of the Belt Series of Montana and the Grand Canyon of Arizona; Norris and Black (1961) concentrated their efforts on the Purcell System of British Columbia and Black (1963) obtained additional results on the Purcell System. Runcorn (1964) has reported further paleomagnetic results from rocks of the Belt Series and other Precambrian formations of Western United States. Irving (1964) has calculated a combined pole position for the Precambrian rocks of Western United States. Detailed studies of the Sudbury swarm were undertaken by Strangway (1961, 1964), Sopher (1963), Fahrig *et al.* (1965) and Laroche (1967). Hays (1961), Scharon, Hays and Anderson (1961), Hsu (1962), Yen (1962), Vincenz, Braught and Meyers III (1965), Ku (1965), Hays and Scharon (1966), Erhlich, Sun, Scharon and Soffel (1969) have reported measurements on some Precambrian igneous rocks from the St. François Mountain of Southeastern Missouri.

Earlier work on the Mackenzie Precambrian dikes of north western Canada includes the one by Fahrig *et al.* (1965); it is followed by the study of Robertson (1964, 1969) on the Mackenzie rocks

(i. e. the Muskox Intrusion, Coppermine River volcanics and Mackenzie dikes) and finally a paper by Fahrig and Jones (1969). Recent paleomagnetic work in the Nairn province of north eastern Canada includes a preliminary study of the Molson dikes by Fahrig *et al.* (1965), of the Allard Lake anorthosite made by Hargraves and Burt (1967) and of the Michikamau anorthositic intrusion by Murthy, Fahrig and Jones (1968) and Murthy (1969). The paleomagnetism of the Keewenawan rocks of north central United States and south western Ontario were studied by Graham (1953), Du Bois (1962), Books (1968), Vincenz (1968), Vincenz and Yaskawa (1968), Beck and Lindsley (1969) and Palmer (1969, 1970). In south western United States, Egger and Larson (1968) have presented a paleomagnetic pole position for some igneous Precambrian rocks from the Front Range of Colorado - Wyoming. Finally in a paper to be published in the near future by Fahrig, Irving and Jackson (Fahrig [1971], personal communication), the paleomagnetism of some diabase dikes from the Canadian Arctic have been studied. The diabase sheets include the Coronation and Bathurst intrusions, intrusive sheets in the Boothnia and Melville peninsula and a swarm on Baffin Island. To the knowledge of the writer, there exists no published paleomagnetic studies in the Labrador Trough area.

Table IV summarizes the results related to the pole positions for Precambrian rock units in North America. The rock unit, the age of the rocks as obtained by isotopic determinations, the latitude and longitude of the paleopoles, the presence or absence of reversals of the ancient poles and the references are listed in Table IV. Even though probably slightly younger than the Precambrian rock units of western (Purcell System, Front Range) and southern (St. François Mountains)

TABLE IV

Pole positions for Precambrian rock units in North America

<i>Rock Unit</i>	<i>Age (m.y.)</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Reversals</i>	<i>References</i>
Belt Series, Grand Canyon Series, and Purcell System	>1100 <1500	12°S	151°W	yes	Irving (1964)
Purcell System	>1100 <1600	18°S	147°W	yes	Irving (1964)
Matachewan dikes	~ 2500	46°S	81°W	yes	Strangway (1964)
Abana dike	~ 1950	57.5°N	304°W	yes	Strangway (1964)
Michigan dikes	840 – 1150	45°S	279°W	no	Strangway (1964)
Sudbury dikes	1000 – 1300	2.0°S	171.0°W	no	Larochelle (1967)
St. François Mountains, Missouri	1300 – 1500	1°S	144°W	yes	Hays and Scharon (1966)
St. François Mountains, Missouri	1300 – 1500	30.7°S	137.3°W	yes	Ehrlich, Sun, Scharon and Soffel (1969)
Mackenzie dikes	1000 – 1200	7.8°N	176.6°W	no	Fahrig <i>et al.</i> (1965)
Muskox Intrusion and Coppermine River Volcanics	900 – 1100	4.7°N	168.8°W	no	Robertson (1964, 1969)
Mackenzie intrusives	1200	3.5°N	171°W	no	Fahrig and Jones (1969)
Molson dikes	1445 ?	36.2°N	108.9°W		Fahrig <i>et al.</i> (1965)
Michikamau anorthosite	1400 ± 80	0.5°S	144.7°W	yes	Murthy, Fahrig and Jones (1968)
Allard Lake anorthosite	≈ 1000	38.6°S	219.6°W	yes	Hargraves and Burt (1967)
Middle Keweenawan rock units	1100 – 1200	42°N	159°W	yes	Palmer (1970)
Front Range, Colorado-Wyoming	1410 ± 30	8°S	151°W	yes	Eggler and Larson (1968)
Diabase intrusion Canadian Arctic	675 ± 20	8°N	193°W	yes	Fahrig, Irving and Jackson (1971)
Diabase dikes Labrador Trough	1200	12°N	172°W	yes	This study

United States and the Michikamau anorthosite of the Nairn province, the position of the paleopoles of the diabase dikes of the Labrador Trough are very close. The paleomagnetic results indicate that the north eastern portion of the Canadian Shield was near the equator at the time of intrusion.

The reversal(s) of polarity which occurred within the diabase dikes can arise from self-reversal of the constituent ferro-magnetic minerals (Néel, 1951; Nagata, 1953), or from reversals of the Earth's field implying periodic reversals in polarity of the geocentric dipole (Hospers, 1954; Allan, 1958; Irving,

1964). The second possibility implies that the data record the geomagnetic field in the process of a reversal which took place rapidly enough to occur during the cooling of the dikes. Heating tests seem to suggest that this last possibility is more likely than self-reversal of the constituent ferromagnetic minerals (in the occurrence, magnetite and ilmenite). The reversals in rocks of nearly the same age indicates that the role of reversal of the Earth's field was quite rapid in Precambrian time. The large degree of parallelism between upward and downward polarities support strongly the idea of a dipolar field at that time.

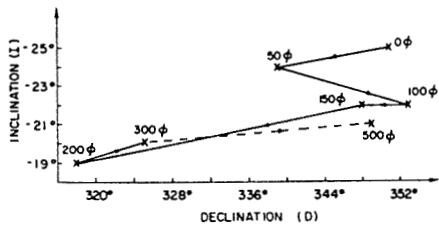
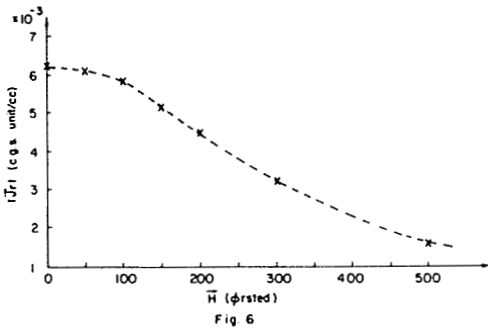


Figure 6. Variation of the intensity of the N.T.R.M. component as a function of the peak alternating field (\bar{H}). Figure 7. Variation of the orientation of the N.T.R.M. component as a function of the peak alternating field (\bar{H}).

The stability of the remanent magnetization was also investigated. The best evidence of the stability of the remanent magnetization of the ferromagnesian portions of the diabase dikes is their magnetization in grouped directions making angles of about 10° with respect to the present magnetic field. As an additional test, 25% of the specimens of

each dike were subjected to alternating fields in order to find out what magnetic field would cause given changes in the magnetization of the specimens. The demagnetizing field was produced by passing 60 Hertz current through a coil enclosing the specimen. The specimen was first measured with the astatic magnetometer and then subjected to the alternating field the intensity of which was slowly reduced from 50 oersteds to zero, the magnetic field being nullified, after which the magnetometer measurement was repeated. The procedure was then repeated with initial peak field of 100, 150, 200, 300 and 500 oersteds. The specimens rich in ferro-magnesian minerals required fields of the order of hundred of oersteds to disturb their remanent magnetizations to any considerable extent. This supports the view that the remanent magnetization of most diabases is T.R.M. Figure 6 shows the variation of the intensity of the N.T.R.M. component of a typical sample of diabase (132-A) as a function of the peak alternating fields. The exceptional specimens rich in feldspaths (labradorite) are affected by smaller fields than the ferromagnesian - rich samples even though some feldspathic specimens also show high stability.

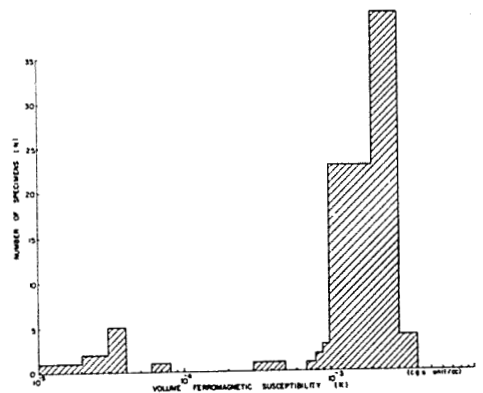


Figure 8. Frequency distribution diagram of the volume ferromagnetic susceptibility (K) of the specimens of diabase.

TABLE V

Sample No.	Susceptibility (<i>k</i>) (<i>cgs unit/cc</i>)	Composition				Density (<i>gr/cc</i>)
		% SiO_2	% <i>Mn</i>	% <i>Fe</i>	% Fe_2O_4	
38-A	7.398 * 10^{-5}	68.6	0.23	8.05	0.33	2.91
38-B	7.567 * 10^{-5}	68.9	0.14	7.50	0.36	2.90
39-A	6.726 * 10^{-5} and 7.230 * 10^{-5}					
39-B	6.390 * 10^{-5} and 6.221 * 10^{-5}					
120-A	2.751 * 10^{-3} and 2.416 * 10^{-3}	65.6	0.40	7.55	2.07	2.94
120-B	2.618 * 10^{-3}	68.7	0.36	7.35	2.90	3.02
121-A	2.808 * 10^{-3}	71.5	0.25	6.75	2.04	2.97
121-B	2.912 * 10^{-3}					
122-A	2.354 * 10^{-5}	64.8	0.07	6.80	0.83	—
122-B	3.027 * 10^{-5}					
123-A	1.944 * 10^{-3}	67.5	0.11	7.80	1.34	—
123-B	1.830 * 10^{-3}					
124-A	2.480 * 10^{-3}	66.2	0.09	8.20	2.32	—
124-B	2.620 * 10^{-3}					
125-A	2.665 * 10^{-3} and 2.607 * 10^{-3}	65.0	0.09	8.60	1.98	—
125-B	3.645 * 10^{-3}					
126-A	1.998 * 10^{-3}	68.7	0.09	9.80	2.29	—
126-B	2.050 * 10^{-3}					
127-A	2.347 * 10^{-3}					
127-B	2.048 * 10^{-3} and 1.582 * 10^{-3}	65.3	0.11	9.50	2.30	—
127-C	2.482 * 10^{-3}					
128-A	6.558 * 10^{-5}	68.0	0.11	7.00	0.19	—
128-B	7.231 * 10^{-5}					
129-A	4.624 * 10^{-4}					
129-B	3.245 * 10^{-4}	66.6	0.12	7.60	1.11	—
130-A	3.319 * 10^{-3}					
130-B-1	2.485 * 10^{-3}					
130-B-2	2.413 * 10^{-3}	64.0	0.11	7.80	1.88	—
131-A-1	2.489 * 10^{-3}					
131-A-2	2.361 * 10^{-3}	67.4	0.12	8.10	2.32	—
131-B		67.7	0.11	7.90	—	—
132-A	2.537 * 10^{-3}	63.8	0.14	9.70	2.49	—
132-B	2.995 * 10^{-3}					
133	3.405 * 10^{-3}	61.0	0.14	10.20	3.47	—
134-A	1.687 * 10^{-3} and 1.945 * 10^{-3}					
134-B	1.755 * 10^{-3} and 4.781 * 10^{-2}	67.6	0.09	8.05	1.53	2.96
135-A	2.304 * 10^{-3}					
135-B	2.125 * 10^{-3}	65.6	0.11	8.10	1.89	—
136	2.265 * 10^{-3}	68.1	0.09	7.90	1.31	—

TABLE V (suite)

Sample No.	Susceptibility (<i>k</i>) (cgs unit/cc)	Composition				Density (gr/cc)
		% SiO ₂	% Mn	% Fe	% Fe ₃ O ₄	
137-A	1.971 * 10 ⁻³	—	—	—	1.38	—
137-B	7.869 * 10 ⁻⁴					
145-A	2.371 * 10 ⁻³	68.2	0.11	8.30	2.16	—
145-B	2.394 * 10 ⁻³					
146-A	2.065 * 10 ⁻³	68.7	0.09	6.80	1.28	—
146-B	3.867 * 10 ⁻⁵					
149-A	2.267 * 10 ⁻³	68.2	0.11	7.90	2.06	—
149-B	2.810 * 10 ⁻³					
150-A	1.411 * 10 ⁻³	67.5	0.11	8.20	1.52	—
150-B	2.394 * 10 ⁻³					
151-A	2.309 * 10 ⁻³ and 2.201 * 10 ⁻³					
151-B-1	2.403 * 10 ⁻³					
151-B-2	2.406 * 10 ⁻³	66.8	0.11	7.80	2.34	—
152-A		67.2	0.11	8.20	2.04	—
152-B		69.1	0.11	7.60	2.17	—
153-A	2.233 * 10 ⁻³	67.3	0.09	7.70	2.28	—
153-B	2.299 * 10 ⁻³					
153-C	2.198 * 10 ⁻³					
154-A	2.253 * 10 ⁻³	70.3	0.09	7.60	1.98	—
154-B	2.174 * 10 ⁻³					
154-C	2.378 * 10 ⁻³					
155						
158-A	1.354 * 10 ⁻² (?)	42.6	0.11	38.90	55.80	—
159-A	1.079 * 10 ⁻³					
159-B	1.182 * 10 ⁻³	65.4	0.11	9.70	2.45	—
161-A	3.243 * 10 ⁻⁵					
161-B	3.459 * 10 ⁻⁵	65.3	0.12	8.90	0.44	—
163-A	1.376 * 10 ⁻³					
163-B	1.435 * 10 ⁻³	65.9	0.11	9.10	2.97	—
166-A	1.717 * 10 ⁻³					
166-B	1.659 * 10 ⁻³	66.2	0.16	9.80	3.06	—
168-A	1.384 * 10 ⁻³					
168-B	1.426 * 10 ⁻³	66.1	0.11	9.10	2.89	—
170-B	1.081 * 10 ⁻⁵	83.8	0.12	3.50	0.13	—
263-A	1.162 * 10 ⁻³					
263-B	1.101 * 10 ⁻³	67.9	0.18	7.90	2.42	—
264		65.9	0.16	7.70	2.15	—
265-A-1	8.230 * 10 ⁻⁴					
265-A-2	9.015 * 10 ⁻⁴	66.6	0.16	7.00	2.30	—
265-B-1	1.022 * 10 ⁻³					
265-B-2	9.181 * 10 ⁻⁴					
277-A	1.058 * 10 ⁻³	—	—	—	—	—
277-B	1.357 * 10 ⁻³					
278-A	8.849 * 10 ⁻⁴	64.0	0.12	8.30	1.30	—
278-B	9.800 * 10 ⁻⁴					

There is a tendency for direction of remanent magnetization to be less disturbed than intensity by a given peak alternating field; the variation of the declination and inclination of the N.R.M. vector of the same specimen of diabase (132-A) is shown on figure 7. The orientation of the permanent magnetic vector is more erratic on the flanks of the dikes where it tends to become more or less parallel to the edge of the dikes.

The magnetic properties of the dike material

The observed values of the susceptibility of the diabases reveal a considerable change both across and along the dikes. This variation appears to be caused mainly by the changing magnetite content which may arise from differentiation processes. Microscopic examination of thin and polished sections of some of the diabase samples confirm this assertion. Figure 8 shows a frequency distribution diagram of the volume ferromagnetic susceptibility (K) measured on 83 samples of diabase. The values cluster in two groups; the most important group is characteristic of the normal diabase rich in ferromagnesian and its mean susceptibility is 2.3×10^{-3} c.g.s. unit/cc. The second group which is less important (its frequency of occurrence is only 10% that of the first group) is found in feldspathic troctolites, i.e. diabases ultra-rich in phenocrysts of anorthite; the mean susceptibility is 2.8×10^{-5} c.g.s. unit/cc.

The measured values of the volume ferromagnetic susceptibility, the percentage of SiO_2 , Mn, Fe and Fe_3O_4 are listed for all the samples in Table V; a few bulk density values are also shown. The samples of diabase which are deficient in Fe_3O_4 and to a less extent in Fe (e.g. specimens 128-A and -B, 161-A and -B, 122-A and -B, 129-A and -B and 170-B) are characterized by a low

susceptibility value and variable but relatively lower permanent magnetic intensity. The lavas and tuffs (specimens 38-A and -B, 39-A and -B) are characterized by a much lower Fe_3O_4 content, a normal Fe content implying a larger state of oxidation in the volcanic rocks and a relatively smaller specific density value. The volume ferromagnetic susceptibility of the volcanics and tuffs is low ($\sim 7 \times 10^{-5}$ c.g.s. unit/cc) and the permanent magnetic intensity one decade smaller.

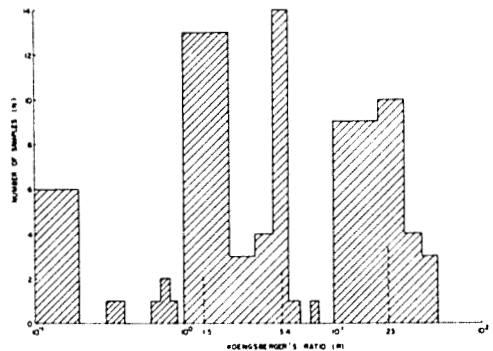


Figure 9. Histogram of the Koenigsberger's ratio of the diabase dikes.

In addition, there would appear to be a change in the properties of the magnetic material itself. In all cases, the ratio of the permanent intensity to susceptibility (Koenigsberger's ratio $R = \frac{\text{N.R.M.}}{K \bar{F}}$)

is greater on the flanks of the dikes than at the centre. The Earth's field \bar{F} is about 0.57ϕ rsted. Figure 9 depicts a frequency distribution diagram of the Koenigsberger's ratio (R) for the 83 samples. The values of the Koenigsberger's ratio cluster in three different groups. The most important group indicates a characteristic of the normal diabases when the samples were collected at the centre of the dikes. The second group which is almost as important as the first one indicates a value of R peaking at 22. This ratio is characteristic

of the normal diabases when the samples were collected on the flanks of the dikes. In all cases, the Koenigsberger's ratio is greater on the flanks than at the centre by a factor of 6. If the magnetic properties were initially uniform a much greater constancy of R would be expected. Consequently, it appears that more rapid cooling on the walls of the dikes has resulted in properties differing from those in the centre where cooling was slower. This difference arises in part from differing chemical composition, but mainly from crystal structures and especially grain size. The third group which is less important indicates a value of R peaking at 0.1. This ratio is characteristic of the feldspathic troctolites.

A plot of the intensity of the N.R.M. vector $|\vec{J}_r|$ vs the magnetic susceptibility (K) on a log-log scale (Figure 10) is quite instructive at this point of view. This diagram depicts two distinct groups bordered by dashed lines with respective differing trends. Generally speaking, the permanent intensity increases with increasing magnetic susceptibility but the rate of increase is very different for the two groups. The slope of the trend outlined by the boundary lines (dashed) is much steeper for the normal diabases than for the diabases ultra-rich in phenocrysts of anorthite. It is believed that this observation provides a criterion to estimate the degree of stability of the N.R.M. component of these dikes.

Discussion

The spatial relationships of the basic intrusive rocks (dolerites) discussed above and the basic and ultra-basic intrusive and basic extrusive rocks located to the east and the north in the Labrador Trough as well as the parallelism of the trends of these intrusions that have dike or sheet form is of particular interest in the area investigated. The dolerite dikes appear to be an erosional remnant of the feeders of surface and near surface basaltic material which permitted the passage of enormous quantities of basalt from mantle to crust. The presence of diabase dike swarms indicates a zone of crustal tension or of low pressure and it suggests the availability of molten basalt below the crust of this zone. If these dikes are tectonic indicators, they may be related to other regional tectonic features of similar ages. Such features are most likely sub-parallel extensive thrust faults within the Labrador Trough and more specifically the North-South trending gravity fault system bordering the Proterozoic volcanic and sedimentary

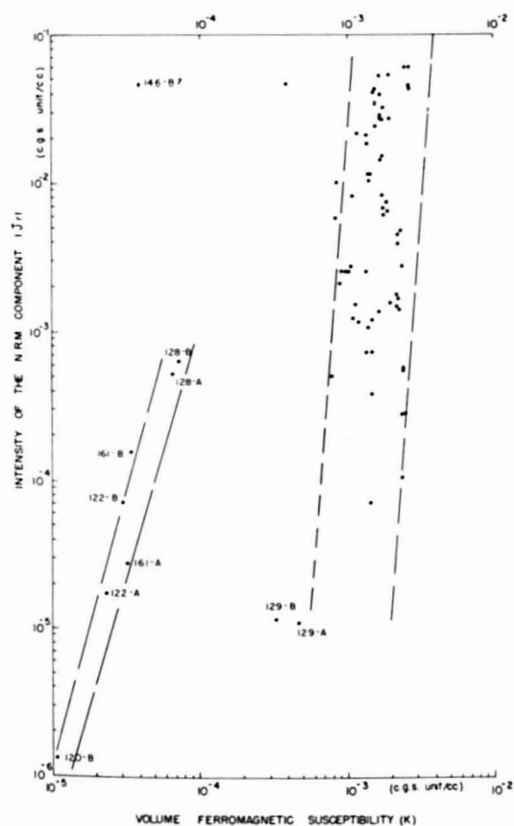


Figure 10. Plot of the intensity of the N.R.M. vector (J_r) vs the volume ferromagnetic susceptibility (K) of the specimens of diabase.

rocks of the Labrador Trough with the Archean granitic rocks to the east.

It is, however, improbable that the state of regional tension was active enough to form a rift zone on a large scale as is actually the case in the Atlantic Ocean (mid-Atlantic ridge) and to cause sea floor spreading. The reason is simply that at the time of intrusion the paleopoles were almost at the same location as the ones of the western, southern and eastern portion of the Canadian Shield. East-West tensions may have occurred several times but sporadically and for short intervals of time so that the relative displacements were minor or that the tensions and compressions alternated in a more or less cyclical fashion. One way to obtain a possible solution to the problem would be to correlate paleomagnetic data from Greenland and the Baltic Shield but these are not available yet.

If sea floor spreading is a response to mantle convection, the same should be true if a convection cell hits a continental mass. There is then no reason why the generating convection currents should be weaker or short lived because they are overlain by a continental mass. As the regional tension process apparently ceased at an early stage on the Precambrian Shield and continental break-up did not take place (assuming that the interpretation according to the hypothesis of plate tectonics is correct), then the most elegant solution would be that the vertical gradient of the upper convection currents in the mantle is different under a continental mass and the sea floor. In the first case, the upper flows of current would be slowed down substantially by the huge, rigid and thick inertial mass of the continent whereas the flow would be more rapid under the thin and plastic to semi-viscous material (sediments and volcanics) under the ocean.

Conclusion

The location, description, chemical composition, tectonic setting and physical properties of the diabase dikes encountered in the central part of the Labrador Trough are given. Ground magnetometer work indicated that these diabases depict somewhat abnormal behaviour of the magnetic properties. The magnetic properties, that is volume ferromagnetic susceptibility, intensity and orientation of the NRM component, were studied in detail. It is concluded that the mean susceptibility of the normal diabase is 2.3×10^{-3} emucgs. The mean intensity of the NRM component is 5×10^{-3} emucgs and it is larger on the flanks of the dikes than at the centre. The most probable orientation of the NRM vector (north pole is 110° - 174° @ 02° N, the position of the magnetic pole in the late Proterozoic period was situated around 172° W @ 12° N. These results are compared with other published paleomagnetic studies related to the subject on the North American continent and it is argued that the pole position obtained from preliminary NRM results is consistent with other published pole positions. In particular, the measurements of the magnetic properties of the diabases allowed a better interpretation of the ground magnetic anomalies caused by these sub-vertical tabular bodies.

Acknowledgments

The author would like to extend his thanks to J. Roy of the Dominion Observatory, Ottawa, who performed the measurements of N.R.M. of 30 specimens with his own astatic magnetometer and to Dr. C. M. Carmichael and H. C. Palmer of the department of Geophysics, University of Western Ontario, London, for permission to use their astatic magnetometer, and for their precious collaboration and helpful discussions. This work was rendered possible through grant A 7070 (1970-1971) from the National Research Council of Canada and a Grant-in-Aid of Research from the Society of Sigma XI (1971-1972).

References

- ALLAN, D. W., 1958. Reversal of the Earth's Magnetic Field. *Nature*, 182 : 469-470.
- BECK, M. E. and N. C. LINDSLEY, 1969. Paleomagnetism of the Beaver Bay Complex, Minnesota. *J. geophys. Res.*, 74 : 2002-2013.
- BRUCKSHAW, J. M. and E. I. ROBERTON, 1949. The magnetic properties of the tholeiites dykes of north England. *Mon. Not. R. astr. Soc. geophys. Suppl.*, 5 : 308-320.
- BLACK, R. F., 1963. Palaeomagnetism of part of the Purcell System in Southwestern Alberta and Southeastern British Columbia. *Bull. geol. Surv. Canada*, 83 : 1-31.
- BOOKS, K. G., 1968. Magnetization of the lowermost Keweenawan lava flows in the Lake Superior area. *Prof. Pap. U. S. geol. Surv.*, No. 600-D : D245-D254.
- CHEVALIER, R., 1925a. L'aimantation des laves de l'Etna et l'orientation du champ terrestre en Sicile du XII au XVIII^e siècle. Thèse, Paris, France.
- CHEVALIER, R., 1925b. L'aimantation des laves de l'Etna et l'orientation du champ terrestre en Sicile du XII^e au XVII^e siècle. *Annls Phys.*, Paris, 10^e sér., partie 4, p. 5-162.
- CHEVALIER, R. et J. PIERRE, 1932. Propriétés thermomagnétiques des roches volcaniques. *Annls Phys.*, Paris, 10^e sér., partie 18, p. 383-477.
- COLLINSON, D. W. and S. K. RUNCORN, 1960. Polar wandering and continental drift: evidence of paleomagnetic observations in the United States. *Bull. geol. Soc. Am.*, 71 : 915-958.
- COLLINSON, D. W., K. M. CREER and S. K. RUNCORN, 1967. Methods in paleomagnetism. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 609 p.
- DU BOIS, P. M., 1962. Palaeomagnetism and correlation of Keewenawan rocks. *Bull. geol. Surv. Canada*, 71 : 75 p.
- EGGLER, D. H. and E. E. LARSON, 1968. Palaeomagnetic study of dated Precambrian rocks of the Front Range, Colorado-Wyoming. *Geophys. J.*, 14 : 497-504.
- EHRlich, M., S. SUN, L. H. SCHARON and H. C. SOFFEL, 1969. Magnetic and palaeomagnetic investigations of the Precambrian Iron Mountain deposits, southeast Missouri. *Trans. Min. metall.*, 78 : B113-B-122.
- FAHRIG, W. F., E. H. GAUCHER and A. LAROCHELLE, 1965. Palaeomagnetism of diabase dykes of the Canadian Shield. *Can. J. Earth Sci.*, 2 : 278-298.
- FAHRIG, W. F. and D. L. JONES, 1969. Paleomagnetic evidences for the extent of Mackenzie igneous events. *Can. J. Earth Sci.*, 6 (4) : 679-688.
- FISHER, R. A., 1963. Dispersion on a sphere. *Phil. Trans. R. Soc. London, Ser. A*, 217 : 295-305.
- GRAHAM, J. W., 1953. Changes of ferromagnetic minerals and their bearing on ferromagnetic properties of rocks. *J. geophys. Res.*, 58 : 243-260.
- GRENET, G., 1930a. Sur les propriétés magnétiques des roches. Thèse, Paris, France.
- GRENET, G., 1930b. Sur les propriétés magnétiques des roches. *Annls Phys.*, Paris, 10^e sér., partie 13, p. 263-348.
- GRENET, G., 1942. L'influence de l'altération des roches volcaniques sur la stabilité de leur aimantation. *Cah. Phys.*, 7 : 41-42.
- GRENET, G., 1945. Quelques mesures d'aimantation permanente des roches du Massif Central et remarques sur les méthodes de détermination de la valeur du champ magnétique terrestre dans le passé. *Annls Géophys.*, 1 : 256-263.
- HARGRAVES, R. B. and D. M. BURT, 1967. Paleomagnetism of the Allard Lake anorthosite suite. *Can. J. Earth Sci.*, 4 : 357-369.
- HAYS, W. W., 1961. A paleomagnetic investigation of some Precambrian igneous rocks of southeast Missouri. Doctoral thesis, Washington University, St. Louis, Missouri.
- HAYS, W. W. and L. SCHARON, 1966. A paleomagnetic investigation of some of the Precambrian igneous rocks of southeast Missouri. *J. geophys. Res.*, 71 : 553-560.
- HOSPERS, J., 1954. Reversals of the main geomagnetic field, I, II, and III. *Proc. K. ned. Akad. Wet. B*, 56 : 467-491.
- HSU, I., 1962. Paleomagnetic investigation of some Precambrian volcanic rocks in the St. François Mountains, Missouri. Master's thesis, Washington University, St. Louis, Missouri.
- IRVING, E., 1964. Paleomagnetism and its application to geological and geophysical problems. John Wiley and Sons, Inc., 399 p.

- KOENIGSBERGER, J., 1938. Natural residual magnetism of eruptive rocks. *Terr. Magn. atmos. Elect.*, 43 : 119-130 and 299-320.
- KU, C. C., 1965. Paleomagnetic investigations of some of the Precambrian rocks in the St. François Mountains, Missouri. Master's thesis, Washington University, St. Louis, Missouri.
- LAROCHELLE, A., 1967. Paleomagnetism of the Sudbury diabase dykes swarm. *Can. J. Earth Sci.*, 4 : 323-332.
- LOEWINSON-LESSING, F., et MITKEWITCH, 1925. Sur l'aimantation permanente naturelle et artificielle des roches. *C. r. Acad. Sci.*, Paris, 180 : 942-945.
- MURTHY, G. S., W. F. FAHRIG and D. L. JONES, 1968. The paleomagnetism of the Michikamau anorthositic intrusion, Labrador. *Can. J. Earth Sci.*, 5 (5) : 1139-1144.
- MURTHY, G. S., 1969. Paleomagnetic studies in the Canadian Shield. Ph. D. thesis, University of Alberta, 170 p.
- NAGATA, T., 1953. Rock Magnetism. Tokyo, Japan, Maruzen Co. Ltd., 225 p.
- NÉEL, L. E., 1932. Influence des fluctuations du champ moléculaire sur les propriétés magnétiques des corps. *Annls phys.*, Paris, 10^e sér., partie 18, p. 1-105.
- NÉEL, L. E., 1949. Théorie du traînage magnétique des ferromagnétiques en grains fins avec applications aux terres cuites. *Annls Géophys.*, 5 : 99-136.
- NÉEL, L. E., 1950. Théorie du traînage magnétique des substances massives dans le domaine de Rayleigh. *J. Phys. Radium*, 11 : 49-61.
- NÉEL, L. E., 1951a. L'inversion de l'aimantation permanente des roches. *Annls Géophys.*, 7 : 90-102.
- NÉEL, L. E., 1951b. Le traînage magnétique. *J. Phys. Radium*, 12 : 339-357.
- NÉEL, L. E., 1952. Théorie du traînage magnétique de diffusion. *J. Phys. Radium*, 13 : 249-264.
- NÉEL, L. E., 1955. Some theoretical aspects of rock-magnetism. *Suppl. Phil. Mag.*, 4 : 191-243.
- NORRIS, D. K. and R. F. BLACK, 1961. Application of paleomagnetism to thrust mechanics. *Nature*, 192 : 933-935.
- PALMER, H. C., 1969. The paleomagnetism of the Croker Islands Complex, Ontario, Canada. *Can. J. Earth Sci.*, 6 : 213-218.
- PALMER, H. C., 1970. Paleomagnetism and correlation of some Middle Keweenaw rocks, Lake Superior. *Can. J. Earth Sci.*, 7 (6) : 1410-1436.
- RIMBERT, F., 1956a. Sur la désaimantation par action de champs magnétiques alternatifs, de la magnétite et du sesquioxyde de fer α . *C. r. Acad. Sci. Paris*, 242 : 890-893.
- RIMBERT, F., 1956b. Sur l'action de champs alternatifs sur des roches portant une aimantation rémanente isotherme de viscosité. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 242 : 2536-2538.
- RIMBERT, F., 1957. Sur l'aimantation rémanente anhystérique des ferrimagnétiques. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 245 : 406-408.
- ROBERTSON, W. A., 1964. Palaeomagnetic results from northern Canada suggesting a tropical Proterozoic climate. *Nature*, 204 : 66-67.
- ROBERTSON, W. A., 1969. Magnetization directions in the Muskox Intrusion and associated dykes and lavas. *Bull. geol. Surv. Can.*, 167 : 52 p.
- ROCHE, A., 1953. Étude sur l'aimantation de roches volcaniques tertiaires et quaternaires d'Auvergne et du Velay. Thèse, Paris, France.
- ROQUET, J. et E. THELLIER, 1956. Sur des lois numériques simples relatives à l'aimantation du sesquioxyde de fer rhomboédrique. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 222 : 1288-1290.
- ROQUET, J., 1953. Sur les rémanences des oxydes de fer et leur intérêt en géomagnétisme. Thèse, Paris, France.
- ROQUET, J., 1954. Sur les rémanences des oxydes de fer et leur intérêt en géomagnétisme. *Annls Géophys.*, 10 : 226-247 and 282-325.
- ROQUET, J., 1955. Étude des propriétés magnétiques de roches volcaniques à aimantation naturelle inversée. *Annls Géophys.*, 11 : 461-474.
- ROY, J. L., 1967. The Dominion Observatory astatic magnetometer. *Methods in Paleomagnetism*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 609 p.
- RUNCORN, S. K., 1959. Rock magnetism. *Geophysical aspects. Suppl. Phil. Mag.*, 4 : 244-291.

- RUNCORN, S. K., 1964. Paleomagnetic results from Precambrian sedimentary rocks in the Western United States. *Bull. geol. Soc. Am.*, 75 : 687-704.
- SCHARON, L., W. C. HAYS and R. E. ANDERSON, 1961. Paleomagnetic investigations in the St. François Mountain. *St. Missouri Geol. Surv. Rep.* No. 26 : 106-113.
- SEGUIN, M. K., 1968. Preliminary study of a magnetic study of the diabase dykes in the Schefferville area. Private report to Iron Ore Company of Canada, 5 p.
- SEGUIN, M. K., 1969. Quantitative interpretation of a retailed magnetic study of the diabase dykes in the Howell's River area. Open file report to Iron Ore Company of Canada, 8 p.
- SOPHER, S. R., 1963. Palaeomagnetic study of the Sudbury Irruptive. *Bull. geol. Surv. Canada*, 90 : 34 p.
- STRANGWAY, D. W., 1961. Magnetic properties of diabase dikes. *J. geophys. Res.*, 66 : 3021-3032.
- STRANGWAY, D. W., 1964. Rock magnetism and dike classification. *J. Geol.*, 72 : 648-663.
- THELLIER, E., 1932. Étude magnétométrique de l'aimantation rémanente et induite des argiles crues et cuites. *Annls Inst. Phys. Globe Univ. Paris*, 10 : 113-122.
- THELLIER, E., 1933. Sur l'aimantation permanente des terres cuites. *C. r. Acad. Sci. Paris*, p. 1399.
- THELLIER, E., 1935. Appareil d'induction pour la mesure des faibles moments magnétiques. *C. r. Acad. Sci. Paris*, p. 736.
- THELLIER, E., 1936a. Aimantation des briques et inclinaison du champ magnétique terrestre. *Annls Inst. Phys. Globe Univ. Paris*, 14 : 65-70.
- THELLIER, E., 1936b. Détermination de la direction de l'aimantation permanente des roches. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 203 : 743.
- THELLIER, E., 1937a. Aimantation des terres cuites ; application à la recherche de l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 204 : 184-186.
- THELLIER, E., 1937b. Sur l'aimantation dite permanente des basaltes. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 204 : 876-879.
- THELLIER, E., 1937c. Recherche de l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé, premiers résultats. *Annls Inst. Phys. Globe Univ. Paris*, 15 : 179-184.
- THELLIER, E., (1937d). Sur la disparition de l'aimantation permanente des terres cuites par réchauffement en champ magnétique nul. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 205 : 334-336.
- THELLIER, E., 1938a. Sur l'aimantation des terres cuites et ses applications géophysiques. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Paris, France.
- THELLIER, E., 1938b. Sur l'aimantation des terres cuites et ses applications géophysiques. *Annls Inst. Phys. Globe Univ. Paris*, 16 : 157-302.
- THELLIER, E. et O. THELLIER, 1959. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Annls Géophys.*, 15 (3) : 285-376.
- VINCENZ, S. A., G. J. BRAUGHT and A. C. MEYERS III. Thermal demagnetization of some Precambrian igneous rocks of Missouri. *J. Geomagn. Geoelect.*, 17 (3-4) : 337-355.
- VINCENZ, S. A., 1968. Phenomenon of partial self-reversal in Keweenawan rocks I, Magnetization of Portage Lake lavas. *J. geophys. Res.*, 73 (8) : 2739-2752.
- VINCENZ, S. A. and K. YASKAWA, 1968. Phenomenon of partial reversal in Keweenawan rocks, 2, Magnetization of Upper Keweenawan lavas and sediments and of Lower Keweenawan dikes. *J. geophys. Res.*, 73 (8) : 2753-2767.
- YEN, L., 1962. Paleomagnetic investigations of a gabbroic dike in the St. François Mountains, Missouri. Master's thesis, Washington University, St. Louis, Missouri.

COMMUNICATIONS BRÈVES

UNE MOLAIRE SURNUMÉRAIRE DANS LA MANDIBULE

DROITE D'UN CARIBOU

(RANGIFER TARANDUS GROENLANDICUS)

Frank L. MILLER et Gaston D. TESSIER

Service canadien de la faune, Région de l'est, 2721 Chemin 31, Ottawa, Ontario, KIA 0W1

Ernie KUYT

*Service canadien de la faune, Région de l'ouest,
Fort Smith, Territoires du Nord-Ouest, Canada*

Nous avons trouvé une molaire surnuméraire dans la mandibule droite d'un caribou mâle âgé de quatre ans, en faisant une inspection sur des mâchoires recueillies lors d'une chasse indienne près du lac Snare, dans le District du Mackenzie, N.W.T. (approximativement 64°10'N ; 114°00'W). Ce caribou faisait partie de la population de Bathurst Inlet, laquelle hiverne dans la forêt boréale ouverte entre le Lac Great Slave et le lac Great Bear et qui met bas ses veaux dans un endroit attenant à Bathurst Inlet.

Nous avons déterminé l'âge de ce spécimen avec une méthode histologique en comptant les anneaux dans le ciment dentaire des premières incisives. Aucune évidence de traumatisme n'a pu être notée lors de la vérification des rangées dentaires.

La formule dentaire acceptée pour le

genre *Rangifer* est : incisives $\frac{0}{1}$; canines $\frac{3}{3}$; prémolaires $\frac{3}{3}$; molaires $\frac{3}{3}$; soit un

total de 34 dents (Banfield, 1961 : 26).

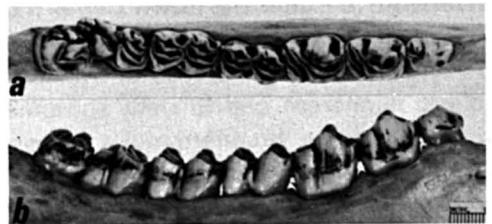


Figure 1. Molaire permanente en surnombre dans la mandibule droite d'un caribou mâle (a) vue occlusale et (b) vue buccale. Notez la rotation linguale de la troisième molaire avoisinante qui est compressée. (a)

La molaire anormale était une copie comprimée et roulée de la troisième molaire inférieure normale (fig. 1). La largeur bucco-linguale de cette molaire surnuméraire dépassait d'environ 21% celle de la troisième molaire adjacente. La longueur de cette dernière ne représentait que 91% de celle de la troisième molaire gauche à cause du développement retardé du troisième lobe et de la compression venant de la dent additionnelle. Même si cette dent surnuméraire avait une longueur antéro-postérieure de 13.9 mm, la mâchoire droite n'était que 3.9 mm de plus que la gauche en longueur. Ceci était dû à l'orientation linguale détournée de la troisième molaire normale.

Les racines antérieures de la molaire surnuméraire étaient fusionnées transversalement et postérieurement avec la deuxième colonne (fig. 2). Ce qui aurait dû être normalement la troisième colonne postérieure de la racine d'une troisième molaire mandibulaire n'était qu'un avancement minuscule au niveau de la gencive.

Le motif d'usure de la dent surnuméraire était semblable à celui de la troisième molaire contiguë, évoquant donc l'idée que les deux dents auraient percé à peu près en même temps. Toutefois l'inclinaison antérieure de la molaire en surnombre, la compression de la partie postérieure buccale de la troisième molaire normale, et le mauvais alignement de l'axe antéro-postérieur de la troisième molaire suggèrent que la dent surnuméraire a percé la première ou a poussé à une vitesse plus grande que la troisième molaire adjacente normale. Le motif d'usure de cette molaire surnuméraire serait alors dû au mouvement d'inclinaison de la dent en surnombre, mouvement qui lui aurait permis de s'engrener avec la troisième molaire maxillaire

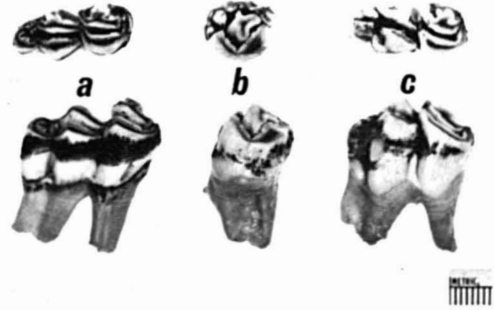


Figure 2. Vues occlusale (en haut) et buccale (en bas) de molaires du caribou (a) troisième molaire droite normale; (b) molaire surnuméraire; (c) troisième molaire gauche, comprimée.

ou avec une éventuelle molaire maxillaire surnuméraire.

Il n'y a qu'une seule autre mention d'une troisième molaire mandibulaire en surnombre chez le caribou (Miller et Tessier, 1971); une femelle de huit ans du nord-ouest du Manitoba. Ce caribou avait aussi des molaires surnuméraires dans les deux maxillaires.

Banfield (1961) a fait mention de deux caribous avec des molaires maxillaires surnuméraires. Il n'y a par ailleurs que très peu de matériel comparatif chez les autres cervidés. Pekalharig (1968) a fait rapport d'une troisième molaire maxillaire gauche en duplicata chez une wapiti femelle (*Cervus canadensis*) de six ans en Nouvelle-Zélande. Il mentionne aussi un cerf rouge (*Cervus elaphus*) de cinq ans en Nouvelle-Zélande qui avait une troisième molaire mandibulaire surnuméraire. Verme et Ozoga (1966) ont recueilli un chevreuil à queue blanche (*Odocoileus virginianus*) avec une molaire en surnombre dans chaque mandibule.

Il nous a été impossible de déterminer si la présence de cette dent anormale était de nature aberrante ou atavique. Il

n'y avait aucune indication que cette anomalie pût avoir eu des causes traumatiques. L'hypothèse que ces anomalies dentaires sont d'origine génétique, (Miller et Tessier, 1971) est encore à propos.

Remerciements

Nous remercions H.J. Boyd, Service canadien de la faune pour son aide dans la préparation du manuscrit, et G. Ben, du Département de biologie, Université d'Ottawa pour ses excellentes photographies (figures 1 et 2).

Références

- BANFIELD, A.W.F., 1961. A revision of the reindeer and caribou, genus *Rangifer*. *Bull. Nat. Mus. Canada*, 177 : 137.
- MILLER, F.L. and G.D. TESSIER, 1971. Dental anomalies in caribou, *Rangifer tarandus*. *J. Mammal.* 52(1) : 164-174.
- PEKELHARING, C.J., 1968. Molar duplication in red deer and wapiti. *J. Mammal.*, 49(3) : 524-526.
- VERME, L.J., and J.J. OZOGA, 1966. A white-tailed deer jaw with fourth molars. *The Jack-Pine Warbler*, 44(3) : 148.

CARABIDAE (COLEOPTERA) NOUVEAUX POUR LA FAUNE DU QUÉBEC

André LAROCHELLE

Collège Bourget, Rigaud, Québec

Une étude des collections entomologiques du Québec ainsi que des recherches personnelles sur le terrain nous ont permis d'ajouter quatre espèces et une sous-espèce nouvelles à la faune des Carabidae du Québec. Il s'agit respectivement de *Bembidion quadratum* Notman, *Pterostichus novus* Straneo, *Pinacodera limbata* Dejean, *Harpalus ochropus* Kirby et *Sphaeroderus nitidicollis nitidicollis* Chevrolat. Pour chacune de ces formes nous donnons le comté et la localité de capture, la date de récolte, le nombre de spécimens récoltés, le nom du collectionneur, la collection dans laquelle la récolte entomologique est conservée¹ ainsi que le nombre de spécimens qui s'y trouvent.

Bembidion quadratum Notman, 1919, p. 296.

Distribution. — SAGUENAY : Havre-Saint-Pierre 25-VI-1971, deux spécimens récoltés par A. Laroche (2, AL). Natashquan 26-VI-1971, un spécimen récolté par A. Laroche (1, AL). Rivière-Saint-Jean 22-VI-1971, un spécimen récolté par A. Laroche (1, AL). Cette espèce a été signalée à Terre-Neuve ainsi que dans les états de New York et du Maine (Lindroth, 1955).

Habitat. — Dans les marais, en terrain découvert et mouillé, avec une riche végétation de Carex ou de sphaigne. Également sous les débris de rivage marin.

Dynamique. — Un spécimen observé au vol en captivité.

Pterostichus novus Straneo, 1944, p. 127.

Distribution. — ÎLE-DE-MONTRÉAL : Montréal 4-IX-1906, un spécimen récolté par A.F. Winn (1, LEM).

Ce coléoptère se rencontre en Ontario, au Manitoba et au Michigan (Lindroth, 1966).

Habitat. — Peu connu. Lindroth (*loco citato*) a capturé ce coléoptère à Aweme, Manitoba, dans une forêt de décidus, parmi les feuilles mortes, à proximité d'un ruisseau.

Dynamique. — Ailes membraneuses très réduites, non fonctionnelles.

Pinacodera limbata Dejean, 1831, p. 320.

Distribution. — TÉMISCAMINGUE : Laniel 19-VI-1949, un spécimen récolté par J.B. Thomas (1, LEM).

L'aire de répartition de cette espèce de l'est de l'Amérique du Nord s'étend, au sud, jusqu'en Floride et au Texas, et à l'ouest, jusqu'au Michigan (Hubbard and Schwarz, 1878 ; Leng, 1915). Au Canada, elle n'a été signalée qu'en Ontario (Lindroth, 1969).

Habitat. — Sous l'écorce des arbres (Blatchley, 1910).

Dynamique. — Un spécimen attiré à une source de lumière artificielle (Lindroth, *loco citato*).

Harpalus ochropus Kirby, 1837, p. 42.

Distribution. — ABITIBI : Amos 12-V-1968, deux spécimens récoltés par A. Laroche (2, AL).

Cette espèce se rencontre en Ontario, au Manitoba, en Saskatchewan, en Alberta, en Colombie Britannique et en Alaska (Lindroth, 1968).

¹ Les abréviations employées dans le texte ont les significations suivantes : AL — Collection André Laroche, Rigaud ; JPL — Collection Jean-Paul Laplante, Sainte-Foy ; LEM — Lyman Entomological Museum, Sainte-Anne-de-Bellevue ; TFQ — Collection du Ministère des Terres et Forêts du Québec, Québec.

Habitat. — Moraines sableuses, en terrain découvert, avec végétation éparse (Lindroth, *loco citato*).

Dynamique. — Ailes membraneuses complètes, sans doute fonctionnelles.

Sphaeroderus nitidicollis nitidicollis Chevrolat, 1829, p. 24.

Distribution. — SAGUENAY : Rivière aux Becs 30-VII-1965, un spécimen récolté par J.-P. Laplante (1, JPL). Rivière Jupiter 17-VII-1971, seize spécimens récoltés par A. Larochelle (2, AL; 14, TFQ). Rivière McDonald 15-VII-1971, un spécimen récolté par A. Larochelle (1, AL). Rivière à la Patate 15-VII-1971, deux spécimens récoltés par A. Larochelle (2, AL).

Cette sous-espèce n'avait été signalée qu'à Terre-Neuve (Lindroth, 1955).

Habitat. — Forêts de décidus et forêts mixtes, sous les débris végétaux.

Biologie. — Rivière Jupiter 17-VII-1971, temps nuageux, deux couples *in coitu*.

Dynamique. — Ailes membraneuses très réduites, non fonctionnelles.

Nous tenons à remercier le Ministère des Terres et Forêts du Québec pour son aide financière, M. le Professeur Carl H. Lindroth, Institut de Zoologie de l'Université de Lund, Suède, pour la vérification de la détermination des spécimens, ainsi que M. J.-P. Lebel pour l'aide techniques apportée.

Références

- BLATCHLEY, W.S., 1910. The Coleoptera of Indiana. *Bull. Ind. Dep. Geol. Nat. Res. Indianapolis*, 1 : 1-1385.
- CHEVROLAT, L.A.A., 1929. In P. Guérin, *Iconographie du Règne animal*, J.-B. Baillière, Paris, 1 : 1-325.
- DEJEAN, P.F. M.A., 1831. *Spécies général des Coléoptères*. Méquignon-Marvis, Paris, 5 : 1-883.
- HUBBARD, H.G. and E.A. SCHWARZ, 1878. The Coleoptera of Michigan. *Proc. Am. phil. Soc.*, 17 : 627-666.
- KIRBY, W., 1837. The Insects. In J. Richardson, *Fauna Boreali-Americana*. Norwich, 4 : 1-325.
- LENG, C.W., 1915. List of Carabidae of Florida. *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 34 : 355-601.
- LINDROTH, C.H., 1955. The Carabid Beetles of Newfoundland. *Opusc. ent., Suppl. Lund*, 12:1-160.
- LINDROTH, C.H., 1966, 1968 and 1969. The Ground-Beetles of Canada and Alaska. *Opusc. ent., Suppl. Lund*, 29, 33 and 34 : 409-648, 649-944 and 945-1192.
- NOTMAN, H., 1919. Notes and new species of *Bembidium*. *Jl. N.Y. ent. Soc.*, 27 : 292-297.
- STRANEO, S.L., 1944. Note sui Plerostichini. *Atti Soc. ital. Sci. nat.*, 83 : 126-1130.

REVUE DES LIVRES

CAYOUILLE, R. et GRONDIN, J.L., 1972. **Les oiseaux du Québec**. Société zoologique de Québec, Orsainville, Québec. 117 p., ill. 21.5 × 28 cm. Relié-carton, prix non indiqué.

Ce volume sur les oiseaux du Québec veut être un complément aux guides d'identification des oiseaux sur le terrain, sans être un traité scientifique destiné aux ornithologistes chevronnés. L'artiste Grondin a su relever le défi d'illustrer en noir et blanc 243 des quelque 350 espèces d'oiseaux du Québec par des dessins qui sont d'une grande beauté, tout en respectant d'une part les règles de l'art, et d'autre part la forme, la silhouette, les proportions et l'exactitude des différents caractères morphologiques de chacune des espèces. Les oiseaux sont groupés selon l'ordre phylogénétique des espèces, sans y adhérer de façon exacte. Les auteurs ont dû dans certains cas sacrifier les relations systématiques à la présentation artistique des dessins.

Comparé aux livres à caractère plus scientifique écrits par W. Earl Godfrey : *Les Oiseaux du Canada* (1967, Bull. 203, Musée Nat. du Canada, Ottawa) et *Encyclopédie des oiseaux du Québec* (1972, Éditions de l'Homme, Montréal), le présent livre doit être considéré comme un ouvrage de vulgarisation. Les textes, plutôt concis, donnent des généralités sur les différents groupes d'oiseaux, en les situant dans leur habitat. Chaque espèce est décrite brièvement dans le seul but de compléter l'illustration, qui évidemment ne montre ni la couleur ni les variations de plumage quant aux sexes et à l'âge. Les oiseaux illustrés sont tous, sauf indication contraire, des mâles en plumage printannier. L'ouvrage comprend une brève description du mode de vie de l'oiseau, de ses cris, de son chant, de ses déplacements migratoires et de son lieu d'hivernage. L'aire géographique que chaque espèce occupe au Québec est décrite à partir des frontières sud du Québec jusqu'à ses limites nord désignées par des localités connues. La légende des planches comporte, en plus du nom de l'espèce illustrée, les dimensions moyennes de l'oiseau dans sa position naturelle, indiquées en pouces, soit sa longueur, et, quand c'est utile, son envergure.

L'index général donne, en regard du nom français de l'espèce, ses noms anglais et scientifique. De plus, l'ouvrage comprend un index des noms anglais et un autre groupant quelque 175 noms vernaculaires ou vocables folkloriques.

Ce livre s'adresse à tous les amateurs de la nature au Québec, à tous ceux qui veulent mieux connaître le monde merveilleux des oiseaux, et même aux ornithologistes les plus chevronnés, ne serait-ce que pour la qualité et la beauté de ses illustrations.

Raymond McNEIL

*Centre de recherches écologiques de Montréal
Université de Montréal, Montréal*

PRÉVOT, A.R., 1970. **Humus : biogénèse, biochimie, biologie**. Éditions de la Tourelle, France. 342 p. 21 × 14 cm. Relié, prix non indiqué.

Dans son introduction, l'auteur indique bien qu'il ne vise pas à écrire un traité exhaustif des connaissances sur l'humus. Son seul objectif est de faire une mise au point succincte des connaissances liées à la genèse et la nature de l'humus. Le problème de l'humus est en effet très vaste et l'auteur a incontestablement fait un effort de synthèse pour présenter adéquatement l'essentiel des connaissances acquises sur le sujet. Son ouvrage fait oeuvre éminemment utile et nous le recommandons à l'attention des pédologues et autres intéressés aux problèmes de croissance des végétaux.

L'ouvrage comporte deux parties : la première traite des constituants humigènes et leurs agents lytiques, la seconde est consacrée à l'humification.

La première partie est divisée en deux sections : précurseurs ternaires et précurseurs azotés. Les précurseurs ternaires groupent sept chapitres : 1. cellulose et cellulolyse ; 2. lignine et ligninolyse ; 3. pectines et pectinolyse ; 4. algines et alginolyse ; 5. glucides, amidons et hémicelluloses ; 6. lipides et stéroïdes ; 7. résines et tannins. Ces aspects sont en apparence l'objet d'un traité classique de biochimie

structurale ou de chimie des constituants d'origine naturelle, mais l'auteur les aborde dans une perspective bien adaptée au problème de l'humification, en insistant sur les mécanismes de biodégradation de ces constituants dans le sol. Le lecteur trouvera aussi, dans la plupart de ces chapitres, des éléments utiles de systématique des micro-organismes mis en cause, une présentation rapide des techniques d'étude et une discussion succincte, mais appropriée, des conditions écologiques ambiantes qui influencent la biodégradation de ces constituants au cours de l'humification.

La deuxième section de la première partie de l'ouvrage, consacrée aux précurseurs azotés, emprunte la même voie de présentation intégrée portant à la fois sur les aspects structuraux, biochimiques, microbiologiques et écologiques. Elle comporte trois chapitres : azote atmosphérique (fixation symbiotique et non symbiotique) ; protéines et dérivés ; constituants azotés non protéiques : le tout orienté vers une compréhension du problème de l'humification.

La deuxième partie du volume est consacrée aux cycles de l'humification. Après un rappel — un peu trop bref — des notions classiques de définition et de classification des sols (empruntées au système français), l'auteur consacre un chapitre à la définition et la classification des formes naturelles d'humus. Ce chapitre trop succinct ne rend pas tout à fait justice aux travaux classiques publiés sur les formes d'humus, mais la référence faite à Duchaufour, incitera le lecteur à se documenter davantage auprès des travaux de cet auteur.

Le chapitre 14 (les processus naturels de l'humification) et le chapitre 15 (les acides humiques) traitent de l'essentiel du problème qui en principe doit préoccuper le lecteur. Pour succints qu'ils soient, ils rendent compte de l'essentiel des connaissances acquises sur la genèse des matières humiques et les mécanismes biologiques et biochimiques de l'humification. Trois chapitres consacrés à l'humification abiologique, à l'humification artificielle et au compostage complètent ce travail.

L'ouvrage de Prévost n'est pas un traité de microbiologie et de biochimie du sol, encore moins un traité de pédologie. Écrit intentionnellement pour résumer l'essentiel des connaissances acquises sur l'humus, source de vie végétale, ce livre ne déçoit pas. Il comble une lacune évidente en faisant le pont entre les

longs traités de microbiologie du sol et les traités de pédologie.

Bernard BERNIER

*Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec*

TAYLOR, S.A. et ASHCROFT, G.L., 1972. **Physical Edaphology: The Physics of Irrigated and Nonirrigated Soils.** W.H. Freeman, San Francisco, xiii + 533 p., 279 fig., 46 tabl. 25.7 × 17.4 cm. Relié, \$17.50.

Tous les spécialistes des sols et des plantes seront d'accord pour reconnaître l'immense source de renseignements que renferme l'ouvrage de Taylor et Ashcroft. Considérant qu'il s'agit d'un aspect trop souvent négligé jusqu'à présent, les auteurs nous offrent une foule de connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de l'édaphologie physique, qui est l'interaction de tous les facteurs de l'environnement avec les réactions physiques du sol.

Dès les débuts de sa carrière à l'Université d'Utah en 1949, S.A. Taylor avait choisi l'approche écologique pour son cours de physique des sols, en dépit du fait que peu de spécialistes en sols reconnaissaient alors la valeur d'une telle approche. Cela a nécessité, de sa part, la préparation d'une grande quantité de matériel original de cours lequel devenant de plus en plus volumineux, a été assemblé et soumis à la maison d'édition W.H. Freeman and Company. À sa mort en 1967, le manuscrit avait été révisé par plusieurs spécialistes et on en avait débuté l'édition.

Cet ouvrage comprend une préface écrite par G.L. Ashcroft et seize chapitres dont quatre sont consacrés entièrement à l'eau du sol. Nous retrouvons ce souci du détail et de l'explication précise qui sont le fruit d'un travail préparé soigneusement et qui, à toute fin pratique, a été soumis à une critique constructive pendant près de vingt années. Il s'adresse aux étudiants des 2^e et 3^e cycles et peut servir de volume de base pour des cours de physique des sols, d'irrigation, de sol et des sciences de l'environnement. À l'exception de quelques chapitres, la longue bibliographie ne liste qu'un petit nombre de références datant de moins de 5 années. Cela est sûrement le reflet des circonstances tragiques qui ont entouré la finalisation de cet ouvrage.

Sylvio J. BOURGET

*Ministère de l'agriculture du Canada
Station de recherche, Québec*

WIENS, J.A., (éditeur), 1972. *Ecosystem structure and function. Proceedings of the thirty-first annual Biology Colloquium*. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon. 176 p., ill. 16 × 23.5 cm. Relié, US \$5.00.

Depuis quelque temps, le mot écologie fait partie du vocabulaire courant. Il est utilisé, avec ferveur, par des groupes aussi différents que les fabricants de savon et les politiciens, souvent dans un sens et pour des buts très différents. La plupart du temps, il est confondu avec un autre mot à la mode : la pollution, et les écologistes sont considérés comme une sorte d'ingénieurs sanitaires, capables de purifier l'air et l'eau contaminés. Cette façon, un peu simpliste de voir, est fort éloignée de la réalité. Les problèmes écologiques sont bien plus complexes. Ils touchent la compréhension de la structure et des lois qui régissent le fonctionnement de vastes systèmes composés d'une multitude d'être vivants ayant des rapports complexes et réciproques avec les facteurs physiques de l'environnement et avec l'homme lui-même.

Les six contributions réunies dans ce volume, traitent toutes, soit de la structure, soit du fonctionnement des écosystèmes. Dans la première, E.P. Odum fournit un fond théorique concernant la notion même de l'écosystème et son importance pour l'homme. Les trois contributions suivantes traitent des cycles d'éléments nutritifs, du flux d'énergie et de la production des écosystèmes. Vient ensuite un texte de E.C. Pielou sur la structure des communautés animales et un autre, de R.H. Wittaker et G.M. Woodwell, sur l'évolution des communautés naturelles. Le tout est suivi d'une discussion générale, au cours de laquelle plusieurs concepts, développés par les participants à ce colloque, sont évalués en relation avec l'écologie humaine. La conclusion finale est suggérée par l'intervention de Wittaker, qui milite en faveur de l'intégration des connaissances touchant la structure et le fonctionnement des écosystèmes dans la stratégie globale de l'homme, face au problème de l'utilisation rationnelle de l'environnement.

Un livre qui intéressera tous les écologistes.

Miroslav M. GRANDTNER

Département d'écologie et de pédologie
Université Laval, Québec

SCHNEIRLA, T.C., 1971. *Army Ants. A Study in social organization*. W.H. Freeman, San Francisco. 349 p., ill. 16 × 24 cm. Cartoné, \$12.00.

Ce volume est une oeuvre posthume de Schneirla. Sa parution a été assurée par Topoff. Il résume les connaissances acquises, en particulier par l'auteur, sur le groupe de fourmis, composant la sous-famille des Dorylinae (Formicidae, Hymenoptera), appelé "fourmis guerrières" ou "fourmis nomades".

La contribution de Schneirla s'avère plus que significative dans l'étude de ces insectes sociaux. Il a percé les secrets de leur biologie qui est fonction de phases nomades et de phases sédentaires. C'est au cours des phases sédentaires, pendant lesquelles la colonie bivouaque, que la femelle pond des milliers d'oeufs. Après éclosion des oeufs, alors que les larves commencent à se développer, la colonie se remet en route dévorant, sur son passage, une grande quantité d'animaux composés surtout d'Arthropodes.

Leur éthologie et leurs ravages rendent ces fourmis très spectaculaires. Elles effectuent des raids dévastateurs au cours desquels une personne endormie peut être menacée de mort. Les demeures sont alors rapidement débarrassées de toutes vermines et même du propriétaire s'il n'évacue pas les lieux. On les a utilisées tantôt comme nourriture, tantôt pour suturer des plaies (parce que même la tête séparée du corps et l'insecte mort, les mandibules en forme de pince à glace ne lâche pas prise) ou encore pour exécuter des ennemis.

La contribution de Schneirla s'étend à ce que l'on peut appeler la physiologie de la colonie. Il a montré que celle-ci peut passer plus ou moins régulièrement d'un niveau élevé d'activité à une phase d'inactivité relative, et inversement. Il est difficile, en lisant ce livre, de ne pas voir dans une colonie un superorganisme dont le comportement et la physiologie s'apparentent à ceux d'un organisme dit supérieur comme un mammifère. Mais l'analogie ne peut être poussée trop loin, car il existe des phénomènes dans la vie d'une colonie, comme la division de la colonie chez les Écitons en deux segments dont le plus important suit la vieille reine et l'autre la jeune reine, qui viennent en limiter le sens. Il est plus juste de parler, comme l'auteur, d'un système dont le fonctionnement découle et dépend des caractéristiques biologiques de ces animaux.

Le volume se termine par la présentation de la phylogénie des Dorylinae, basée sur une hypothèse monophylétique. Notons que les fourmis guerrières se rencontrent dans les zones tropicales et subtropicales de l'Afrique et de l'Amérique. Les espèces de cette sous-famille sont regroupées dans cinq genres différents : *Dorylus*, *Anomma* et *Aenictus* pour la région éthiopienne, *Neivamyrmex* et *Eciton* pour la région néotropicale.

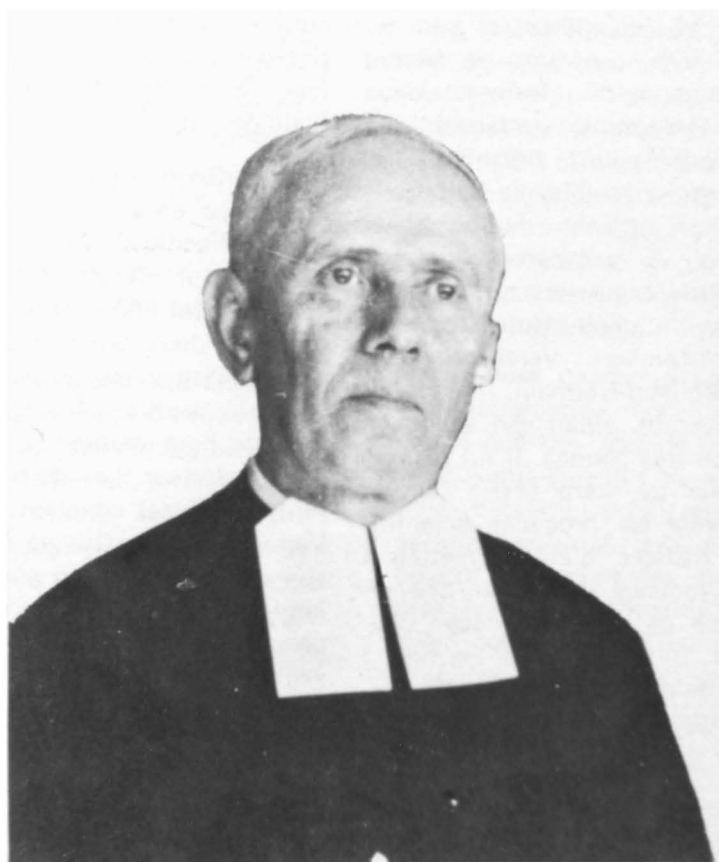
Ce livre, dont l'illustration est très bien soignée, représente une contribution valable à l'éthologie animale et même à la psychophysiologie. Il mérite assurément de figurer dans la bibliothèque des chercheurs qui s'intéressent à ces sujets.

André FRANCOEUR

*Section biologie
Université du Québec à Chicoutimi
Chicoutimi, Québec.*

LE FRÈRE ROLLAND-GERMAIN

25 octobre 1881 — 3 septembre 1972



Le 3 septembre 1972 disparaissait une autre importante figure de la botanique canadienne, le frère Rolland-Germain des Frères des écoles chrétiennes. Il suffit de feuilleter la vie du frère Marie-Victorin, telle qu'écrite par Robert Rumilly, pour retrouver, presque à chaque page, le nom du frère Rolland-Germain et ainsi réaliser combien intimement liées étaient les vies de ces deux grands botanistes. Si l'on a pu dire que le frère Marie-Victorin est le père de la flore laurentienne, nous pouvons dire que le

frère Rolland-Germain en est le grand-père !

Le frère Rolland-Germain était né en Bourgogne le 25 octobre 1881 et y avait enseigné avant de quitter sa patrie en juillet 1905 à la suite des lois Combes décrétant la sécularisation de l'enseignement en France. Sa modestie cachait une vaste érudition en physique, en chimie et en sciences naturelles et il avait déjà été initié aux secrets de la nomenclature et de la taxonomie végétales.

C'est à Longueuil, en 1905, que le frère Marie-Victorin eut le grand avantage de rencontrer le frère Rolland-Germain, « celui qui devait être, en même temps que son ami et son conseiller, un collaborateur très compétent et très dévoué ». Les deux confrères se lièrent d'une profonde amitié, devinrent deux compagnons inséparables partageant une commune passion pour la botanique. Les jours de congé, ensemble, ils herborisèrent dans les environs de Longueuil d'abord, puis ils poussèrent un peu plus loin leurs excursions : Saint-Bruno, Boucherville, Saint-Hubert, Saint-Hilaire, Saint-Lambert, Verchères, etc. Le frère Rolland-Germain, méthodique et persévérant, aidait son ami dans l'identification des plantes. Il fut le véritable initiateur du frère Marie-Victorin auquel il révéla les procédés scientifiques. Les vacances d'été permettaient aux deux botanistes d'explorer des régions de plus en plus éloignées, Oka, Saint-Jérôme, Beauport, Saint-Ferdinand d'Halifax, Sainte-Rose, Mont-Laurier, etc., où ils pouvaient bénéficier de l'hospitalité dans des collèges de la congrégation.

Le frère Marie-Victorin, malgré sa stature imposante, fut très tôt attaqué dans sa santé et toute sa vie durant dut limiter les efforts physiques trop épuisants. Le frère Rolland-Germain prit sur lui la grosse part de la « cuisine », c'est-à-dire du travail préliminaire qui consiste à prélever, à presser, à sécher les spécimens, à les monter, à les identifier — tout comme il avait pris une grosse part de la « cuisine » consistant à fabriquer et planter des décors, à ranger des chaises, à bâtir des accessoires, les jours de représentation dramatique à Longueuil, alors que son ami, tenté par les muses, présentait un drame historique sur *Charles Lemoyne* avec ses élèves du cercle La Salle.

En 1913, ils entreprirent dans la région du lac Témiscouata un voyage d'étude très fructueux qui fournit matière à un mémoire assez considérable sur la flore du Témiscouata. L'été suivant, la zone côtière retint leur attention et ils herborisèrent à Cacouna, Notre-Dame-du-Portage, Saint-Simon, Rivière-du-Loup, Trois-Pistoles, etc.

À la rentrée des classes de 1914, une obédience envoya le frère Rolland-Germain à l'école Saint-Jean-Baptiste d'Ottawa où il devait demeurer jusqu'en 1926. Ce fut une séparation bien pénible pour les deux botanistes, mais qui eut ses avantages puisque le frère Rolland-Germain profita de son séjour dans la capitale pour étudier la flore de l'Outaouais inférieur. Les deux amis demeurèrent en contact constant. Le frère Marie-Victorin vint à Ottawa herboriser avec son confrère. De son côté, le frère Rolland-Germain vint à Longueuil pour passer avec le frère Marie-Victorin non seulement les vacances d'été marquées de grands voyages, mais les vacances de Pâques et les vacances du Jour de l'An.

À partir de 1917 les deux botanistes entreprirent, tantôt seuls, tantôt accompagnés de quelques collègues ou confrères, l'étude d'entités géographiques plus éloignées que l'isolement a rendu plus intéressantes au point de vue biologique : l'île aux Coudres, l'île d'Anticosti, les îles de la Madeleine, la Gaspésie, la baie des Chaleurs, le lac Saint-Jean, la Minganie, l'Abitibi, le Témiscamingue, etc. Ils poussèrent des pointes au Nouveau-Brunswick et dans la région des Grands-Lacs dans le but de comparer des florules locales ou de vérifier des hypothèses sur l'origine de la flore de la vallée du Saint-Laurent. Toutes ces expéditions exécutées au prix de grands efforts physiques de la part des deux botanistes, si l'on se rappelle les moyens

du temps, mais combien fructueuses, se concrétisèrent par la publication de la Flore laurentienne en 1935.

Entre-temps, le frère Rolland-Germain était revenu au collège de Longueuil en 1926 pour y enseigner les sciences. Pendant que le frère Marie-Victorin, malgré sa nomination à la faculté des sciences de l'Université de Montréal, continuait à se dépenser auprès des membres du cercle La Salle de l'A.C.J.C., le frère Rolland-Germain fondait un cercle de Jeunes Naturalistes, le cercle André Michaux, y initiant les jeunes aux sciences naturelles.

Sa profonde expérience en taxonomie végétale, le frère Rolland-Germain en fit bénéficier tous les jeunes naturalistes de la province, en 1939, en écrivant à leur intention deux tracts leur indiquant « comment se familiariser avec les termes techniques d'une flore » et « comment se servir d'une flore ».

Autour d'une personnalité si puissante que celle du frère Marie-Victorin des personnalités assez fortes paraissent effacées et n'avaient pas la notoriété qu'elles mériteraient. Le frère Rolland-Germain ne demandait qu'à être le collaborateur effacé. La gloire de son ami et le plaisir de travailler lui suffisaient. Ce n'est pas minimiser l'œuvre du frère Marie-Victorin que de dire que la majeure partie de cette œuvre scientifique est le résultat d'un travail d'équipe. Pendant que le frère Rolland-Germain collectait les spécimens et les observations, triait, identifiait et classait, le frère Marie-Victorin organisait les expéditions, rédigeait les observations journalières, échafaudait les hypothèses et rédigeait les textes finals.

Pour le frère Rolland-Germain, la botanique était son domaine de prédilection et sur le terrain il possédait un flair et un sens d'observation très aiguisés. Mais il laisserait bien les autres

utiliser ses découvertes et récolter des lauriers. Le frère Marie-Victorin tenta l'impossible pour sortir son compagnon de sa timidité foncière. Lui demander un mémoire, c'était lui infliger un pensum. Le frère Marie-Victorin se fit plus insistant et engagea son collaborateur à présenter les fruits de ses observations botaniques aux congrès annuels de l'Acfas. De 1933 à 1944, du premier congrès jusqu'à l'année de la mort du frère Marie-Victorin, le frère Rolland-Germain présenta un total de vingt-neuf communications dont neuf en collaboration avec le frère Marie-Victorin.

Notre flore comporte au moins une famille rébarbative, les Graminées, qui ne tente que très peu de botanistes. Le frère Rolland-Germain se pencha sur le groupe délaissé, pour rendre service, sans autre ambition que le bonheur de découvrir. Il passait des journées entières à l'herbier de l'Institut botanique à fouiller des sujets difficiles, isolé des distractions et des bruits par une dureté d'oreille qui s'accroissait avec l'âge.

Entre ses voyages hivernaux à Cuba des dernières années de sa vie, le frère Marie-Victorin reprenait la route avec le frère Rolland-Germain et tel ou tel de ses collaborateurs ; toutes les « fins de semaine » une herborisation, soit dans les Laurentides ou les Cantons de l'Est. Le 15 juillet 1944 ils étaient venus à Black Lake à la recherche du *Cheilanthes siliquosa*, petite fougère endémique de la serpentine. Au retour, tard dans la soirée, ce fut la collision, accident fatal qui devait emporter le frère Marie-Victorin. Gravement blessé et la jambe fracturée, le frère Rolland-Germain demeura stoïquement dans l'auto. Il ne pensait qu'à son ami, comme il a fait toute sa vie. À ses compagnons qui essayaient de l'extraire des débris, il répétait : « Occupez-vous du frère Victorin ». Le 15 juillet 1944, date fatidique dans la vie du frère

Rolland-Germain ! Elle mettait fin à quarante années d'amitié et de collaboration intime et terminait brusquement quarante ans d'apostolat auprès de la jeunesse de Longueuil et d'Ottawa.

Après un séjour à l'hôpital ce fut, pour le frère Rolland-Germain, vu son âge avancé, une très longue convalescence et un difficile rétablissement à l'infirmerie du Mont-de-La-Salle, à Laval-des-Rapides.

Dès qu'il put se lever et faire quelques pas, le frère Rolland-Germain se dirigea vers ses amies, les fleurs. De très nombreuses récoltes faites par lui en 1945 proviennent toutes des boisés de l'ancienne propriété des Frères des écoles chrétiennes à Laval-des-Rapides près de Montréal.

En 1946, le frère Alexandre, son ami et illustrateur de la Flore laurentienne, alors directeur du Mont-Saint-Louis à Montréal, offrit l'hospitalité de son collègue au frère Rolland-Germain. De 1946 à 1968, deux fois par jour très fidèlement pendant vingt-deux ans, il se rendit au Jardin botanique de Montréal continuer dans le silence de l'herbier de l'Institut botanique, ses recherches taxonomiques et floristiques.

Si les plantes pressées et séchées, (ces cadavres aplatis), savaient lui parler, il préférerait encore visiter ses amies chez elles, dans leur habitat naturel. Toute offre de voyage ou de séjour à la campagne était saisie avec empressement par lui. Très nombreuses sont les récoltes faites à Saint-Adolphe d'Howard, où le Mont-Saint-Louis possède une maison de repos. Il fit aussi de très fructueux séjours à la station biologique du Mont-Tremblant ainsi qu'à celle de l'Université de Montréal à Saint-Hippolyte. Sœur Marie-Jean-Eudes lui fit plusieurs fois guider les directeurs et directrices de Cercles de jeunes naturalistes à l'École

de la route, autour de la péninsule gaspésienne. D'une résistance physique extraordinaire, à quatre-vingts ans il pouvait encore devancer les plus jeunes au sommet du mont Albert. À la demande d'un jeune confrère qui préparait un mémoire sur la flore de l'île Perrot, il l'accompagna sur le terrain et avec une ferveur de novice il collectionna tout, des mauvaises herbes communes aux Cypéracées et Graminées critiques. La fondation d'un cercle de mycologues à Montréal lui fournit aussi occasion d'excursions à la campagne, un intérêt dans ces végétaux inférieurs et de nouvelles recettes à sa diète plutôt frugale.

Ce fut un choc pour tous lorsqu'un malheureux accident amputa le frère Rolland-Germain de sa main droite. Il fut le premier à se remettre et avec une incroyable rapidité pour son âge à s'adapter à cette nouvelle situation et à apprendre à compenser pour ce handicap. Je le revois encore, le lendemain du funeste accident, assis sur son lit d'hôpital à l'Hôtel-Dieu de Saint-Jérôme, faisant des mots croisés et traçant péniblement de sa main gauche ses premières lettres, histoire de réapprendre à écrire et cela à 75 ans ! Très rapidement il devint impossible de distinguer sa nouvelle écriture de celle exécutée de la main droite avant l'accident. Toujours effacé et quelque peu indépendant de caractère, il ne voulut dépendre de personne. Son ingéniosité fit des prodiges et vint à bout de tous les obstacles et en quelques jours, sans le secours d'aucune prothèse, ni l'aide d'ergothérapeutes, il put lacer ses chaussures, s'habiller seul et vaquer à ses occupations journalières.

À sa mort en 1944, le frère Marie-Victorin avait laissé de nombreux textes inachevés, dont un long manuscrit sur la flore des îles de Mingan et d'Anticosti. Le frère Rolland-Germain reprit ce travail qui avait dormi trop longtemps dans

les tiroirs. Il passa les dernières années de sa vie active à revoir ce texte, à vérifier les identifications de plantes, à faire les changements taxonomiques, à compléter les descriptions laissées inachevées et à échafauder les hypothèses que le frère Marie-Victorin avait à peine ébauchées. L'ouvrage de 539 pages, la *Flore de l'Anticosti-Minganie*, oeuvre commune des frères Marie-Victorin et Rolland-Germain fut publiée par les Presses de l'Université de Montréal en 1969.

Mais les ans faisaient leurs ravages. En plus de la surdité qui était devenue presque complète, les yeux ne voulurent plus continuer à scruter les détails morphologiques des fleurs. En mai 1968, âgé de 86 ans, pratiquement sourd et aveugle, il prit sa retraite définitive et se retira d'abord à Sainte-Angèle, puis à l'infirmerie de Sainte-Dorothée.

  la suggestion de confrères, quelques jours avant de quitter le Mont-Saint-Louis, il offrait son herbier personnel à l'Université de Sherbrooke. C'est un plein camion de caisses et de ballots poussiéreux que nous avons récupéré du grenier du collège, reliquats de récoltes faites à Ottawa ou à Longueuil. Après quatre ans de labeur, le travail de trilage, d'identification et de classement est maintenant terminé. Plus de sept mille spécimens ont été incorporés dans l'herbier de l'Université de Sherbrooke et 30,179 duplicata ont été distribués aux herbiers du Canada, des  tats-Unis et d'Europe.

La mémoire du frère Rolland-Germain subsistera dans le monde botanique. Des dizaines de milliers d'exemplaires de ses récoltes sont conservés dans les herbiers du monde. Son nom restera attaché à quelques plantes qu'il a décrites : *Lycopus laurentianus* Rolland-Germain, *Mat-*

teuccia pennsylvanica (Willd.) Raymond f. *foliacea* (Farw.) Rolland-Germain, *Sphenopholis intermedia* Rydb. f. *purpurascens* Rolland-Germain, *Trisetum melicoides* (Michx.) Vasey f. *violaceum* Rolland-Germain, *Cypripedium Calceolus* L. var. *rupestre* (Vict. & Rousseau) Rolland-Germain, *Arctostaphylos Victorini* Rolland-Germain, *Aster johannensis* Fern. f. *vaurealis* (Rousseau) Rolland-Germain. Avec le frère Marie-Victorin comme co-auteur il a aussi décrit les formes et variétés suivantes : *Rosa blanda* Ait. f. *angustior* Vict. & Rolland-Germain, *Acer saccharophorum* K. Koch var. *subvestitum* Vict. & Rolland-Germain, *Glyceria neogaea* Steud. f. *natans* Vict. & Rolland-Germain, *Trientalis borealis* Raf. f. *pluriverticillata* Vict. & Rolland-Germain.

Des botanistes de renom ont reconnu la valeur scientifique du frère Rolland-Germain et lui ont dédié certaines de ses trouvailles. Fernald lui a dédié le *Scirpus Rollandii* Fern.; le frère Marie-Victorin, le *Galium triflorum* Michx. f. *Rollandii* Vict. et le *Senecio Rollandii* (Vict.) Vict.; Rouleau, le X *Populus Rollandii* Rouleau; le frère Marie-Victorin et Jacques Rousseau, le *Lathyrus Rollandii* Vict. & Rousseau et la *Prenanthes racemosa* Michx. f. *Rollandii* Vict. & Rousseau.

Le frère Rolland-Germain reçut en 1949 la médaille Marie-Victorin, réservée à ceux qui contribuent le plus à l'avancement de la botanique dans notre pays. L'Université de Montréal reconnut à son tour son mérite en lui décernant le titre de docteur *Honoris causa* en novembre 1955.

Nous ne pouvons mieux terminer cette bien imparfaite biographie qu'en relisant ce que le frère Marie-Victorin, lui-même, écrivait en 1935 dans la préface de sa *Flore laurentienne*.

«... Sa pensée va tout d'abord à une collaboration d'un ordre particulier et très intime, qui durant trente années l'a inspiré et soutenu dans son labeur scientifique. Homme de large culture, botaniste éminent, observateur de premier ordre, le F. Rolland-Germain, f.e.c., a été associé à toutes les explorations botaniques de l'auteur. Sa résistance physique, son dévouement infatigable, sa profonde connaissance des identités et son remarquable esprit critique ont contribué largement au succès des travaux sur le terrain qui ont préparé la publication du présent ouvrage. Nous devons en particulier au F. Rolland-Germain, le plus clair de nos connaissances actuelles sur la flore de l'Ottawa inférieur. Si ce livre vaut quelque chose, le F. Rolland-Germain doit en partager le mérite.»

Albert Legault

GEORGES GAUTHIER

5 décembre 1901 — 27 juillet 1972



C'est un agronome de grand mérite et un éminent entomologiste que nous avons accompagné à sa dernière demeure en juillet dernier. Amis, confrères, collaborateurs étaient venus nombreux rendre un ultime hommage à celui qui, pendant près de quarante ans, avait servi de brillante façon l'agriculture au pays du Québec grâce à son talent, à son courage et à ses vastes connaissances dans le domaine de l'agronomie et des sciences naturelles. Je pleure celui

qui fut pendant plus de vingt ans mon fidèle assistant et à qui j'ai, en quelque sorte, légué ma succession à la direction du Service des recherches et de l'information du Ministère de l'agriculture du Québec, tâche à laquelle il s'est dépensé pendant seize fructueuses années.

C'est un solide terrien que je rencontre pour la première fois en 1930. Il me fait l'impression d'être un homme sérieux, au jugement sain, ardent au tra-

vail et désireux de faire carrière dans le secteur des sciences naturelles. Le Service de protection des plantes que je dirige a justement besoin de ce type d'homme réfléchi, résolu, anxieux d'accéder à un emploi comme naturaliste. Ses préférences vont à la botanique, mais ce qui manque à mon équipe ce sont des entomologistes. Il accepte sans hésitation de se lancer dans cette direction. Il ira parfaire sa formation à l'Université Cornell, où il décroche rapidement une maîtrise ès science, puis à l'Université de Californie (à Berkeley) où, sous la conduite de maîtres réputés, il amorce des recherches qui aboutiront à une thèse de doctorat présentée, un an plus tard, à l'Université Laval. Il est peu après promu au poste d'assistant-entomologiste du Québec ; il devient de ce fait l'un de mes trois principaux collaborateurs, les deux autres étant Omer Caron, botaniste, et Fernand Godbout, pathologiste. J'avais eu la main heureuse. Les succès qu'il remporte dans la lutte contre les ravageurs des cultures lui valent une rapide ascension au Ministère de l'agriculture du Québec : chef de la section d'entomologie (1940), chef de la division de la protection (1943), et finalement directeur général des recher-

ches et de l'information (1952). Du même coup il est promu, de secrétaire qu'il était, président du Conseil des recherches agricoles. Parallèlement, il devient président de la Corporation des agronomes et président de plusieurs sociétés d'histoire naturelle. On recherche sa collaboration et il fait partout de la bonne besogne. Sa réputation s'étend au delà des frontières du Québec et du Canada. Il est en outre l'auteur de plusieurs brochures, communications scientifiques, de maints rapports, articles et discours. Ses mérites lui valent des honneurs : Mérite agronomique, Prix David (1945), délégué aux congrès nationaux et internationaux, professeur d'entomologie à la Faculté des sciences de Laval et à l'École d'agriculture de La Pocatière, membre de diverses commissions, etc.

À 67 ans, il est mis à la retraite. L'inaction lui pèse et sa santé décline peu à peu au cours de ses deux dernières années. Et ce fut la fin d'une vie bien remplie au mois de juillet. Ainsi disparaissait un naturaliste de grande valeur, un excellent serviteur de l'agriculture, un homme de bien au coeur généreux.

Georges Maheux

VOLUME 99, 1972

LE NATURALISTE CANADIEN

Fondé en 1868 par l'abbé Léon Provancher

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC

SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 99

Numéro 1

PAYETTE, Serge et Benoît GAUTHIER. Les structures de végétation: interprétation géographique et écologique, classification et application	1-26
RAYMOND, Marcel. New species of <i>Bulbostylis</i> (Cyperaceae) from Africa	27-32
ALAM, M. T. and W. F. GRANT. Interspecific hybridization in Birch (<i>Betula</i>)	33-40
SWALES, D. E. <i>Sarracenia purpurea</i> L. as host and carnivore at Lac Carré, Terrebonne Co., Québec, Part II	41-47
SÉGUIN, M. K. Découverte d'importantes réserves de sulfures de cuivre et de nickel dans le gabbro de Duluth, région nord-est de l'État du Minnesota	49-58

COMMUNICATIONS BRÈVES

McNEIL, J. and Judy N. FINDLAY. Introduced perennial species of <i>Stellaria</i> in Québec	59-60
LAROCHELLE, André. Notes sur les périodes d'accouplement de quelques Carabidae du Québec	61-63
REVUE DES LIVRES	65-70

Numéro 2

LETENDRE, Michel et Jean-Guy PILON. Écologie des populations de <i>Leptothorax longispinosus</i> Roger et <i>Stenammina diecki</i> Emery dans les peuplements forestiers des basses Laurentides, Québec (Hymenoptera: Formicidae)	73-82
KAMOUN, A. Influence de l'enrichissement en lysine d'une protéine végétale sur l'activité cortico-surrénalienne chez le rat en croissance	83-87
ST-PIERRE, J.-C. et Paul GERVAIS. Influence des coupes différentielles sur les réserves nutritives de la luzerne	89-101
DESCHÊNES, Jean-Marc et Denis MOINEAU. Conditions de germination de quatre mauvaises herbes du Québec	103-114
GRENIER, Denis, Yvon RAYMOND, François MERCIER et Pierre-Paul LEBLANC. Étude qualitative de l'insaponifiable de l'huile de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild	115-126

COMMUNICATIONS BRÈVES

FURLAN, Valentin et J.-André FORTIN. Première mention de <i>Endogone calospora</i> au Québec	127-129
PAYETTE, Serge et Francis BOUDREAU. Marcottage chez <i>Picea glauca</i> (Moench) Voss et <i>Larix laricina</i> (DuRoi) K. Koch sur la côte hudsonienne hémiarctique, Nouveau-Québec	131-133
CAYOUILLE, Richard. Additions à la flore adventice du Québec	135-136
BÉDARD, Roger. Effet du photopériodisme sur l'induction florale chez le fraisier cultivé	137-138
REVUE DES LIVRES	139-142

Numéro 3

SCHMID, F. Sur quelques nouvelles Psychomyiines tropicales (Trichoptera: Psychomyiidae)	143-172
HEINRICH, Gerd H. Synopsis of nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the northeastern region (Hymenoptera). Supplement 3	173-211

FORTIN, J.-André, J.-Robert THIBAUT et Pierre MORISSET. Présence d'auxine chez un lichen (<i>Cladonia alpestris</i>) et transformation du tryptophane en acide indolyl-acétique par trois mycobiontes	213-218
RAYMOND, Marcel. Three critical <i>Rhynchospora</i> (Cyperaceae) from Trinidad	219-221
GASSER, H. Adaptation spécifique du chou fourrager (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>) au Québec	223-229

COMMUNICATIONS BRÈVES

CAYOUILLE, Richard, Jacques CAYOUILLE et Alain ASSELIN. Études sur la flore du Saguenay. V. Présence du <i>Salix vestita</i> Pursh à la rivière Shipshaw	231-232
GAUTHIER, Robert. Le <i>Butomus umbellatus</i> L. en Gaspésie	233-235
RAYMOND, Marcel. Un nouveau scirpe du Pakistan occidental	237
BOURNÉRIAS, Marcel. Existence de pistes de <i>Rhacomitrium lanuginosum</i> dans la toundra du Nouveau-Québec	239-241
CHANTAL, Claude. Additions à la faune coléoptérique du Québec	243-244
LAROCHELLE, André. Note sur le dimorphisme alaire chez <i>Calathus gregarius</i> Say (Coleoptera: Carabidae)	245
REVUE DES LIVRES	247-252

Numéro 4

PLATT, Trevor, A. PRAKASH and Brian IRWIN. Phytoplankton nutrients and flushing of inlets on the coast of Nova Scotia	253-261
SOUTH, G. Robin and Robert G. HOOPER. Additions to the benthic marine algal flora of insular Newfoundland. II., with remarks on some species new for southern Labrador	263-270
CITARELLA, Georges. Gradient de pollution dans les eaux du golfe de Marseille	271-278
BOURGET, Edwin et Guy LACROIX. Colonisation et inhibition de la colonisation des Cirripèdes dans l'estuaire du Saint-Laurent	279-285
BRUNEL, Pierre. The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence. III. The daily and seasonal vertical migrations of cod (<i>Gadus morhua</i>) in 1960-62	287-357
LE JEUNE, Roger et Jacques FAUCHER. Liste préliminaire des poissons d'eau douce de la Radissonie orientale	359-365
FORTIN, Réjean et Étienne Magnin. Dynamique d'un groupement de perchaudes, <i>Perca flavescens</i> (Mitchill) dans la Grande-Anse de l'île Perrot, au lac Saint-Louis	367-380
BERNARD, Jean-Guy et Robert LAGUEUX. Association planctonique (Cladocères et Copépodes) d'un lac dimictique du parc des Laurentides, Québec	381-409
ROQUE, Madeleine et Pierre DE PUYTORAC. <i>Frontonia canadensis</i> sp. nov. (Cilié hyménostome péniculien)	411-416
PUYTORAC, P. de, J. P. MIGNOT, J. GRAIN, C. A. GROLIÈRE, L. BONNET et P. COUILLARD. Premier relevé de certains groupes de protozoaires libres sur le territoire de la station de biologie de l'Université de Montréal (Saint-Hippolyte, comté de Terrebonne, Québec)	417-440

COMMUNICATION BRÈVE

BRASSARD, Léo et Don. E. McALLISTER. Nouvelle capture du laimargue, <i>Somniosus microcephalus</i> (Bloch et Schneider), dans le fjord du Saguenay	441-442
REVUE DES LIVRES	443-448

Numéro 5

LAFHAMME, Gaston et Marcel LORTIE. Relation entre la carie du bois, les défauts extérieurs et différents clones du <i>Populus tremuloïdes</i> Michx	449-456
---	---------

CAYOUILLE, Richard. Étude sur la flore du Saguenay VI. Les liliacées et leur distribution	457-468
LACOURSIÈRE, Estelle et Miroslav M. GRANDTNER. Les groupements végétaux ripariens entre Sainte-Famille et la pointe d'Argentenaye, Île d'Orléans, Québec	469-507
GAUDREAU, Léopold. Extensions d'aire et additions à la flore de la zone d'argile, au Québec	509-514
CHENG, B. T., G. J. OUELLETTE and S. J. BOURGET. Interaction of temperature and moisture on iron and manganese availability in soils	515-521
CARBONNEAU, Marc et J. L. TREMBLAY. Étude du rôle de <i>Scirpus americanus</i> Pers. dans la dépollution des eaux contaminées par les métaux lourds	523-532
LEPAGE, Ernest. Nouveau catalogue des lichens du Québec	533-550
RAYMOND, Marcel. <i>Cyperus subparadoxus</i> Kükenthal, un souchet plus que paradoxal malgré son nom	551
RAYMOND, Marcel. An enlarged description of a rare S. E. Asiatic sedge	552
REVUE DES LIVRES	553-556
CINQ-MARS, Lionel. Notice nécrologique de Marcel Raymond	557-560

Numéro 6

SIMARD, André et Étienne MAGNIN. Méthode de détermination de l'âge et croissance du Touladi, <i>Salvelinus namaycush</i> Walbaum, du lac L'Assomption et du lac Tremblant, Québec	561-578
CAMBAR, R., J.-D. GIPOULOUX et Cl. MEUNIER. Étude expérimentale de la régénération de la gonade larvaire chez le crapaud accoucheur, <i>Alytes obstetricans</i> Laur. (Amphibien anoure)	579-587
McNEIL, Raymond and Françoise CADIEUX. Fat content and flight-range capabilities of some adult spring and fall migrant North American shorebirds in relation to migration routes on the Atlantic coast	589-605
JAY, M. et P. LEBRETON. Recherches chimiotaxinomiques sur les plantes vasculaires, XXVI. Les flavonoïdes des Sarracéniacées, Népenthacées, Droséracées et Céphalotacées ; étude critique de l'ordre des Sarracéniacées	607-613
JACKSON, L.P., L.E. AALDERS and I.V. HALL. Berry size and seed number in commercial lowbush blueberry fields of Nova Scotia	615-620
OUELLET, C.E. Analysis of the annual cycles of soil and air temperatures in Canada	621-634
SEGUIN, M.K. The magnetic properties of the diabase dikes of the central part of the Labrador Trough	635-655
COMMUNICATIONS BRÈVES	
MILLER, Frank L., Gaston D. TESSIER et Ernie KUYT. Une molaire surnuméraire dans la mandibule droite d'un caribou (<i>Rangifer tarandus groenlandicus</i>)	657-659
LAROCHELLE, André. Carabidae (Coleoptera) nouveaux pour la faune du Québec	661-662
REVUE DES LIVRES	663-666
NOTICES NÉCROLOGIQUES	
LEGAULT, Albert. Le Frère Rolland-Germain	667-672
MAHEUX, Georges. Georges Gauthier	673-674
SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 99	II-VI
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES	VI-VII

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES

AALDERS, L. E. Voir L. P. JACKSON	615-620
ALAM, M. T. and W. F. GRANT. Interspecific hybridization in Birch (<i>Betula</i>)	33-40
ASSELIN, Alain. Voir Richard CAYOUCETTE	231-232
BÉDARD, Roger. Effet du photopériodisme sur l'induction florale chez le fraisier cultivé	137-138
BERNARD, Jean-Guy et Robert LAGUEUX. Association planctonique (Cladocères et Copépodes) d'un lac dimictique du parc des Laurentides, Québec	381-409
BONNET, L. Voir Pierre De PUYTORAC	417-440
BOUDREAU, Francis. Voir Serge PAYETTE	131-133
BOURGET, Edwin et Guy LACROIX. Colonisation et inhibition de la colonisation des Cirripèdes dans l'estuaire du Saint-Laurent	279-285
BOURGET, S. J. Voir B. T. CHENG	515-521
BOURNÉRIAS, Marcel. Existence de pistes de <i>Rhacomitrium lanuginosum</i> dans la toundra du Nouveau-Québec	239-241
BRASSARD, Léo et Don E. McALLISTER. Nouvelle capture du laimargue, <i>Somniosus microcephalus</i> (Bloch et Schneider), dans le fjord du Saguenay	441-442
BRUNEL, Pierre. The Gaspé cod ecosystem in the Gulf of St. Lawrence. III. The daily and seasonal vertical migrations of cod (<i>Gadus morhua</i>) in 1960-62	287-357
CADIEUX, Françoise. Voir Raymond McNEIL	589-605
CAMBAR, R., J. D. GIPOULOUX et Cl. MEUNIER. Étude expérimentale de la régénération de la gonade larvaire chez le crapaud accoucheur <i>Alytes obstetricans</i> Laur. (Amphibien anoure)	579-587
CARBONNEAU, Marc et J. L. TREMBLAY. Étude du rôle de <i>Scirpus americanus</i> Pers. dans la dépollution des eaux contaminées par les métaux lourds	523-532
CAYOUCETTE, Jacques. Voir Richard CAYOUCETTE	231-232
CAYOUCETTE, Richard. Additions à la flore adventice du Québec	135-136
CAYOUCETTE, Richard, Jacques CAYOUCETTE et Alain ASSÉLIN. Études sur la flore du Saguenay V. Présence du <i>Salix vestita</i> Pursh à la rivière Shipshaw	231-232
CAYOUCETTE, Richard. Étude sur la flore du Saguenay. VI. Les liliacées et leur distribution	457-468
CHANTAL, Claude. Additions à la faune coléoptérique du Québec	243-244
CHENG, B. T., G. J. OUELLETTE and S. J. BOURGET. Interaction of temperature and moisture on iron and manganese availability in soils	515-521
CINQ-MARS, Lionel. Notice nécrologique de Marcel Raymond	557-560
CITARELLA, Georges. Gradient de pollution dans les eaux du golfe de Marseille	271-278
COUILLARD, Pierre. Voir Pierre De PUYTORAC	417-440
DESCHÊNES, Jean-Marc et Denis MOINEAU. Conditions de germination de quatre mauvaises herbes du Québec	103-114
FAUCHER, Jacques. Voir Roger LeJEUNE	359-365

FINDLAY, Judy, N. Voir J. McNEIL	59-60
FORTIN, J.-André. Voir Valentin FURLAN	127-129
FORTIN, J. André, J. Robert THIBAUT et Pierre MORISSET. Présence d'auxine chez un lichen (<i>Cladonia alpestris</i>) et transformation du tryptophane en acide indolyl-acétique par trois mycobiontes	213-218
FORTIN, Réjean et Étienne MAGNIN. Dynamique d'un groupement de perchaudes, <i>Perca flavescens</i> (Mitchill) dans la Grande-Anse de l'île Perrot, au lac Saint-Louis	367-380
FURLAN, Valentiin et J.-André FORTIN. Première mention de l' <i>Endogone calospora</i> au Québec	127-129
GASSER, H. Adaptation spécifique du chou fourrager (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>) au Québec	223-229
GAUDREAU, Léopold. Extensions d'aire et additions à la flore de la zone d'argile, au Québec	509-514
GAUTHIER, Benoît. Voir Serge PAYETTE	1-26
GAUTHIER, Robert. Le <i>Butomus umbellatus</i> L. en Gaspésie	233-235
GERVAIS, Paul. Voir J.-C. ST-PIERRE	89-101
GIPOULOUX, J. D. Voir R. CAMBAR	579-587
GRAIN, J. Voir P. De PUYTORAC	417-440
GRANDTNER, Miroslav M. Voir Estelle LACOURSIÈRE	469-507
GRANT, W. F. Voir M. T. ALAM	33-40
GRENIER, Denis, Yvon RAYMOND, François MERCIER et Pierre-Paul LEBLANC. Étude qualitative de l'insaponifiable de l'huile de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild	115-126
GROLIÈRE, C. A. Voir P. De PUYTORAC	417-440
HALL, I. V. Voir L. P. JACKSON	607-613
HEINRICH, Gerd H. Synopsis of nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the northeastern region (Hymenoptera). Supplement 3	173-211
HOOPER, Robert G. Voir G. Robin SOUTH	263-270
IRWIN, Brian. Voir Trevor PLATT	253-261
JACKSON, L. P., L. E. AALDERS and I. V. HALL. Berry size and seed number in commercial lowbush blueberry fields of Nova Scotia	615-620
JAY, M. et P. LEBRETON. Recherches chimiotaxinomiques sur les plantes vasculaires. XXVI. Les flavonoïdes des Sarracéniacées, Népenthacées, Droséracées et Céphalotacées: étude critique de l'ordre des Sarracéniacées	607-613
KAMOUN, A. Influence de l'enrichissement en lysine d'une protéine végétale sur l'activité cortico-surrénalienne chez le rat en croissance	83-87
KUYT, Ernie. Voir Frank L. MILLER	657-659
LACOURSIÈRE, Estelle et Miroslav M. GRANDTNER. Les groupements végétaux ripariens entre Sainte-Famille et la pointe d'Argentenaye, Île d'Orléans, Québec	469-507
LACROIX, Guy. Voir Edwin BOURGET	279-285
LAFHAMME, Gaston et Marcel LORTIE. Relation entre la carie du bois, les défauts extérieurs et différents clones du <i>Populus tremuloïdes</i> Michx	449-456
LAGUEUX, Robert. Voir Jean-Guy BERNARD	381-409

LAROCHELLE, André. Notes sur les périodes d'accouplement et quelques Carabidae du Québec	61-63
LAROCHELLE, André. Note sur le dimorphisme alaire chez <i>Calathus gregarius</i> Say (Coleoptera: Carabidae)	245
LAROCHELLE, André. Carabidae (Coleoptera) nouveaux pour la faune du Québec	661-622
LEBLANC, Pierre-Paul. Voir Denis Grenier	115-126
LEBRETON, P. Voir M. JAY	607-613
LEGAULT, Albert. Notice nécrologique du Frère Rolland-Germain	667-672
LeJEUNE, Roger et Jacques FAUCHER. Liste préliminaire des poissons d'eau douce de la Radissonie orientale	359-365
LEPAGE, Ernest. Nouveau catalogue des lichens du Québec	533-550
LETENDRE, Michel et Jean-Guy PILON. Écologie des populations de <i>Leptothorax longispinosus</i> Roger et <i>Stenamma diecki</i> Emery dans les peuplements forestiers des basses Laurentides, Québec (Hymenoptera: Formicidae)	73-82
LORTIE, Marcel. Voir Gaston LAFLAMME	449-456
McALLISTER, Don E. Voir Léo BRASSARD	441-442
McNEIL, J. and Judy N. FINDLAY. Introduced perennial species of <i>Stellaria</i> in Québec	59-60
McNEIL, Raymond et Françoise CADIEUX. Fat content and flight-range capabilities of some adult Spring and Fall migrant North american shorebirds in relation to migration routes on the Atlantic coast	589-605
MAGNIN, Étienne. Voir Réjean FORTIN	367-380
MAGNIN, Étienne. Voir André SIMARD	561-578
MAHEUX, Georges. Notice nécrologique de Georges Gauthier	673-674
MERCIER, François. Voir Denis GRENIER	115-126
MEUNIER, Cl. Voir R. CAMBAR	579-587
MIGNOT, J. P. Voir P. De PUYTORAC	417-440
MILLER, Frank L., Gaston D. TESSIER et Ernie KUYT. Une molaire surnuméraire dans la mandibule droite d'un caribou (<i>Rangifer tarandus groenlandicus</i>)	657-659
MOINEAU, Denis. Voir Jean-Marc DESCHÊNES	103-114
MORISSET, Pierre. Voir J.-André FORTIN	213-218
OUELLET, C. E. Analysis of the annual cycles of soil and air temperature in Canada.....	621-634
OUELLETTE, G. J. Voir B. T. CHENG	515-521
PAYETTE, Serge et Benoît GAUTHIER. Les structures de végétation: interprétation géographique et écologique, classification et application	1-26
PAYETTE, Serge et Francis BOUDREAU. Marcottage chez <i>Picea glauca</i> (Moench) Voss et <i>Larix laricina</i> (DuRoi) K. Koch sur la côte hudsonienne hémiarctique, Nouveau-Québec	131-133
PILON, Jean-Guy. Voir Michel LETENDRE	73-82
PLATT, Trevor, A. PRAKASH and Brian IRWIN. Phytoplankton nutrients and flushing of inlets on the coast of Nova Scotia	253-261
PRAKASH, A. Voir Trevor PLATT	253-261

PUYTORAC, P. de, J. P. MIGNOT, J. GRAIN, C. A. GROLIÈRE, L. BONNET et P. COUILLARD. Premier relevé de certains groupes de protozoaires libres sur le territoire de la Station de biologie de l'Université de Montréal (Saint-Hippolyte, comté de Terrebonne, Québec)	417-440
PUYTORAC, Pierre de. Voir Madeleine ROQUE	411-416
RAYMOND, Marcel. New species of <i>Bulbostylis</i> (Cyperaceae) from Africa	27-32
RAYMOND, Marcel. Three critical Rhynchospora (Cyperaceae) from Trinidad	219-221
RAYMOND, Marcel. Un nouveau scirpe du Pakistan occidental	237
RAYMOND, Marcel. <i>Cyperus subparadoxus</i> Kükenthal, un souchet plus que paradoxal malgré son nom	551
RAYMOND, Marcel. An enlarged description of a rare S. E. Asiatic sedge	552
RAYMOND, Yvon. Voir Denis GRENIER	115-126
ROQUE, Madeleine et Pierre de PUYTORAC. <i>Frontonia canadensis</i> sp. nov. (Cilié hyménotome péniculien)	411-416
ST-PIERRE, J. C. et Paul GERVAIS. Influence des coupes différentielles sur les réserves nutritives de la luzerne	89-101
SCHMID, F. Sur quelques nouvelles Psychomyiines tropicales (Trichoptera: Psychomyiidae)	143-172
SEGUIN, M. K. Découverte d'importantes réserves de sulfures de cuivre et de nickel dans le gabbro de Duluth, région nord-est de l'État du Minnesota	49-58
SEGUIN, M. K. The magnetic properties of the diabase dikes of the central part of the Labrador Trough	635-655
SIMARD, André et Étienne MAGNIN. Méthode de détermination de l'âge et croissance du touladi, <i>Salvelinus namaycush</i> Walbaum, du lac l'Assomption et du lac Tremblant, Québec	561-578
SOUTH, G. Robin and Robert G. HOOPER. Additions to the benthic marine algal flora in insular Newfoundland. II. with remarks on some species new for southern Labrador	263-270
SWALES, D. E. <i>Sarracenia purpurea</i> L. as host and carnivore at Lac Carré, Terrebonne Co., Québec, Part II	41-47
TESSIER, Gaston T. Voir Frank L. MILLER	657-659
THIBAUT, J. Robert. Voir J.-André FORTIN	213-218
TREMBLAY, J. L. Voir Marc CARBONNEAU	523-532

DIRECTIVES AUX AUTEURS

ORIENTATION DE LA REVUE

On peut soumettre au *Naturaliste canadien* des *articles inédits*, rédigés en français ou en anglais, découlant de travaux de recherche dans le domaine de l'écologie fondamentale et appliquée, de la taxonomie, de la morphologie ou des sciences de la terre. Tout manuscrit sera jugé en fonction de l'originalité des résultats et de l'interprétation. Les revues thématiques ne seront acceptées que si elles donnent lieu à d'importantes généralisations scientifiques. Des *articles courts* (maximum de quatre pages dans la revue) peuvent être acceptés comme "Communications brèves" s'ils découlent d'une recherche de qualité.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Les manuscrits, dactylographiés à double interligne sur le recto de feuilles de 21.5 X 28 cm, seront expédiés en trois exemplaires au Secrétaire de la rédaction.

Les éléments du manuscrit sont les suivants : (1) le titre ; (2) le nom de l'auteur ; (3) le nom et l'adresse de l'institution à laquelle appartient l'auteur ; (4) un titre courant d'un maximum de 60 lettres et espaces (sur une page séparée) ; (5) les résumés français et anglais (maximum de 300 mots) ; (6) le texte ; (7) sur des feuilles séparées, les tableaux (numérotés en chiffres romains), les légendes des figures (numérotées en chiffres arabes) et les références bibliographiques.

TEXTE

La Direction de la revue recommande le plan suivant : introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusion, remerciements et références bibliographiques.

On tiendra compte des remarques suivantes : (1) les caractères soulignés d'un trait simple sont composés en italiques ; (2) les notes infra-marginales devront être réduites à un strict minimum et numérotées consécutivement ; (3) pour les unités de mesure, on utilisera de préférence le système métrique, (4) on évitera les appendices, et d'ailleurs la Direction de la revue ne s'engage pas à en publier plus d'une page.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Elles seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et l'année de publication. Dans la liste, à la fin du manuscrit, elles seront citées

par ordre alphabétique des noms d'auteurs, en s'inspirant des exemples suivants :

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In : D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Les titres des périodiques devront être abrégés suivant la "World List of Scientific Periodicals" (édition de 1963).

ILLUSTRATIONS

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

Les photographies devront être tirées sur papier glacé et fortement contrastées. On regroupera, autant que possible, les photographies sur une même planche, en les collant sur un carton rigide, sans oublier de les numérotéer proprement et lisiblement au coin droit. Trois séries de photographies sont requises.

Les dessins doivent être faits à l'encre de Chine sur papier à dessin blanc. Le lettrage devra être fait à l'aide d'un appareil à dessin. Il doit être suffisamment grand pour avoir, après la réduction finale, au moins 1.5 mm de hauteur. En plus de l'original, on est prié de fournir deux copies de chacun des graphiques.

Dans le cas des dessins et des photographies, bien tenir compte de leur réduction à un format ne dépassant pas 12.5 x 20 cm, légende comprise.

On présentera la liste des légendes sur une page séparée. On indiquera cependant à l'endos des photographies et des dessins le nom de l'auteur et le numéro de figure.

ÉPREUVES ET TIRAGES-À-PART

Les auteurs recevront une série d'épreuves, en même temps qu'un bon de commande pour les tirages-à-part. L'un et l'autre devront être retournés dans les plus brefs délais.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY

Original papers in French or in English based on research in basic and applied ecology, taxonomy, morphology and earth sciences will be considered for publication in this journal. The papers will be judged on the basis of their contribution of original data and ideas or interpretation. *Review articles* will not be accepted unless they lead to new and important generalizations. *Short articles* (no more than four pages in the journal) may be accepted as "Communications brèves". They should be distinguished from papers on the basis of scope rather than quality of the research.

GENERAL PRACTICES

Manuscripts should be typewritten in double spacing throughout on one side of bond paper 21.5 x 28 cm, and submitted in triplicate to the Secretary of the Editorial Board.

The sequence of material in the manuscript as submitted should be: (1) title; (2) author's name; (3) author's affiliation and address; (4) a condensed running head of no more than 60 letters and spaces (on a separate page); (5) French and English abstracts limited to 300 words; (6) the manuscript proper; (7) on separate pages references, tables (numbered consecutively in Roman numerals) and figure legends (numbered consecutively in Arabic numerals).

MANUSCRIPT DETAILS

The arrangement of the contents should generally be as follows: Introduction, Materials and methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, and References.

In preparing copy please take account of the following remarks: (1) underscore only where italics are intended; (2) footnotes are to be avoided and wherever impossible they should be consecutively numbered; (3) either metric or English units may be used; however use of the former is recommended; (4) appendixes should be avoided and will not be usually accepted if exceeding one page.

REFERENCES

Literature references in the text should be by author, followed by year of publication. All

papers referred to in the manuscript should be listed alphabetically by first author, according to the following examples:

LEGENDRE, L., 1971. Production primaire dans la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). *Naturaliste can.*, 98 (5) : 743-773.

MACARTHUR, R. H. and J. H. CONNELL, 1966. The biology of populations. John Wiley & Sons, New York, 200 p.

PARKER, P. L. and J. A. CALDER, 1970. Stable carbon isotope ratio variations in biological systems, p. 107-127. In: D. H. Hood (ed.), Symposium on organic matter in natural waters. University of Alaska, 625 p.

Abbreviations for periodicals should follow the "World List of Scientific Periodicals" (1963 edition).

ILLUSTRATIONS

The first two figures of a manuscript will be free of charge. Additional figures will be charged to the author.

Prints of photographs should be made on glossy paper with a wide range in tone. They should be cropped, mounted with rubber cement on white card-board, and clearly numbered at the right corner of each photograph. Three complete sets of photographs must be included.

Drawings are made with black india ink on white drawing paper and all lettering should be made with a lettering system. All lettering must be sufficiently large to be at least 1.5 mm on final reproduction. One original and two clean copies of each drawing should be submitted.

Drawings and photographs must be made to a scale allowing reduction to an area not exceeding 12.5 x 20 cm, inclusive of captions.

Captions for illustrations should be typed in paragraph form on a separate page. Moreover each illustration should be clearly labelled on back, giving the name of the author and the figure number.

PROOFS AND REPRINTS

Galley proofs will be sent to the author together with an order blank for reprints. The corrected proof with the order for reprints should be returned immediately.

ÉNUMÉRATION DES PLANTES DU CANADA

par Bernard BOIVIN

Herbier Louis-Marie, Université Laval

et

Ministère de l'Agriculture, Ottawa

« Provancheria », N° 6

Extrait de la revue *Le naturaliste canadien*, Volumes 93 et 94.

Liste des espèces, variétés, formes et hybrides de plantes vasculaires reconnues comme spontanées au Canada. Une bibliographie pertinente précède chaque genre. L'auteur présente la distribution géographique de chacun des taxons au nord des États-Unis, dans une perspective critique. Les botanistes y trouveront une mine de renseignements de première valeur.

An enumeration of the species, varieties, forms and hybrids known as spontaneous in Canada. Nearly all genera are preceded by an essential bibliography of recent monographs and other main papers relevant to each genus in Canada. Each taxon is followed by an abbreviated summary of its distribution north of the U.S.A. A distinction has been made between verified and unverified distributions and, in the latter case, whether or not justifying collections have been located yet.

7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 99

Novembre-Décembre 1972

N° 6

SOMMAIRE

SIMARD, André et Étienne MAGNIN. Méthode de détermination de l'âge et croissance du Touladi, <i>Salvelinus namaycush</i> Walbaum, du lac L'As-somption et du lac Tremblant, Québec	561-578
CAMBAR, R., J.-D. GIPOULOUX et Cl. MEUNIER. Étude expérimentale de la régénération de la gonade larvaire chez le crapaud accoucheur, <i>Alytes obstetricans</i> Laur. (Amphibien anoure)	579-587
McNEIL, Raymond and Françoise CADIEUX. Fat content and flight-range capabilities of some adult spring and fall migrant North American shorebirds in relation to migration routes on the Atlantic coast	589-605
JAY, M. et P. LEBRETON. Recherches chimiotaxinomiques sur les plantes vasculaires, XXVI. Les flavonoïdes des Sarracéniacées, Népenthacées, Dro-séracées et Céphalotacées; étude critique de l'ordre des Sarracéniacées	607-613
JACKSON, L.P., L.E. AALDERS and I.V. HALL. Berry size and seed number in commercial lowbush blueberry fields of Nova Scotia	615-620
QUELLET, C.E. Analysis of the annual cycles of soil and air temperatures in Canada	621-634
SEGUIN, M.K. The magnetic properties of the diabase dikes of the central part of the Labrador Trough	635-655
COMMUNICATIONS BRÈVES	
MILLER, Frank L., Gaston D. TESSIER et Ernie KUYT. Une molaire surnuméraire dans la mandibule droite d'un caribou (<i>Rangifer tarandus groenlandicus</i>)	657-659
LAROCHELLE, André. Carabidae (Coleoptera) nouveaux pour la faune du Québec	661-662
REVUE DES LIVRES	663-666
NOTICES NÉCROLOGIQUES	
LEGAULT, Albert. Le Frère Rolland-Germain	667-672
MAHEUX, Georges. Georges Gauthier	673-674
SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 99	II-VI
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES	VI-VII

