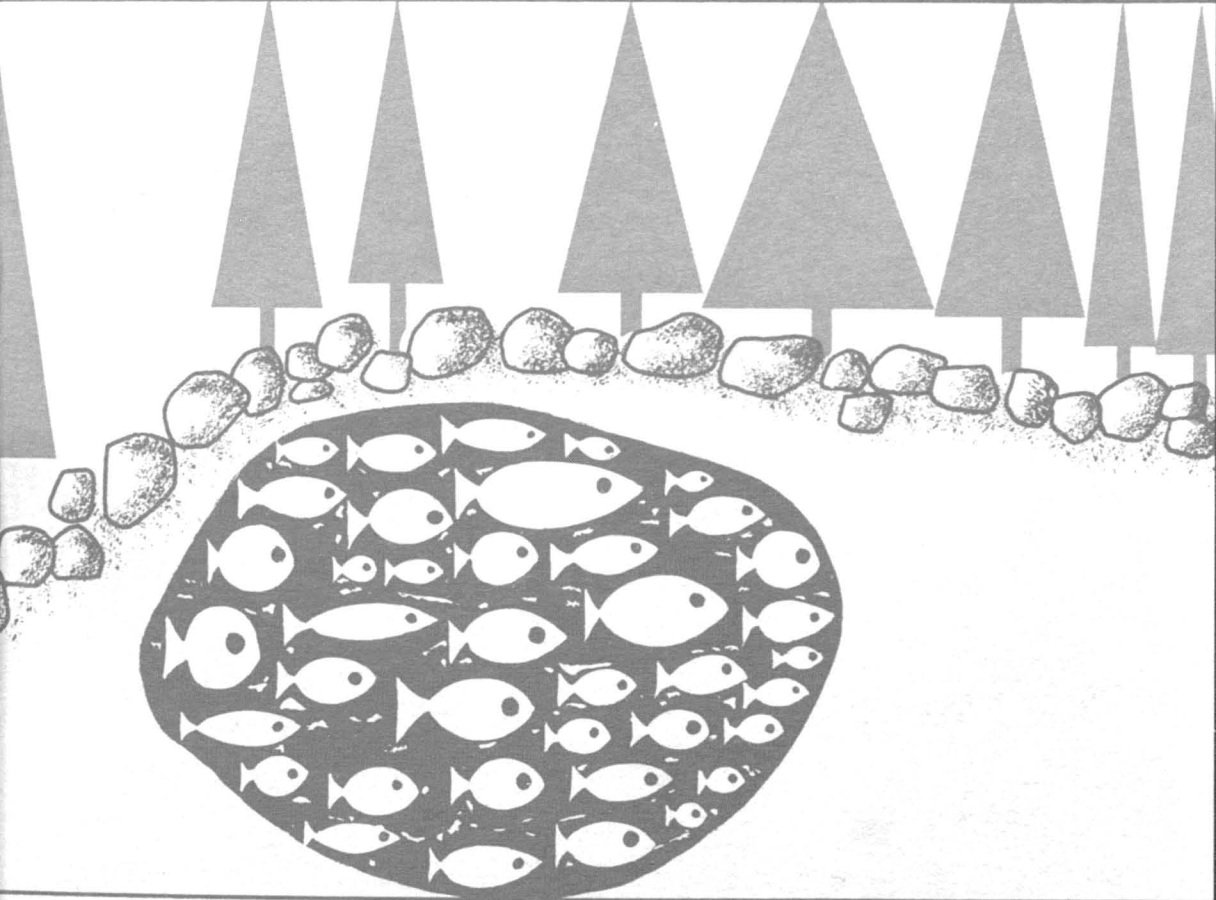


Volume 97,
n° 1,
janvier - février 1970

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, *Université Laval*

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences
de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOL, *Faculté catholique
de Lyon*

LLOYD M. DICKIE, *Institut océano-
graphique de Bedford*

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire
naturelle de Paris*

WILLIAM S. HOAR, *Université de la
Colombie-Britannique*

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 6.00

— à l'étranger : \$ 7.00

— le numéro : \$ 1.50

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le NATURALISTE CANADIEN accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

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

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétaire de la rédaction**, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

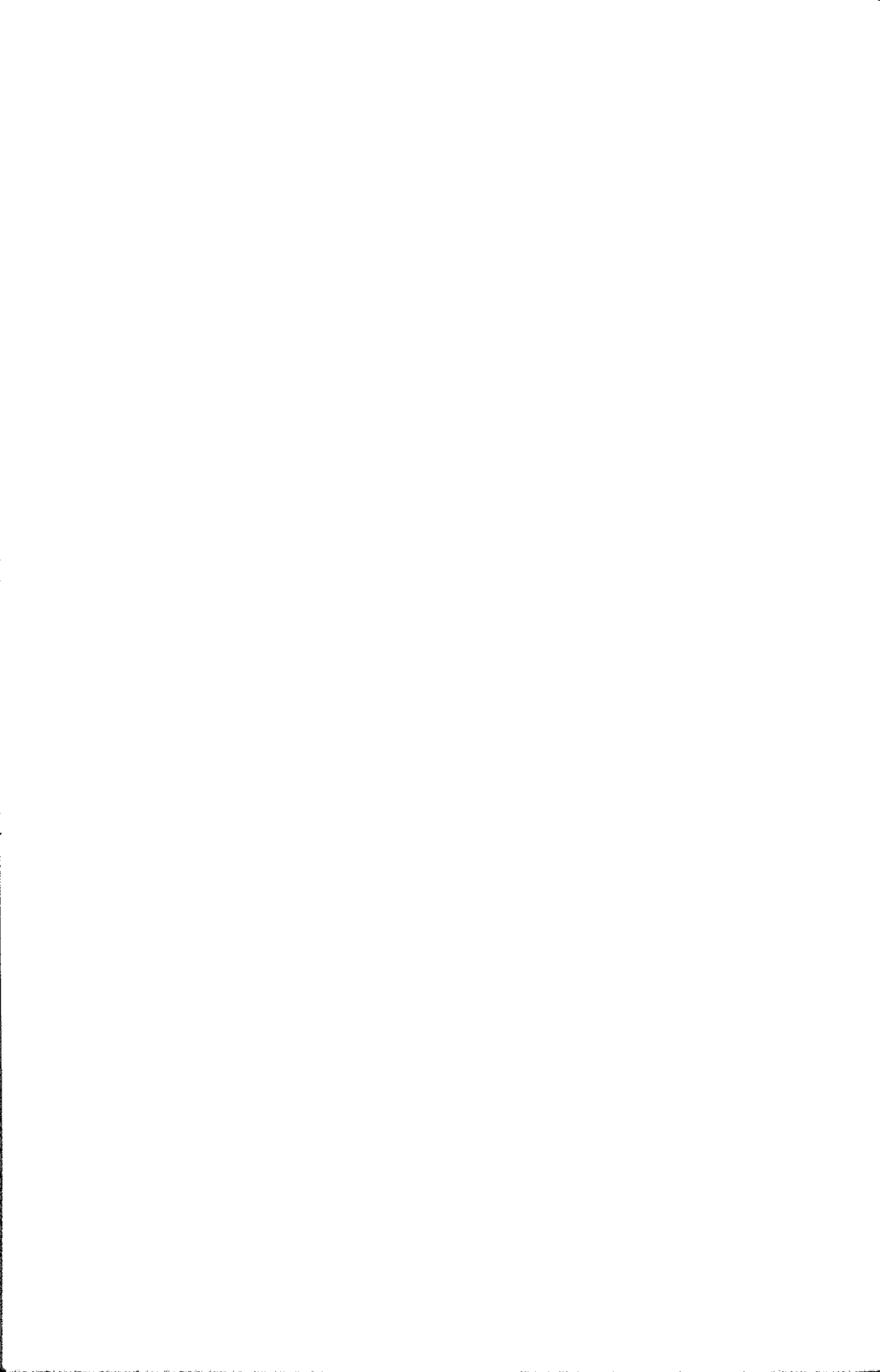
Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

VOLUME 97, 1970

LE NATURALISTE CANADIEN

Fondé en 1968 par l'abbé L. Provencher

PUBLICATION DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC, CANADA



SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 97

NUMÉRO 1

Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. I. Introduction générale — II. Gymnospermes	PIERRE RICHARD	1
Études sur les <i>Solidago</i> . X. Le <i>Solidago gigantea</i> Ait. dans l'est de l'Amérique du Nord	JEAN R. BEAUDRY	35
Relevé de microorganismes dans le bois de quelques arbres feuillus porteurs de défauts sur le tronc. JEAN-GUY DAVIDSON et MARCEL LORTIE		43
The history of the genus <i>Acer</i> , a review	JEAN-MARC DESCHÊNES	51
Dates of calving in Northern Québec caribou (<i>Rangifer tarandus</i>)	P. DESMEULES and B. SIMARD	61
Comportement de la larve saine ou virosée de <i>Neodiprion swainei</i> en atmosphère d'oxygène d'anhydride carbonique, d'azote ou d'argon	W. A. SMIRNOFF et J. R. VALERO	67
La nourriture des esturgeons <i>Acipenser fulvescens</i> de la rivière Nottaway, tributaire de la baie James	ÉTIENNE MAGNIN et PETER HARPER	73

COMMUNICATIONS BRÈVES

Études sur la flore du Saguenay. III — <i>Rudbeckia hirta</i> L. forma <i>homochroma</i> Steyermark	RICHARD CAYOUILLE	87
Le magnésium serait-il un agent prophylactique du cancer ?	ERNEST MALY	89

REVUE DES LIVRES		91
----------------------------	--	----

NUMÉRO 2

Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. III. Angiospermes (Salicacées, Myricacées, Juglandacées, Corylacées, Fagacées, Ulmacées)	PIERRE RICHARD	97
Les Mycorrhizes de <i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP. : Aspects morphologiques, anatomiques et systématiques	J. ANDRÉ FORTIN et CLAUDE RICHARD	163
Une nouvelle scrofulariacée pour le Québec	CAMILLE ROUSSEAU, SERGE PAYETTE et ANDRÉ ASSELIN	175

Lac Bédard, forêt Montmorency, Québec. I. Facteurs géomorphométriques, physiques et chimiques (1967-1968)	JEAN-GUY BERNARD et ROBERT LAGUEUX	181
Wildlife in an urban area	A. I. DAGG	201
The nature of conodonts	YVON GLOBENSKY	213
REVUE DES LIVRES		229

NUMÉRO 3

Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. IV. Angiospermes (Rosacées, Anacardiacees, Acéracées, Rhamnacees, Tiliacées, Cornacées, Oléacées, Caprifoliacées)	PIERRE RICHARD	241
Influence de la nutrition potassique sur la résistance au froid du fraisier et changements dans la composition minérale au cours de l'endurcissement	R. BÉDARD et H. P. THERRIEN	307
Notes on ascospore germination and mycelial growth of <i>Nectria galligena</i>	MARCEL LORTIE	315
Comptage de vertèbres chez quelques cyprinidæ du Québec et de l'Ontario	PIERRE LEGENDRE	325
Freshwater triclads (Platyhelminthes, <i>Turbellaria</i>) from Anticosti Island	IAN R. BALL and C. H. FERNANDO	331
Anatomie viscérale comparée de la famille des <i>Malapteruridæ</i> (Pisces-Ostariophysi)	GÉRARD MAHY	337

COMMUNICATIONS BRÈVES

Observations on dead and collapsed fishes during a cold spell along the Florida keys	W. A. SMIRNOFF	347
Cranberry shoot morphology as influenced by orientation of vines	I. V. HALL	351
REVUE DES LIVRES		357

NUMÉRO 4

Recherches ultrastructurales sur les mérozoïtes et les gamontes de la Coccidie <i>Adelina dimidiata</i> Schneider, parasite du myriapode chilopode <i>Scolopendra cingulata</i> Latreille	ODETTE TUZET	369
---	--------------	-----

Les deux types morphologiques de la famille des <i>Malapteruridae</i> (Pisces-Ostariophysi)	GÉRARD MAHY	387
Les odonates, indicateurs de la nature du milieu	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	401
Addition d'un antiturbulent à la pompe à plancton	JEAN-GUY BERNARD et ROBERT LAGUEUX	421
Études sur les <i>Solidago</i> . XI. Caryotypes additionnels de taxons du genre <i>Solidago</i> L.	JEAN R. BEAUDRY	431
Études sur la flore du comté de Lévis. II — Précisions sur la distribution et l'habitat de quelques espèces méridionales	DOMINIQUE DOYON et RICHARD CAYOUILLE	447
Localisation des pigments flavoniques dans les fleurs d' <i>Anaphalis margaritacea</i> (L) C. B. Clarke	GÉRALD FAVREAU et YVON RAYMOND	455
Trends in nutrient levels of lowbush blueberry leaves during four consecutive years of sampling	L. R. TOWNSEND and I. V. HALL	461
Sur quelques sous-espèces d' <i>Ornithoptera victoriæ</i> Gray (<i>Papilionidae</i>)	F. SCHMID	467
Les acides aminés de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild	YVON RAYMOND, DENIS GRENIER, GÉRALD FAVREAU et PIERRE-PAUL LEBLANC	477

COMMUNICATIONS BRÈVES

Dosage de l'aluminium et du potassium dans les différents organes d' <i>Actaea rubra</i> Wild	YVON RAYMOND, GÉRALD FAVREAU et DENIS GRENIER	489
Un « modèle » pour la courbe aire-espèce	M. GODRON	491
REVUE DES LIVRES		493

NUMÉRO 5

Notice nécrologique : Jacques Rousseau	PIERRE MORISSET	497
Quelques thaumaléides nouvelles ou peu connues (<i>Diptera, Thaumaleidae</i>)	F. SCHMID	499
Age, growth, maturity, and sex composition of American smelt, <i>Osmerus mordax</i> (Mitchill), from Matamek Lake, Québec	LLOYD H. SAUNDERS and G. POWER	511

La fréquence des chiasmes chez une lignée aneuploïde d' <i>Avena sativa</i> L.	RÉAL MICHAUD et F. M. GAUTHIER	517
Détermination du manganèse assimilable par le pin rouge (<i>Pinus resinosa</i> Ait.) dans le sol	YVON LAFLAMME	525
Molybdenum nutrition in oats as affected by organic amendments, nitro- gen fertilizers and limestone	B. T. CHENG and G. J. OUELLETTE	535
Production en cônes et semences d'un peuplement de pin gris de 65 ans de la région boréale du Québec	S. POPOVICH, A. DEMERS et J. D. GAGNON	553
La flore vasculaire de l'île des Soeurs	ROBERT JOYAL	559
Exploration pour les gisements de taconite magnétique rentables et de minérai de fer enrichi. Nouvelles méthodes d'interprétation de rele- vés magnétiques aéroportés et au sol, dans la partie centrale de la fosse du Labrador	MAURICE SÉGUIN	585
REVUE DES LIVRES		617

NUMÉRO 6

Le fjord du Saguenay. II. La faune ichtyologique et les conditions éco- logiques	GÉRARD DRAINVILLE	623
Croissance en longueur du meunier de l'est, <i>Catostomus catostomus</i> (Forster), du Saguenay	LOUIS-MARIE LALANCETTE et ÉTIENNE MAGNIN	667
Aperçu sur les peuplements d'invertébrés marins des fonds meubles de la baie de Gaspé, 1956-60	PIERRE BRUNEL	679
Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent) II. Composition des copépodes et fluctuations des copépodes du genre <i>Calanus</i>	GUY LACROIX et GABRIEL FILTEAU	711
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	PIERRE BRUNEL	749
Contribution à l'étude écologique des milieux sub-antarctiques. III. Études hydrologiques de milieux dulçaquicoles et marins de la région de la baie du Morbihan (Archipel des Kerguelen)	E. LAGARDE, J. P. MENET et R. LESEL	783

Hermaphrodisme protérandrique chez une crevette de la famille des crangonidés, <i>Argis dentata</i> Rathbun	J. FRÉCHETTE, G. W. CORRIVAUT et R. COUTURE	805
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Sur la limite septentrionale du Calmar <i>Loligo pealei</i> LeSueur	M. C. MERCER	823
Reproduction de <i>Pandalus borealis</i> Krøyer (Crustacea, Decapoda) dans le fjord du Saguenay	R. COUTURE	825
REVUE DES LIVRES		827
SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 97		I
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES		VIII

INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES

Asselin, André. Voir Camille Rousseau	175
Ball, Ian R. and C. H. Fernando. Freshwater triclads (Platyhelminthes, <i>Turbellaria</i>) from Anticosti Island	331
Beaudry, Jean R. Études sur les <i>Solidago</i> . X. Le <i>Solidago gigantea</i> Ait. dans l'est de l'Amérique du Nord	35
Beaudry, Jean R. Études sur les <i>Solidago</i> . XI. Caryotypes additionnels de taxons du genre <i>Solidago</i> L	431
Bédard, R. et H. P. Therrien. Influence de la nutrition potassique sur la résistance au froid du fraisier et changements dans la composition minérale au cours de l'endurcissement	307
Bernard, Jean-Guy et Robert Lagueux. Lac Bédard, forêt Montmorency, Québec. I. Facteurs géomorphométriques, physiques et chimiques (1967-1968)	181
Bernard, Jean-Guy et Robert Lagueux. Addition d'un antiturbulent à la pompe à plancton	421
Brunel Pierre. Aperçu sur les peuplements d'invertébrés marins des fonds meubles de la baie de Gaspé, 1956-60	679
Brunel Pierre. 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	749
Cayouette, Richard. Études sur la flore du Saguenay. III — <i>Rudbeckia hirta</i> L. forma <i>homochroma</i> Steyermark	87
Cayouette, Richard. Voir Dominique Doyon	447
Cheng, B. T. and G. J. Ouellette. Molybdenum nutrition in oats as affected by organic amendments, nitrogen fertilizers and limestone	535
Corrivault, G. W. Voir J. Fréchette.	805
Couture, R. Reproduction de <i>Pandalus borealis</i> Krøyer (Crustacea, Decapoda) dans le fjord du Saguenay	825
Dagg, A. I. Wildlife in an urban area	201
Davidson, Jean-Guy et Marcel Lortie. Relevé de microorganismes dans le bois de quelques arbres feuillus porteurs de défauts sur le tronc	43
Demers, A. Voir S. Popovich	553
Deschênes, Jean-Marc. The history of the genus <i>Acer</i> , a review	51
DesMeules, P. and B. Simard. Dates of calving in Northern Quebec caribou (<i>Rangifer tarandus</i>)	61
Doyon, Dominique et Richard Cayouette. Études sur la flore du comté de Lévis. II — Précisions sur la distribution et l'habitat de quelques espèces méridionales	447

Drainville, Gérard. Le fjord du Saguenay. II. La faune ichtyologique et les conditions écologiques	623
Favreau, Gérard et Yvon Raymond. Localisation des pigments flavoniques dans les fleurs d' <i>Anaphalis margaritacea</i> (L) C. B. Clarke	455
Favreau, Gérard. Voir Yvon Raymond	477
Favreau, Gérard. Voir Yvon Raymond	489
Fernando, C. H. Voir Ian R. Ball	331
Fernet, Luc et Jean-Guy Pilon. Les odonates, indicateurs de la nature du milieu	401
Filteau, Gabriel. Voir Guy Lacroix	711
Fortin, J. André et Claude Richard. Les Mycorrhizes de <i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP. : Aspects morphologiques, anatomiques et systématiques	163
Fréchette, J., G. W. Corrivault et R. Couture. Hermaphroditisme protérandrique chez une crevette de la famille des crangonidés, <i>Argis dentata</i> Rathbun	805
Gagnon, J. D. Voir S. Popovich	553
Gauthier, F. M. Voir Réal Michaud	517
Globensky, Yvon. The nature of conodonts	213
Godron, M. Un « modèle » pour la courbe aire-espèce	491
Grenier, Denis. Voir Yvon Raymond	477
Grenier, Denis. Voir Yvon Raymond	489
Hall, I. V. Cranberry shoot morphology as influences by orientation of vines	351
Hall, I. V. Voir L. R. Townsend	461
Harper, Peter. Voir Étienne Magnin	73
Lacroix, Guy et Gabriel Filteau. Les fluctuation quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent). II. Composition des copépodes et fluctuations des copépodes du genre <i>Calanus</i>	711
Joyal, Robert. La flore vasculaire de l'île des Soeurs	559
Laflamme, Yvon. Détermination du manganèse assimilable par le pin rouge (<i>Pinus resinosa</i> Ait.) dans le sol	525
Lagarde, E., J. P. Menet et R. Lesel. Contribution à l'étude économique des milieux sud-antarctiques. III. Études hydrologiques de milieux dulçaquicoles et marins de la région de la baie du Morbihan (Archipel des Kerguelen)...	783
Lagueux, Robert. Voir Jean-Guy Bernard	181
Lagueux, Robert. Voir Jean-Guy Bernard	421
Lalancette, Louis-Marie et Etienne Magnin. Croissance en longueur du meunier de l'est, <i>Catostomus catostomus</i> (Forster), du Saguenay	667
Leblanc, Pierre-Paul. Voir Yvon Raymond	477
Legendre, Pierre. Comptage de vertèbres chez quelques cyprinidae du Québec et de l'Ontario	325

Lesel, R. Voir E. Lagarde	783
Lortie, Marcel. Voir Jean-Guy Davidson	43
Lortie, Marcel. Notes on ascospore germination and mycelial growth of <i>Nectria galligena</i>	315
Magnin, Etienne. Voir Louis-Marie Lalancette	667
Magnin, Étienne et Peter Harper. La nourriture des esturgeons <i>Acipenser fulvescens</i> de la rivière Nottaway, tributaire de la baie James	73
Mahy, Gérard. Anatomie viscérale comparée de la famille des <i>Malapteruridae</i> (Pisces-Ostariophysii)	337
Mahy, Gérard. Les deux types morphologiques de la famille des <i>Malapteruridae</i> (Pisces-Ostariophysii)	387
Maly, Ernest. Le magnésium serait-il un agent prophylactique du cancer ?	89
Menet, J. P. Voir E. Lagarde	783
Mercer, M. C. Sur la limite septentrionale du Calmar <i>Loligo pealei</i> LeSueur	823
Michaud, Réal et F. M. Gauthier. La fréquence des chiasmes chez une lignée aneuploïde d' <i>Avena sativa</i> L.	517
Morisset, Pierre. Notice nécrologique : Jacques Rousseau	497
Ouellette, G. J. and B. T. Cheng. Molybdenum nutrition in oats as affected by organic amendements, nitrogen fertilizers and limestone	535
Payette, Serge. Voir Camille Rousseau	175
Pilon, Jean-Guy. Voir Luc Fernet	401
Popovich, S., A. Demers et J. D. Gagnon. Production en cônes et semences d'un peuplement de pin gris de 65 ans de la région boréale du Québec	553
Power, G. Voir Lloyd H. Saunders	511
Raymond, Yvon. Voir Gérard Favreau	455
Raymond, Yvon, Denis Grenier, Gérard Favreau et Pierre-Paul Leblanc. Les acides aminés de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild	477
Raymond, Yvon, Gérard Favreau et Denis Grenier. Dosage de l'aluminium et du potassium dans les différents organes d' <i>Actaea rubra</i> Wild	489
Richard, Claude. Voir J. André Fortin	163
Richard, Pierre. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. I. Introduction générale. II. Gymnospermes	1
Richard, Pierre. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. III. Angiospermes (Salicacées, Myricacées, Juglandacées, Corylacées, Fagacées, Ulmacées)	97
Richard, Pierre. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. IV. Angiospermes (Rosacées, Anacardiées, Acéracées, Rhamnacées, Tiliacées, Cornacées, Oléacées, Caprifoliacées)	241

Rousseau, Camille, Serge Payette et André Asselin. Une nouvelle scrofulariacée pour le Québec	175
Saunders, Lloyd H. and G. Power. Age, growth, maturity, and sex composition of American smelt, <i>Osmerus mordax</i> (Mitchill), from Matamek Lake, Québec	511
Schmid, F. Sur quelques sous-espèces d' <i>Ornithoptera victoriae</i> Gray (<i>Papilionidae</i>).	467
Schmid, F. Quelques thaumaléides nouvelles ou peu connues (<i>Diptera, Thaumaleidae</i>)	499
Séguin, Maurice. Exploration pour les gisements de taconite magnétique rentables et de minerai de fer enrichi. Nouvelles méthodes d'interprétation de relevés magnétiques aéroportés et au sol, dans la partie centrale de la fosse du Labrador.	585
Simard, B. Voir P. DesMeules	61
Smirnoff, W. A. et J. R. Valero. Comportement de la larve saine ou virosée de <i>Neodiprion swaini</i> en atmosphère d'oxygène d'anhydride carbonique, d'azote ou d'argon.	67
Smirnoff, W. A. Observations on dead and collapsed fishes during a cold spell along the Florida keys	347
Therrien, H. P. Voir R. Bédard	307
Townsend, L. R. and I. V. Hall. Trends in nutrient levels of lowbush blueberry leaves during four consecutive years of sampling	461
Tuzet, Odette. Recherches ultrastructurales sur les mérozoïtes et les gamontes de la Coccidie <i>Adelina dimidiata</i> Scheneider, parasite du myriapode chilopode <i>Scolopendra cingulata</i> Latreille.	369
Valero, J. R. Voir W. A. Smirnoff	67



LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 97

Janvier-Février

N° 1

ATLAS POLLINIQUE DES ARBRES ET DE QUELQUES ARBUSTES INDIGÈNES DU QUÉBEC

I. Introduction générale – II. Gymnospermes

PIERRE RICHARD

*Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec et
Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S., Université de
Montpellier, France.*

Résumé

Dans cette première partie, les grains de pollen de 13 espèces de Gymnospermes sont illustrés et décrits. Une clé d'identification spécifique est proposée pour les genres *Picea* et *Pinus*.

Abstract

Fifteen or so pollen-analysts have made researches in Quebec since 1927 and they obviously worked up their own reference collection of pollen grains and spores from Quebec. But unfortunately, none of these have been published, as far as we know.

In order to remedy this lack a pollen atlas of native trees and shrubs from Quebec has been carried out. In this first part, the pollen grains of thirteen species of Gymnosperms are illustrated and described. A key for the identification of *Picea* and *Pinus* species is tentatively put forward.

I. Introduction générale

La palynologie est la science qui a pour objet l'étude des grains de pollen et des spores. L'observation microscopique des spores et des pollens peut se concevoir sous plusieurs angles, tels l'étude de leur morphologie, de leur cytologie, de leur mode de formation (développement des tétrades). Elle fait alors partie de ce qu'on pourrait appeler la botanique descriptive. Notons en passant que bien que le pollen soit une partie essentielle de la plante, l'attention des systématiciens et morphologues s'est à notre connaissance rarement posée sur lui, et que nous sommes encore loin du jour où, à l'instar de la fleur, de la tige

Travaux effectués dans le cadre de l'Équipe de recherche n° 25: Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S., Montpellier, France.

Naturaliste can., 97, 1-34, (1970).

ou de la feuille, la description du grain de pollen figure systématiquement dans les flores.

Le plus souvent, toutefois, la palynologie apparaît comme un outil (précieux il est vrai) permettant de lever le voile de l'inconnu dans différents domaines tels la phylogénie végétale, la paléobiogéographie, la paléoécologie (principalement paléoclimatologie). Elle est en outre susceptible de fournir de précieux renseignements en apiculture et en entomologie en général, en génétique forestière (et plus généralement végétale), en médecine par la lutte contre la pollinose ou « rhume des foins », en phytopathologie, etc. . .

Dans tous les cas, cependant, les collections de référence et les recueils de descriptions des grains de pollen et des spores demeurent les instruments indispensables de la recherche, et dont dépend la qualité scientifique du travail. Il existe plusieurs recueils de description nord-européens ou japonais dans lesquels la plupart des genres rencontrés au Québec sont traités (Beug, 1961; Erdtman, 1943, 1952, 1954, 1965, 1966; Erdtman *et al.*, 1961, 1963; Hyde et Adams, 1958; Ikuse, 1956; Jimbo, 1933; Praglowski, 1962; Van Campo, 1950, 1951, 1953; et d'autres. . .) Toutefois, au niveau des espèces indigènes du Québec, seul l'ouvrage fondamental de R. P. Wodehouse, 1935 et 1965, réunit en un volume illustrations et descriptions. En outre certaines monographies sur les genres *Acer*, *Betula*, *Picea*, *Pinus*, touchent les espèces québécoises.

Les quelques quinze palynologues qui, depuis 1927 ont choisi le Québec comme terrain d'étude ont évidemment monté leur propre collection de référence mais malheureusement, aucun recueil destiné spécialement à la description et à l'illustration des grains de pollen des espèces indigènes du Québec n'a été publié. L'auteur a donc entrepris le présent travail afin de pallier à la pauvreté qui caractérise notre connaissance des pollens au Québec.

Il est espéré que cet atlas soit un outil (aussi imparfait soit-il!) pour le botaniste et le naturaliste qui pourraient être intéressés par l'une ou l'autre des applications de la palynologie mentionnées plus haut.

L'originalité de ce travail ne tient pas tant dans les descriptions des grains de pollen que dans leur illustration aussi détaillée que possible par un ensemble de photographies et leur réunion en un atlas. En effet, comme il a été souligné précédemment, presque tous les genres rencontrés au Québec se retrouvent en Europe occidentale et au Japon, et leur morphologie pollinique est connue depuis longtemps. Toutefois lorsqu'il s'agit des descriptions spécifiques la littérature européenne devient beaucoup moins complète. D'autre part l'ouvrage américain de R. P. Wodehouse (1935) ne présente, à côté des descriptions, qu'une réunion de dessins qui, s'ils donnent une remarquable vue d'ensemble, ne sauraient remplacer les microphotographies, surtout pour la mise en évidence des caractéristiques morphologiques fines.

Matériel et méthodes

Collection. Les grains de pollen décrits et illustrés dans cet atlas proviennent tous d'individus situés au Québec. Ils ont été récoltés soit sur le terrain, soit au laboratoire par anthèse artificielle, soit en herbier. Les pollens de la plupart des espèces d'arbres furent récoltés, traités et montés par Michel Bélanger qui, en 1963, soutenait à la Faculté de Foresterie et de Géodésie de l'Université Laval un mémoire de fin d'études portant sur le pollen des arbres forestiers qui devait malheureusement rester inédit. C'était apparemment le premier effort de présentation de descriptions et d'illustrations des pollens au Québec. L'auteur a par la suite complété cette collection des pollens d'arbres à laquelle il a ajouté ceux de nombreux arbustes. La technique microphotographique a été également améliorée.

Techniques de laboratoire. Les pollens ont été traités par la méthode de l'acétolyse (Erdtman, 1943) puis montés dans la gélatine glycérolisée. Les préparations furent ensuite lutées à la paraffine. Dans certains cas une partie du matériel a été chlorinée (pollens à exine opaque) ou colorée à la fuchsine (exine trop hyaline), ou encore montée directement, sans traitement, dans la gélatine glycérolisée colorée à la fuchsine.

Les observations microscopiques et les microphotographies ont été effectuées à l'aide du photomicroscope Zeiss à un grossissement de 1000. Les photos ont été effectuées sur pellicule Agfa IFF et tirées sur papier Agfa (Brovira) BEH 1 le plus souvent au grossissement 1000 pour un maximum de netteté et de contraste.

Présentation des résultats. L'ordre systématique et la nomenclature botanique adoptés tout au long de ce travail sont ceux du *Gray's Manual of Botany* de M.L. Fernald, 1950, huitième édition. Chaque série de planches sera en outre précédée d'une liste alphabétique des noms scientifiques accompagnés des noms vernaculaires usuels.

Les planches sont présentées sous forme de fiches monospécifiques et le texte explicatif renferme toutes les informations disponibles sur la provenance, la symétrie et la forme du pollen, ses dimensions, les apertures et l'exine. La disposition des photographies sur une même planche obéit aux recommandations de G. Erdtman, 1959 et de M. Van Campo, 1959.

Cette présentation, inspirée de la série Palynologie africaine (Van Campo, 1957), a l'avantage de permettre à l'utilisateur la confection rapide d'un fichier (notamment par photocopie du texte des planches).

La nomenclature palynologique adoptée est celle exposée par K. Faegri et J. Iversen, 1950, 1964, et par J. Iversen et J. Troels-Smith, 1950. C'est celle employée au Laboratoire de Palynologie de Montpellier, dans le cas des observations exclusivement photoniques.

Des clés d'identification des espèces au sein des genres sont proposées comme instrument de travail pour l'analyse pollinique. Une clé générale portant sur tous les genres d'arbres et arbustes décrits sera présentée à la fin de l'atlas.

Un effort a été tenté pour mettre en évidence des caractères d'identification purement morphologiques. En effet, ces derniers présentent l'avantage d'être le plus souvent moins variables que les critères quantitatifs qui obligent à travailler sur un grand nombre de grains, ce qui n'est pas toujours possible en analyse pollinique. Toutefois, quoique les mesures n'occupent qu'une place secondaire dans cet atlas, l'auteur a cru nécessaire de les exprimer statistiquement, c'est-à-dire de faire suivre la moyenne de son écart type et du nombre de données (N) sur lesquelles elle a été établie.

II. Gymnospermes

Cette première partie de l'atlas réunit les planches de treize espèces de Gymnospermes.

NOM LATIN	NOM FRANÇAIS	PLANCHE N°
<i>Abies balsamea</i>	Sapin baumier	2
<i>Juniperus communis</i>	Genévrier commun	13
<i>Larix laricina</i>	Mélèze laricin	7
<i>Picea glauca</i>	Epinette blanche	4
<i>Picea mariana</i>	Epinette noire	6
<i>Picea rubens</i>	Epinette rouge	5
<i>Pinus banksiana</i>	Pin gris	11
<i>Pinus resinosa</i>	Pin rouge	9
<i>Pinus rigida</i>	Pin rigide	10
<i>Pinus strobus</i>	Pin blanc	8
<i>Taxus canadensis</i>	If du Canada	1
<i>Thuja occidentalis</i>	Thuya de l'Est	12
<i>Tsuga canadensis</i>	Pruche du Canada	3

Les planches sont classées selon l'ordre systématique adopté par M. L. Fernald, 1950.

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE

La morphologie externe des grains de pollen des Gymnospermes est très variable d'un genre à l'autre. Leur forme va des grains à ballonnets ou vésiculés (*Abies*, *Picea*, *Pinus*) aux grains subsphériques, sans grandes ornements (*Juniperus*, *Larix*, *Thuja*) en passant par les grains où l'analogue des ballonnets cités plus haut consiste en un bourrelet annulaire circonscrivant plus ou moins la zone germinale (*Taxus*, *Tsuga*). Cette dernière est, chez les Gymnospermes, toujours assez peu définie et consiste en un amincissement progressif de l'exine et en une diminution ou disparition des ornements.

Les dimensions varient entre des extrêmes importants allant de 25 microns chez *Taxus* à plus de 150 microns chez *Abies*.

Remarques. Certains caractères des pollens à exine fine sont difficilement observables après acétolyse. Aussi lorsqu'il a été possible d'obtenir du matériel frais ou séché (mais non-traité) on a monté les pollens directement dans la gélatine glycinée colorée à la fuchsine ce qui a pour effet de les faire gonfler et de permettre l'observation de caractères fins tels les bourrelets annulaires et les pseudopores. Ce fut le cas pour *Juniperus* et pour *Taxus*.

Clé d'identification spécifique du genre *Picea*

- 1 *Zone germinale très peu ornementée* (pustules éparses)
épaisseur de l'exine au pôle proximal $< 2 \mu$
ballonnets: exine à mailles petites et régulières *P. glauca* pl. 4
- 1 *Zone germinale très ornementée* (pustules denses)
épaisseur de l'exine au pôle proximal $> 2 \mu$ 2
- 2 *Grand diamètre du corps du grain: 83 μ*
épaisseur de l'exine au pôle proximal: 3 μ
ballonnets: exine à mailles irrégulières, ondulantes *P. rubens* pl. 5
- 2 *Grand diamètre du corps du grain: 72 μ*
épaisseur de l'exine au pôle proximal: 4 μ
ballonnets: exine à mailles régulières, géométriques *P. mariana* pl. 6

Clé d'identification spécifique du genre *Pinus*

- 1 *Zone germinale ornementée*
crêtes proximales importantes
grand diamètre du corps du grain: 54 μ *P. strobus* pl. 8
- 1 *Zone germinale d'aspect lisse* 2
- 2 *Ballonnets à mailles petites ($< 1 \mu$)*
pas de crêtes proximales
grand diamètre du corps du grain: 54 μ *P. resinosa* pl. 9
- 2 *Ballonnets à mailles grandes (1-2 μ)* 3
- 3 *Grand diamètre du corps du grain: 62 μ*
coupe optique des ballonnets montrant une
dichotomie très évasée des alvéoles *P. rigida* pl. 10
- 3 *Grand diamètre du corps du grain: 49 μ*
coupe optique des ballonnets montrant une
dichotomie très serrée des alvéoles *P. banksiana* pl. 11

Note morphologique pour le genre Pinus. La structure en bâtonnets ramifiés située sur l'endexine du corps du grain au niveau des ballonnets et relevée par W.S. Ting (Ting, 1966; p. 7, fig. 1: « *stray endosexinous rods* ») est absente chez les espèces décrites ici. Seuls des globules plus ou moins nombreux de diamètre 1-2 μ ont pu être observés. Il semble toutefois imprudent de les assimiler à des fragments d'ectexine non détachée de l'endexine comme le reste du complexe alvéolaire des ballonnets.

PLANCHE 1

Taxus canadensis Marsh.

(Taxaceae)

Récolté sur la Cité universitaire Laval à Québec par M. Bélanger en 1962 et par P. Richard en 1964 (Herbier RICHARD).
Préparations Bélanger n° 32b et Richard n° 281.

SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, plus ou moins sphériques à l'état turgescent, polyangulaires après acétolyse, souvent réunis en diades. Bourrelet rarement visible chez les grains acétolysés mais très apparent chez les grains prélevés en herbier et montés dans la glycérine colorée à la fuchsine.

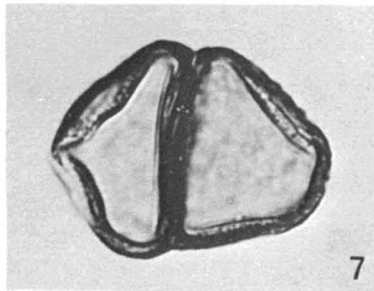
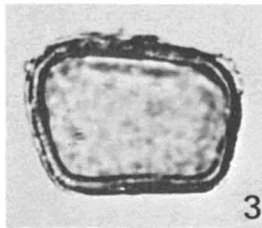
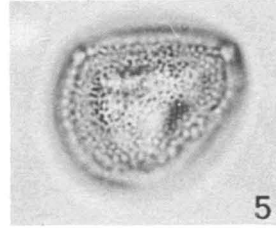
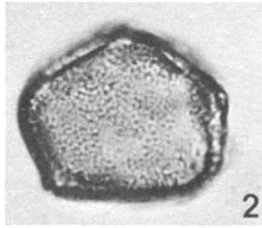
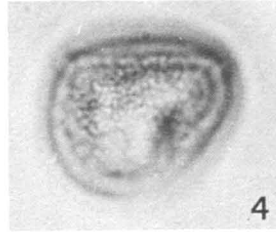
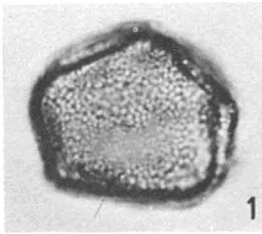
DIMENSIONS: diamètre $24,7 \pm 1,4 \mu$ (N = 15).

APERTURES: il n'a pas été possible de mettre nettement en évidence la zone germinale chez les grains acétolysés.

EXINE: finement granuleuse, épaisseur environ $1,5 \mu$, ectexine = endexine.

Remarque: du pollen de *Taxus canadensis* provenant de l'Herbier de l'Institut de Botanique de Montpellier (France) a été utilisé pour comparaison.

Figures (x 1000) : 1-2, L-0 analyse de l'exine; 3, coupe optique méridienne; 4-5-6, grains non-acétolysés montés dans la gélatine glycinée; 4-5, L-0 analyse de l'exine, bourrelet à la partie supérieure; 6, coupe optique méridienne, le bourrelet apparaît en haut comme deux taches plus foncées; 7, diade.



Taxus canadensis Marsh.

PLANCHE 2

Abies balsamea (L.) Mill.

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Récolté à Saint-Raymond de Portneuf, Québec par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 17a.

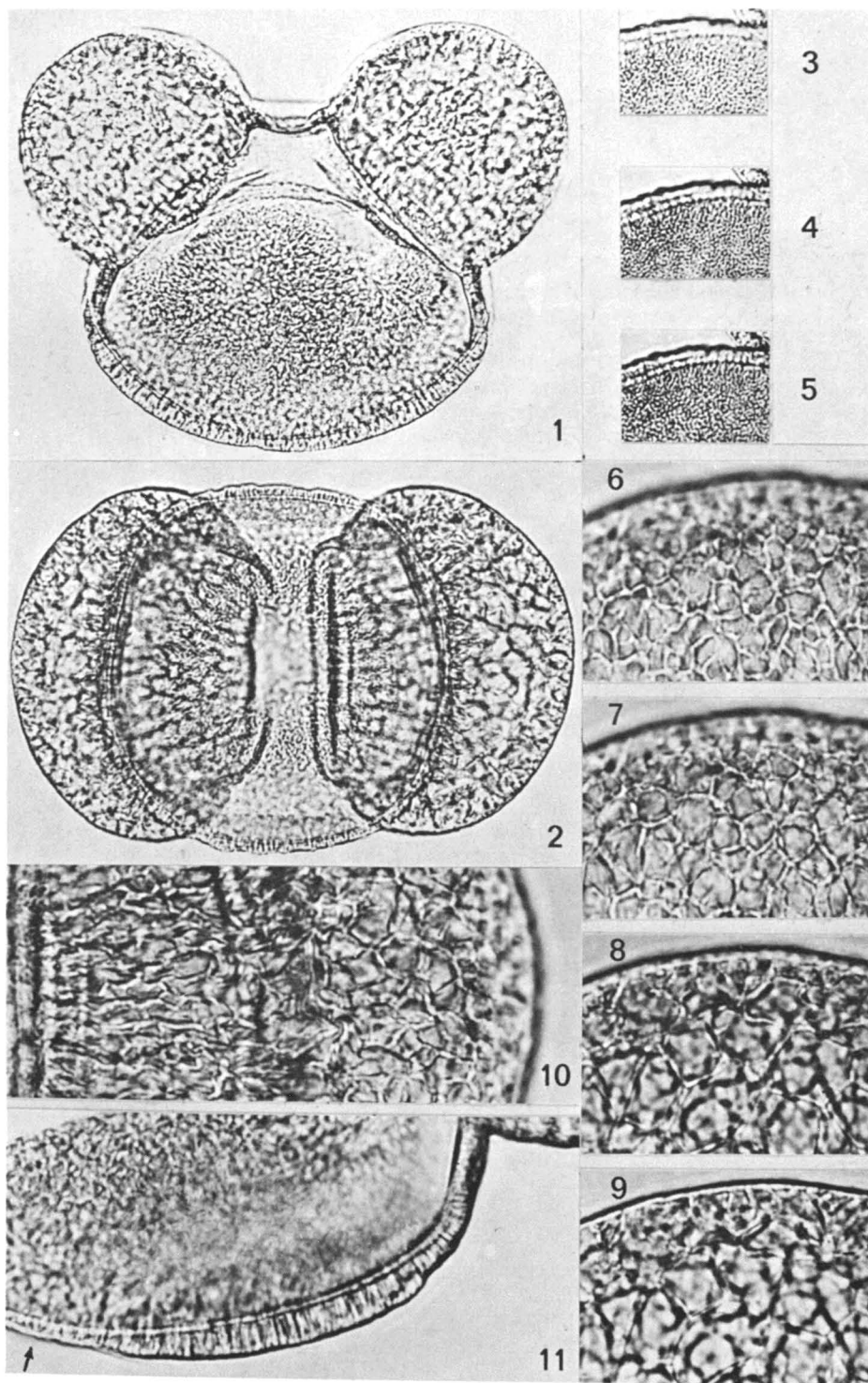
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain sphérique; ballonnets globuleux, bien détachés du corps du grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $100 \pm 4 \mu$ (N = 10).

APERTURES: zone *germinale* distale à exine amincie entre les ballonnets, très légèrement ornementée (pustules ?).

EXINE: *corps du grain*: ectexine formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'impression d'une fine réticulation; en coupe optique, elle est amincie au pôle proximal; *ballonnets*: alvéoles pyramidales donnant en surface un aspect fortement réticulé; l'ectexine est finement perforée près des murs du réseau; en coupe optique, le complexe alvéolaire des ballonnets atteint 10μ d'épaisseur.

Figures : 1 à 5 (x 500); 6 à 11 (x 1000); 1, vue méridienne; 2, vue polaire proximale; 3-4-5, exine de la calotte proximale à différents niveaux de mise au point; 3, surface; 4, moyen; 5, inférieur; 6-7-8-9, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 6, en surface; 9, en coupe optique sub-méridienne; 10, vue polaire distale de l'exine des ballonnets, à gauche près de la zone *germinale*: mailles allongées; à droite sur le ballonnet même: mailles arrondies; 11, amincissement de l'exine au pôle proximal, en coupe optique méridienne.



Abies balsamea (L.) Mill.

PLANCHE 3

Tsuga canadensis (L.) Carr.

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Récolté à Lotbinière, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 27b, (voir aussi la Remarque).

SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés, circulaires en vue polaire, plus ou moins elliptiques en vue méridienne, bréviaxes. Hémisphère proximal convexe, à exine épaisse, hémisphère distal mamelonné, à exine amincie. Présence d'un bourrelet entourant la zone germinale.

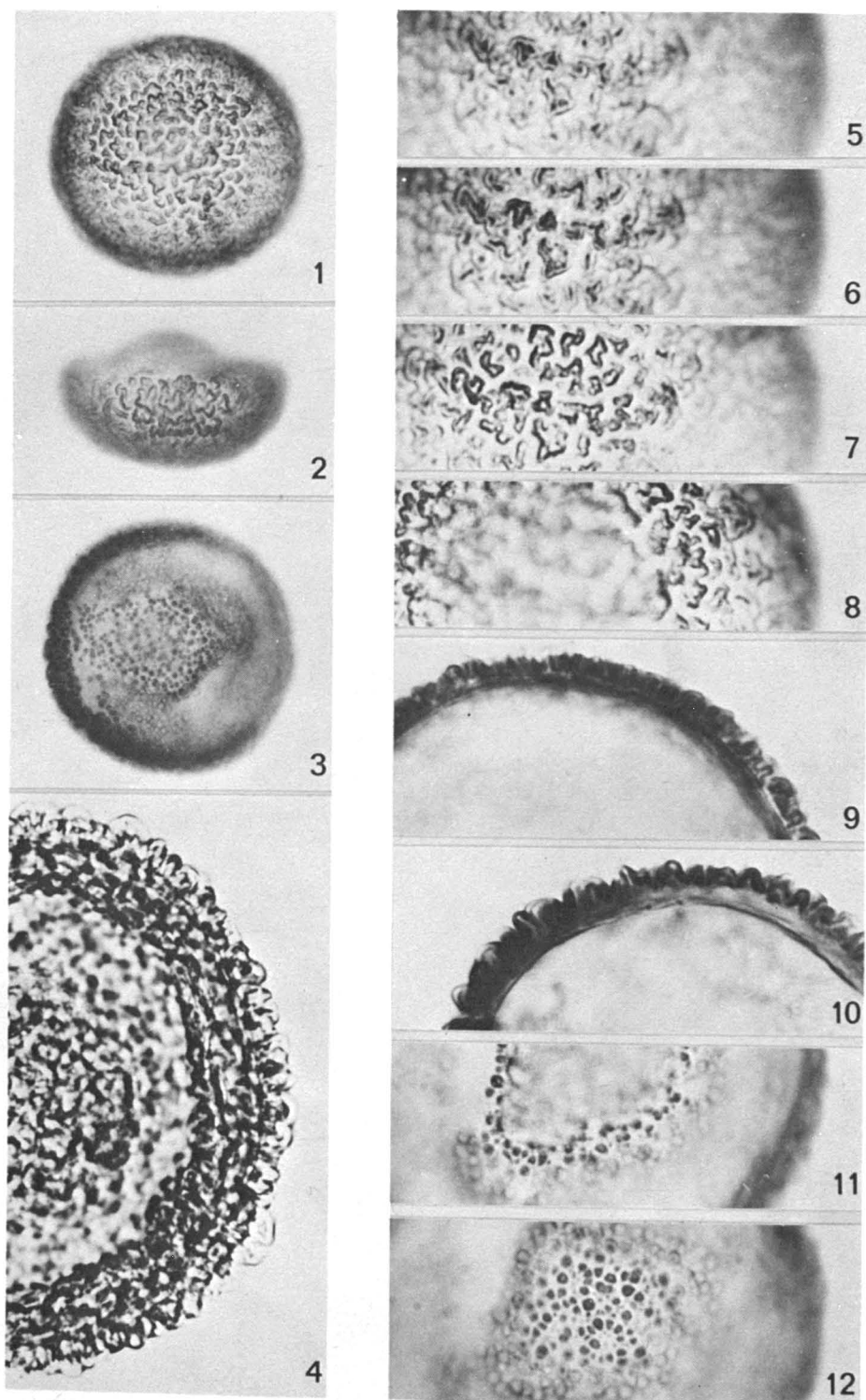
DIMENSIONS: diamètre en vue polaire: $75,1 \pm 13,5 \mu$ (N = 15).

APERTURES: zone germinale distale formant un mamelon.

EXINE : calotte : l'ectexine est mince, boursoufflée, et présente un aspect vermiculé en coupe optique tangentielle; elle est détachée de l'endexine au niveau de l'équateur et forme alors un bourrelet de 10μ environ; son épaisseur en vue polaire est de $7,9 \pm 2 \mu$ (N = 15); zone germinale: exine mince et nettement verruqueuse.

Remarque: il n'a pas été possible d'obtenir des vues orthogonales à partir du matériel de référence disponible. Les photographies formant cette planche proviennent d'un grain fossile (Holocène du Québec), à l'exception de la figure 4.

Figures: 1 à 3 (x500), 4 à 12 (x1000); 1, vue polaire proximale avec mise au point sur l'exine de la calotte; 2, vue méridienne, zone germinale en haut; 3, vue polaire distale avec mise au point sur l'exine de la zone germinale; 4, coupe optique équatoriale d'un grain actuel; 5 à 8, coupes optiques tangentielles de l'exine de la calotte; 5, en surface; 8, en profondeur (sub-équatoriale); 9, coupe optique sub-équatoriale dans la calotte; 10, coupe optique sub-équatoriale au niveau du bourrelet (remarquer le décollement à droite); 11, zone germinale distale avec mise au point dans le corps du mamelon; 12, zone germinale distale avec mise au point à la base des verrues.



Tsuga canadensis (L.) Carr.

PLANCHE 4

Picea glauca (Moench) Voss.*(Pinaceae, Subfam. Abietineae)*

Récolté à Duchesnay, Québec par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 36d.

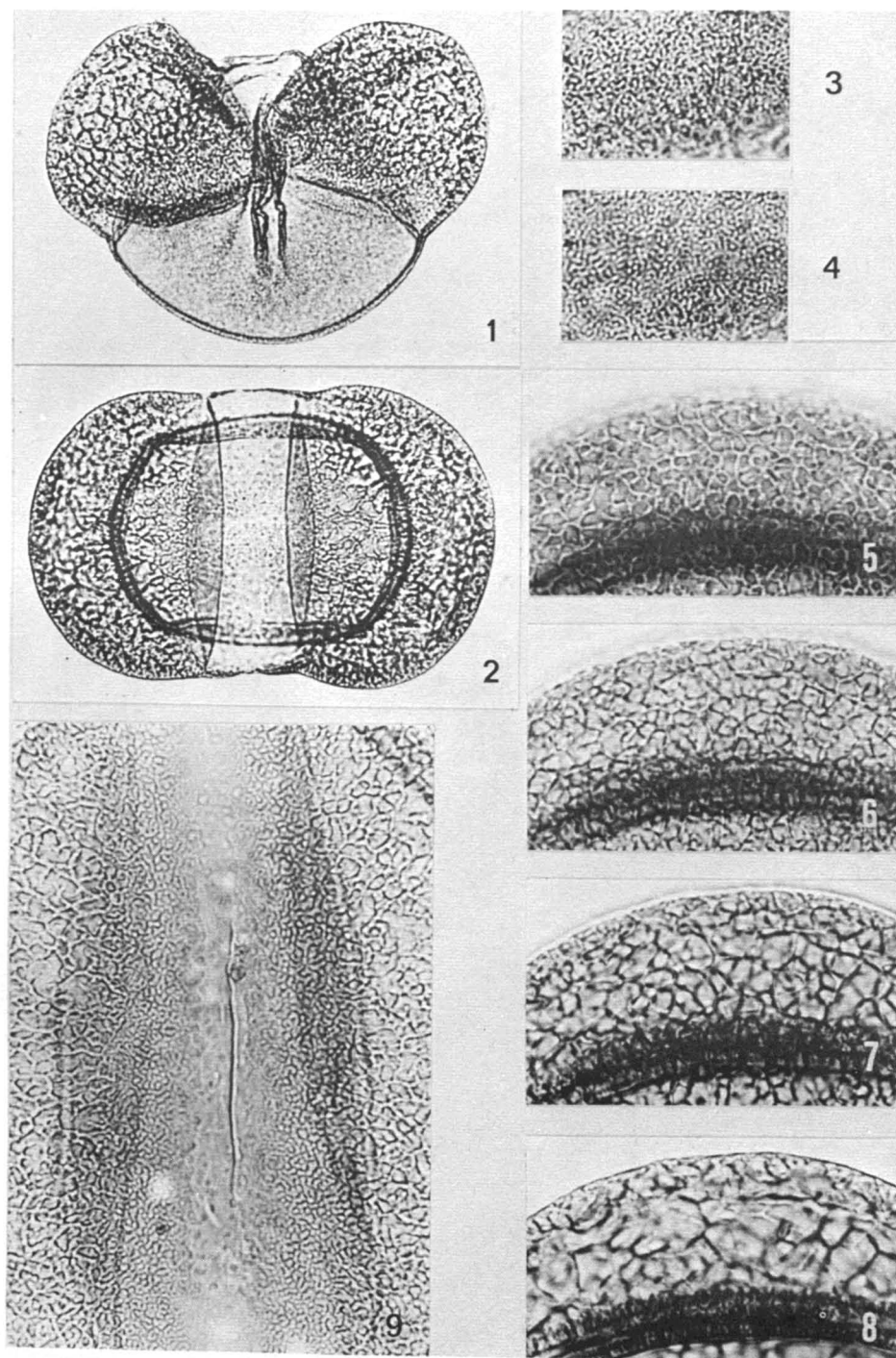
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain elliptique en vue méridienne et en vue polaire; ballonnets faisant corps avec le grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $83,0 \pm 3 \mu$ ($N = 10$).

APERTURES: *zone germinale* distale à exine amincie entre les ballonnets, très légèrement pustulée, souvent plissée lorsque le grain n'est pas parfaitement turgescent.

EXINE: *corps du grain:* ectexine formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'impression d'une fine réticulation, épaisseur au pôle proximal: 2μ ; *ballonnets:* alvéoles pyramidales donnant en surface un aspect réticulé à mailles petites et régulières souvent ouvertes; épaisseur des alvéoles en coupe optique équatoriale $3-4 \mu$.

Figures: 1 et 2 ($\times 500$); 3 à 9 ($\times 1000$); 1, vue méridienne; 2, vue polaire distale; 3-4, exine de la calotte proximale; 3, en surface; 4, en profondeur; 5-6-7-8, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 5, en surface; 8, en coupe optique sub-équatoriale; 9, zone germinale peu ornementée, la fente est un artéfact.



Picea glauca (Moench) Voss.

PLANCHE 5

Picea rubens Sarg.*(Pinaceae, Subfam. Abietineae)*

Récolté à Duchesnay, Québec par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 38c.

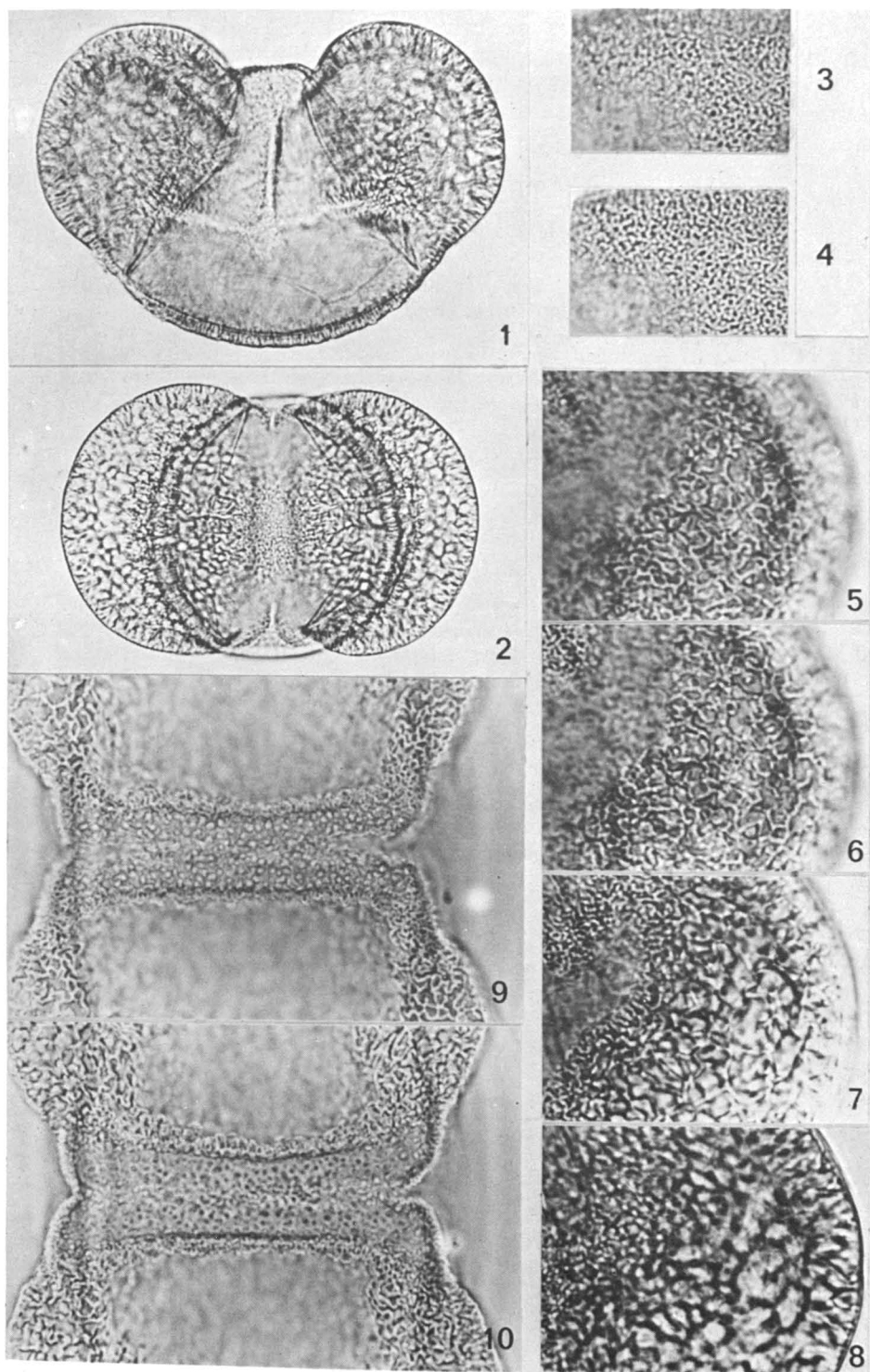
SYMÉTRIE ET FORME : pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain elliptique en vue méridienne, plus ou moins circulaire en vue polaire; ballonnets faisant corps avec le grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $83,0 \pm 2 \mu$ (N = 10).

APERTURES: zone germinale distale à exine amincie entre les ballonnets, très clairement pustulée, quelquefois plissée lorsque le grain n'est pas parfaitement déployé.

EXINE: corps du grain: ectexine formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'impression d'une fine réticulation, épaisseur au pôle proximal 3μ environ; ballonnets: alvéoles pyramidales très nettes donnant en surface un aspect réticulé, à mailles irrégulières, ondulantes; coupe optique équatoriale des alvéoles très nette, épaisseur 6μ .

Figures : 1 et 2 (x 500); 3 à 10 (x 1000); 1, vue équatoriale; 2, vue polaire distale; 3-4, exine de la calotte proximale; 3, en surface; 4, en profondeur; 5-6-7-8, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 5, en surface; 8, en coupe optique sub-méridienne; 9-10, zone germinale pustulée en L-O analyse; 9, niveau supérieur; 10, niveau inférieur.



Picea rubens Sarg.

PLANCHE 6

Picea mariana (Mill.) BSP

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Récolté à la Mare du Sault, comté Montmorency, Québec par G. Lemieux en 1968 (Herb. Fac. For. et Géod., Québec).
Préparation Richard n° 270.

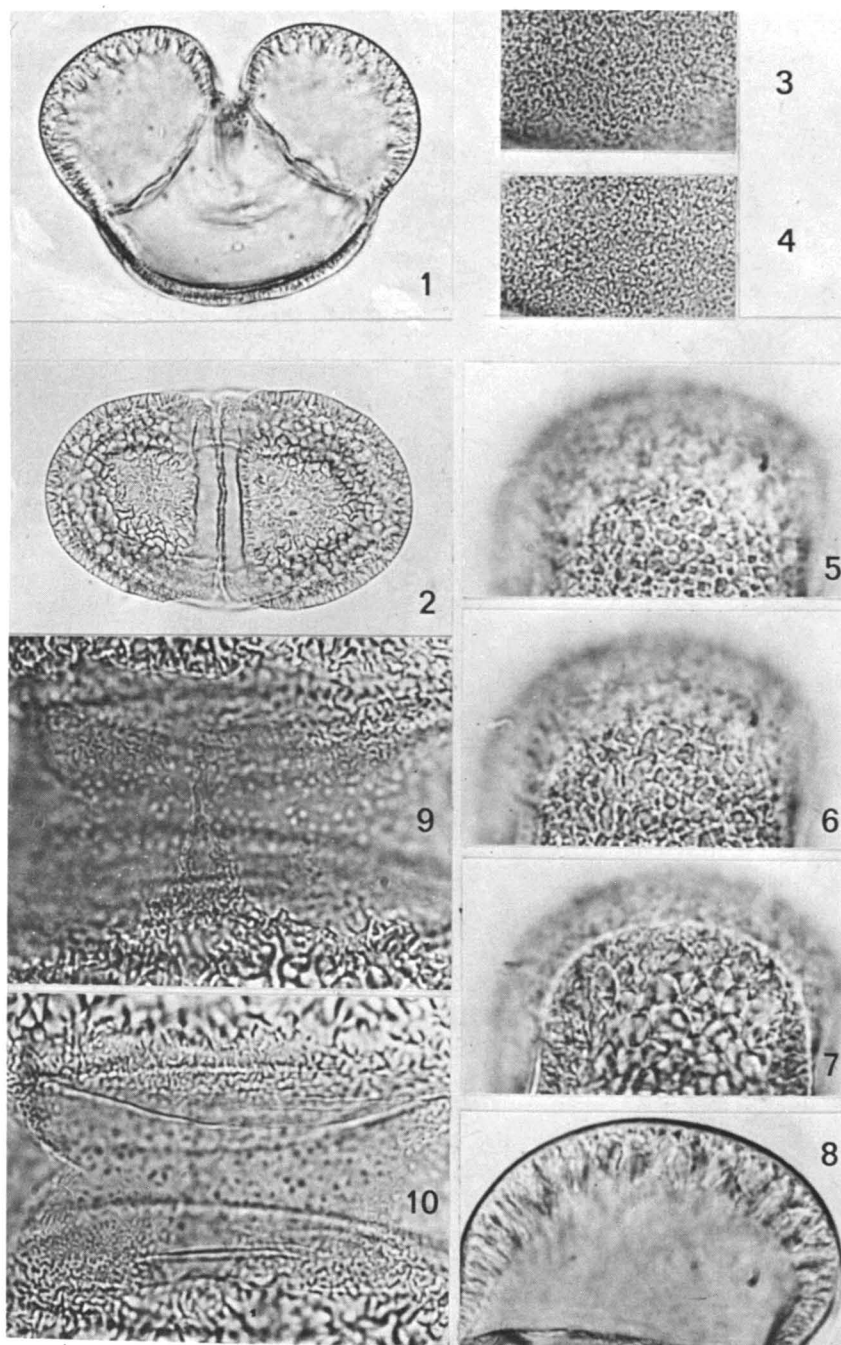
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain elliptique en vue méridienne et en vue polaire; ballonnets faisant corps avec le grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $72,3 \pm 4,5 \mu$ (N = 23).

APERTURES: zone *germinale* distale à exine amincie entre les ballonnets, légèrement pustulée, souvent plissée lorsque le grain est replié sur lui-même, donnant à tort l'impression d'un sillon.

EXINE: *corps du grain*: ectexine formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'impression d'une fine réticulation, épaisseur au pôle proximal 4μ environ; *ballonnets*: alvéoles pyramidales très nettes donnant en surface un aspect réticulé très géométrique, à mailles régulières, fermées; coupe optique équatoriale des alvéoles très nette, épaisseur $5,5 \mu$ environ.

Figures : 1 et 2 (x 500); 3 à 10 (x 1000); 1, vue méridienne; 2, vue polaire distale; 3-4, exine de la calotte proximale; 3, en surface; 4, en profondeur; 5-6-7-8, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 5, en surface; 8, en coupe optique méridienne; 9-10, zone germinale pustulée en L-O analyse; 9, niveau supérieur; 10, niveau inférieur.



Picea mariana (Mill.) BSP

PLANCHE 7

Larix laricina (Du Roi) K. Koch

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Récolté à Duchesnay, Québec par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 5b.

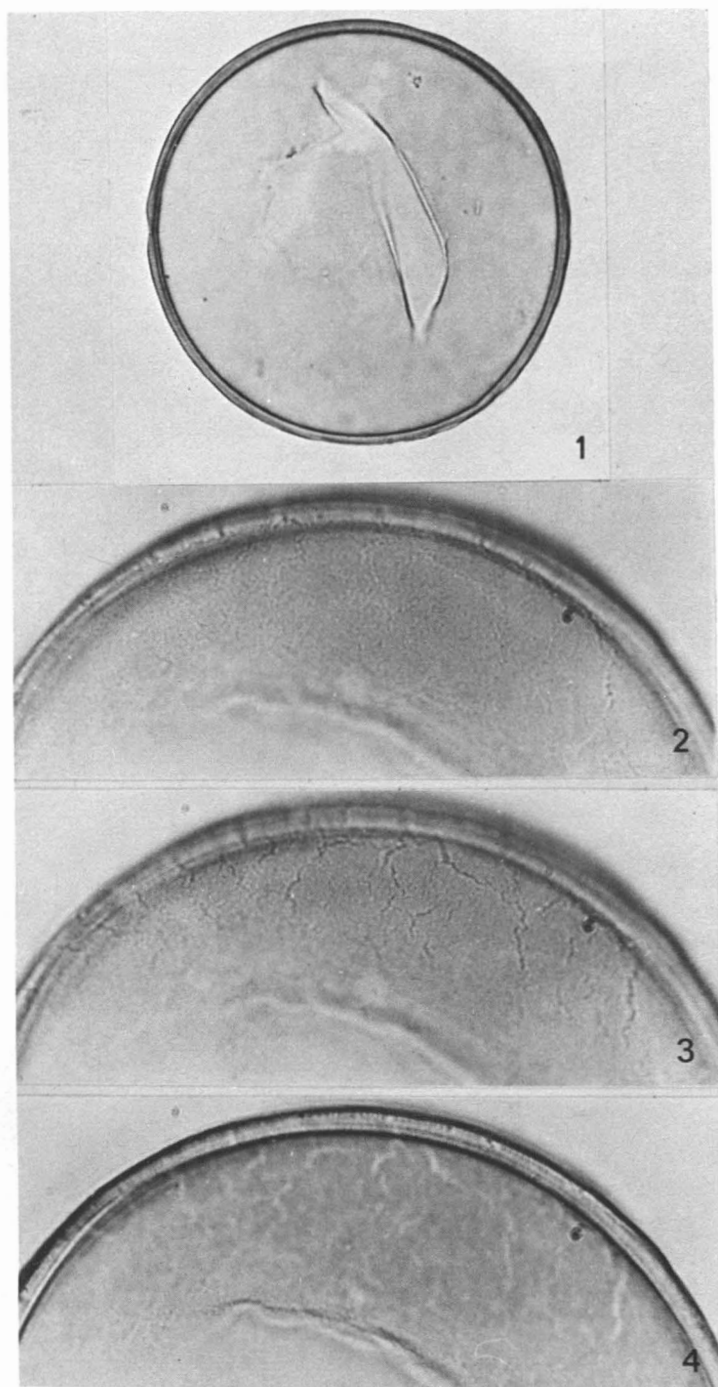
SYMÉTRIE ET FORME: pollens faiblement hétéropolaires, subsphériques, inaperturés.

DIMENSIONS: diamètre: $105,6 \pm 6,3 \mu$ (N = 15).

APERTURES: la *zone germinale* très nette chez les autres Gymnospermes décrites n'a pu être mise en évidence dans notre matériel, non plus que le bourrelet annulaire décrit par ailleurs chez *Larix europea* (Van Campo, 1950).

EXINE: *ectexine* scabre, fissurée, d'épaisseur environ 2μ ; *endexine* mince, épaisse de moins d'un micron. La paroi est fréquemment plissée ou déchirée.

Figures: 1 (x 500); 2 à 4 (x 1000); 1, coupe optique avec mise au point sur le contour; 2, mise au point sur l'ectexine; 3, mise au point sur l'endexine; 4, mise au point sur le contour.



Larix laricina (Du Roi) K. Koch

PLANCHE 8

Pinus strobus L.

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Récolté à l'Île Madame, comté Bellechasse, Québec, par G. Lemieux en 1965 (Herb. Fac. For. et Géod., Québec).
Préparation Richard n° 278.

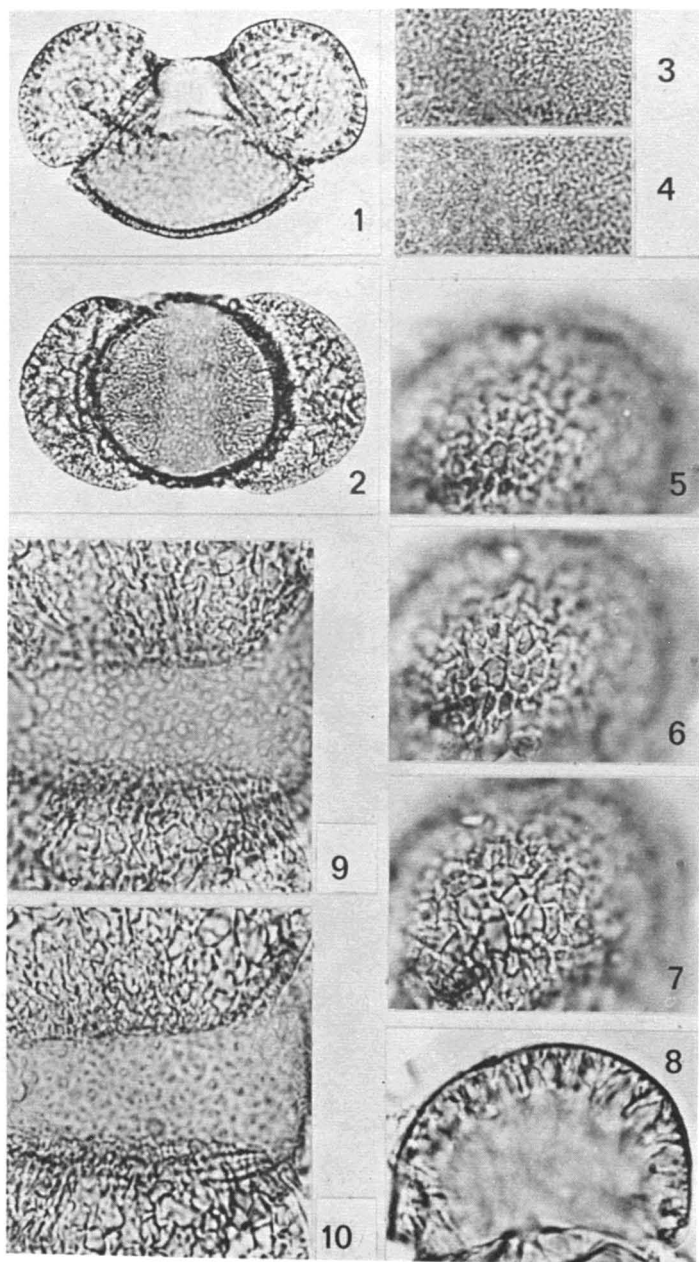
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain elliptique en vue méridienne; plus ou moins circulaire en vue polaire; ballonnets nettement globuleux et bien détachés du corps du grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $54,5 \pm 5 \mu$ (N = 12).

APERTURES: zone *germinale* distale à exine amincie entre les ballonnets, très nettement pustulée; pustules de forme grossièrement polygonale donnant l'aspect d'un réseau irrégulier.

EXINE: *corps du grain*: ectexine proximale formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'aspect d'une fine réticulation, épaisseur au pôle proximal 2μ environ, ectexine fortement épaissie au niveau des ballonnets formant une crête entourant la partie proximale du corps du grain; *ballonnets*: alvéoles pyramidales donnant en surface un aspect réticulé, à mailles assez grandes, irrégulières, fermées; coupe optique équatoriale des alvéoles montrant une dichotomie évasée, épaisseur $6-7 \mu$.

Figures: 1 et 2 (x 500); 3 à 10 (x 1000); 1, vue méridienne; 2, vue polaire distale; 3-4, exine de la calotte proximale; 3, en surface; 4, en profondeur; 5-6-7-8, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 5, en surface; 8, en coupe optique méridienne; 9-10, zone *germinale* pustulée en L-O analyse; 9, niveau supérieur; 10, niveau inférieur.



Pinus strobus L.

PLANCHE 9

Pinus resinosa Ait.

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Récolté à Duchesnay, Québec par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 30e.

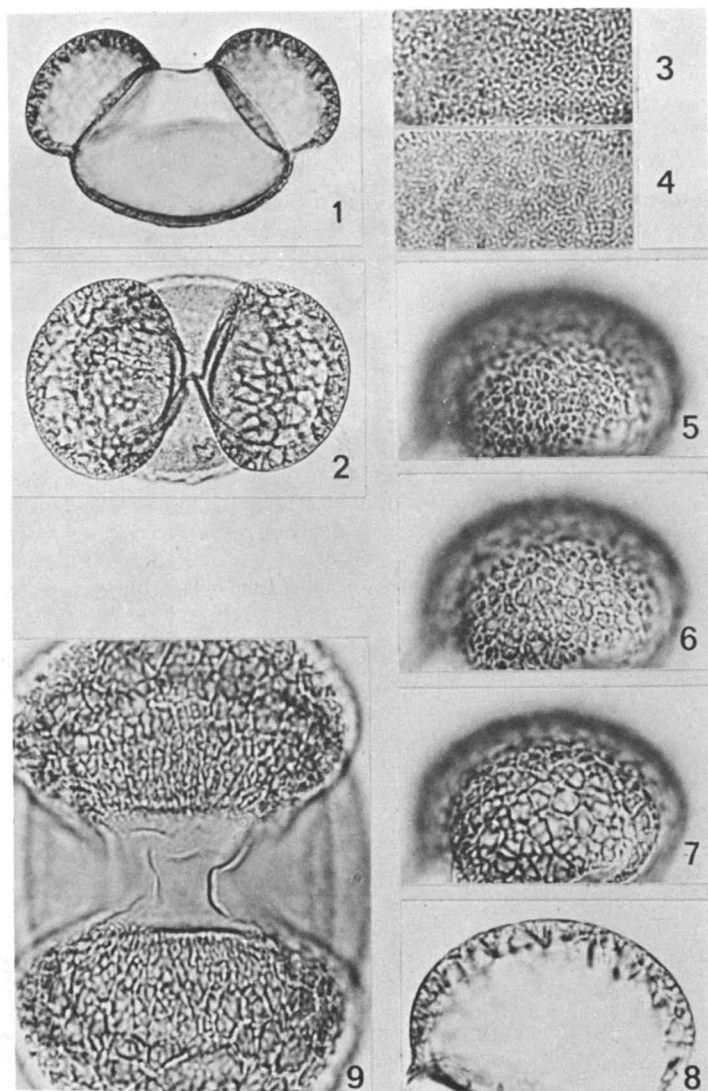
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain elliptique en vue méridienne, plus ou moins circulaire en vue polaire; ballonnets globuleux, détachés du corps du grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $54,0 \pm 2 \mu$ (N = 10).

APERTURES: zone *germinale* distale à exine amincie entre les ballonnets et parfaitement lisse.

EXINE: *corps du grain*: ectexine proximale formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'aspect d'une fine réticulation, épaisseur au pôle proximal 3μ environ, ectexine faiblement épaissie au niveau des ballonnets formant une légère crête entourant la partie proximale du corps du grain; *ballonnets*: alvéoles pyramidales donnant en surface un aspect réticulé, à mailles irrégulières, géométriques, très nettes; coupe optique équatoriale des alvéoles montrant une dichotomie évasée, épaisseur $4-5 \mu$.

Figures : 1 et (x 500); 3 à 9 (x 1000); 1, vue méridienne; 2, vue polaire distale; 3-4, exine de la calotte proximale; 3, en surface; 4, en profondeur; 5-6-7-8, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 5, en surface; 8, en coupe optique méridienne; 9, zone *germinale* distale lisse.



Pinus resinosa Ait.

PLANCHE 10

Pinus rigida Mill.

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Récolté à Saint-Chrysostôme, Québec par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 52 b.

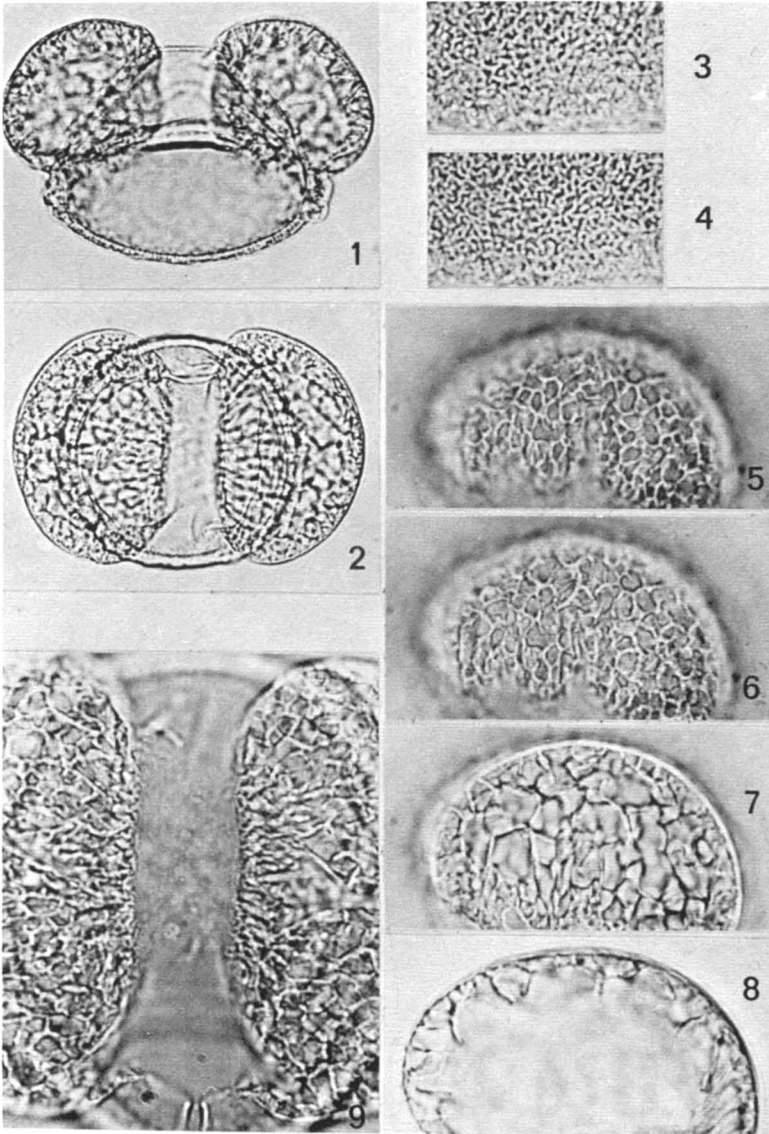
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain elliptique en vue méridienne et plus ou moins circulaire en vue polaire; ballonnets globuleux, plus ou moins détachés du corps du grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $62,0 \pm 3 \mu$ (N = 10).

APERTURES: zone germinale distale à exine amincie entre les ballonnets, très légèrement ornementée.

EXINE : *corps du grain* : ectexine proximale formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'aspect d'une fine réticulation, épaisseur au pôle proximal 2-3 μ environ, ectexine légèrement épaissie au niveau des ballonnets formant une crête peu apparente entourant la partie proximale du corps du grain; *ballonnets* : alvéoles pyramidales donnant en surface un aspect réticulé, à mailles assez régulières, arrondies; coupe optique équatoriale des alvéoles montrant une dichotomie très évasée n'apparaissant pas toujours nettement, épaisseur environ 3-5 μ .

Figures : 1 et 2 (x 500); 3 à 9 (x 1000); 1, vue méridienne; 2, vue polaire proximale; 3-4, exine de la calotte proximale; 3, en surface; 4, en profondeur; 5-6-7-8, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 5, en surface; 8, en coupe optique méridienne; 9, zone germinale distale presque lisse.



Pinus rigida Mill.

PLANCHE 11

Pinus banksiana Lamb.

(Pinaceae, Subfam. Abietineae)

Provenance : Herbar de la Faculté de Foresterie et Géodésie, Univ. Laval, Québec (sans nom de lieu).

Préparations Bélanger n° 58 a, 58 b.

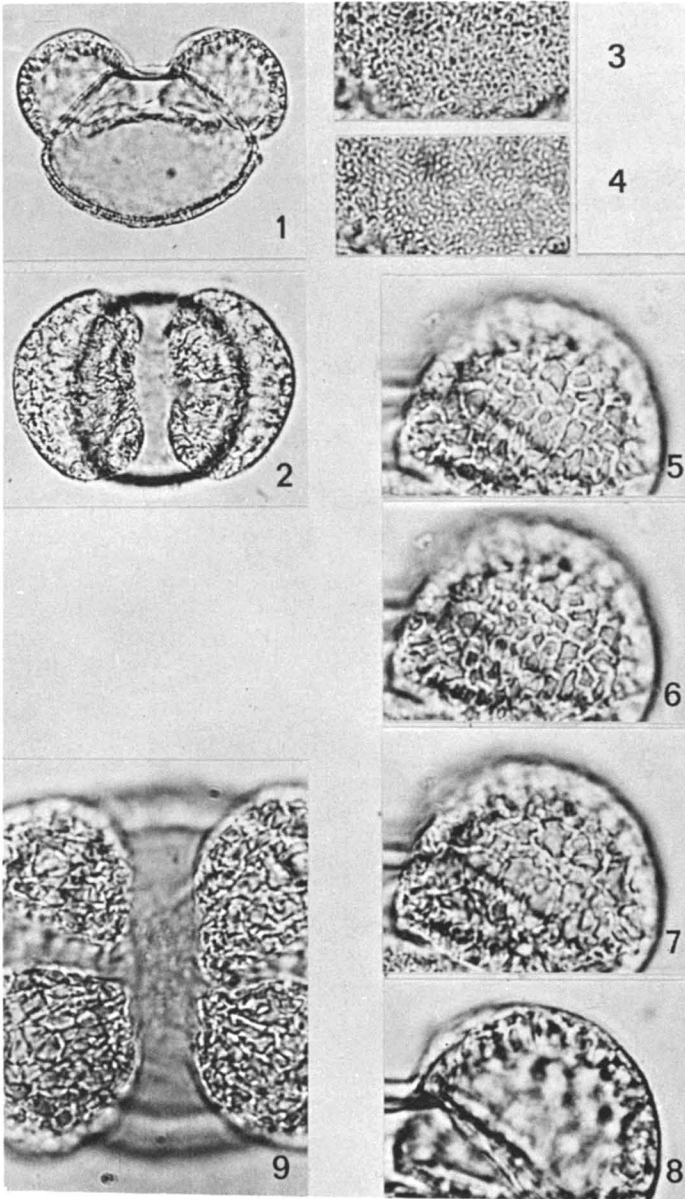
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, vésiculés; corps du grain elliptique en vue méridienne, plus ou moins circulaire en vue polaire; ballonnets globuleux, bien détachés du corps du grain.

DIMENSIONS: grand diamètre du corps: $49,0 \pm 4 \mu$ (N = 10).

APERTURES: zone germinale distale à exine amincie entre les ballonnets, parfaitement lisse.

EXINE: corps du grain: ectexine proximale formant des alvéoles tubulaires donnant en surface l'aspect d'une fine réticulation, épaisseur au pôle proximal $2,3 \mu$ environ, ectexine épaissie au niveau des ballonnets formant une crête nette entourant la partie proximale du corps du grain; ballonnets: alvéoles pyramidales donnant en surface un aspect de réseau très net, à mailles régulières, arrondies; coupe optique équatoriale des alvéoles montrant une dichotomie d'épaisseur $4-5 \mu$.

Figures : 1 et 2 (x 500); 3 à 9 (x 1000); 1, vue méridienne; 2, vue polaire proximale; 3-4, exine de la calotte proximale; 3, en surface; 4, en profondeur; 5-6-7-8, niveaux successifs de mise au point sur les alvéoles des ballonnets; 5, en surface; 8, en coupe optique sub-méridienne; 9, zone germinale distale lisse.



Pinus banksiana Lamb.

PLANCHE 12

Thuja occidentalis L.*(Pinaceae, Subfam. Cupressineae)*

Provenance : probablement Nord-Est des États-Unis d'Amérique.
Préparation Benn. n° 10049, collection de Madame Van Campo.

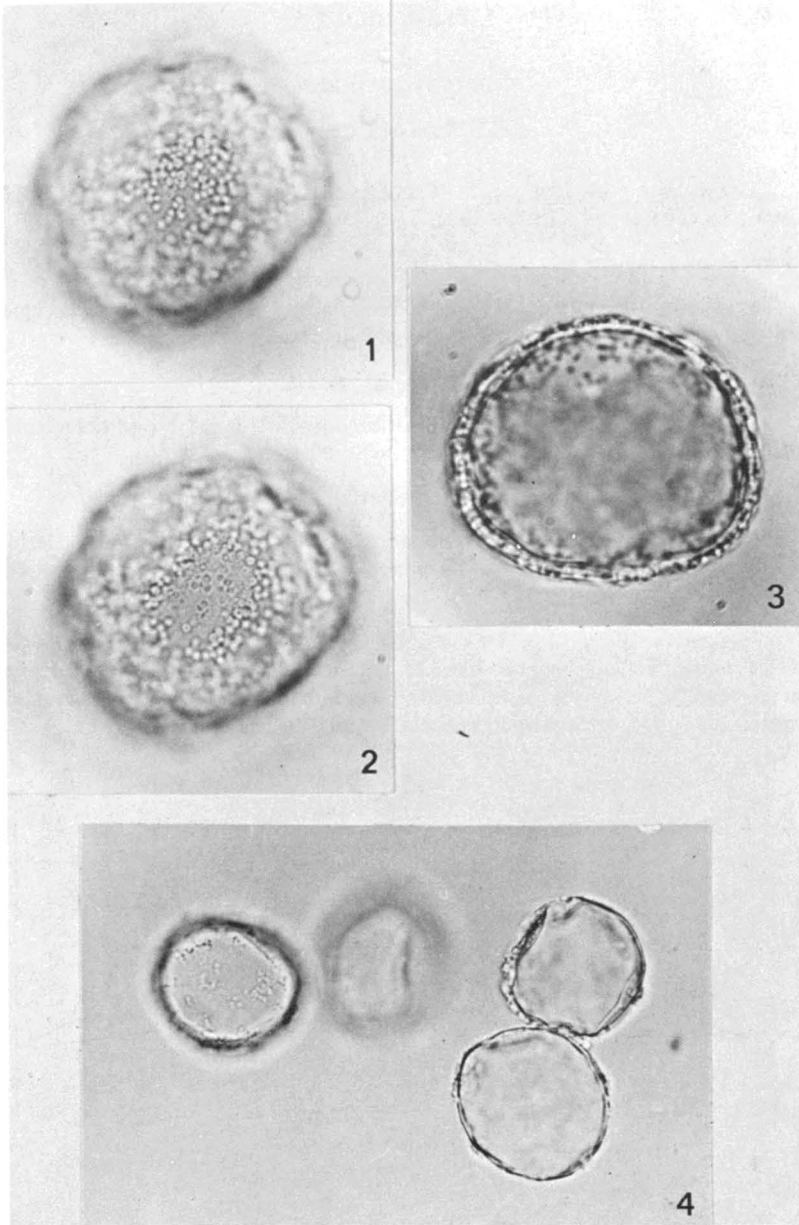
SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, plus ou moins sphériques, inaperturés.

DIMENSIONS: diamètre: $34,1 \pm 1,9 \mu$ (N = 12).

APERTURES: *zone germinale* arrondie (poroïde), à exine peu ornementée, difficilement observable chez les grains acétolysés.

EXINE: finement granuleuse, mince, endexine = ectexine = 1μ ; granulations fugaces.

Figures : 1 à 3 (x 1000); 4 (x 500); 1-2, L-O analyse sur les granulations de l'exine; 3, coupe optique méridienne d'un grain, la zone germinale apparaît à la partie supérieure (zone amincie); 4, vue d'ensemble.



Thuja occidentalis L.

PLANCHE 13

Juniperus communis L.*(Pinaceae, Subfam. Cupressineae)*

Provenance: Herbarium de la Faculté de Foresterie et Géodésie, Univ. Laval, Québec (sans nom de lieu).

Préparation Bélanger n° 54 a.

SYMÉTRIE ET FORME: pollens hétéropolaires, plus ou moins sphériques, souvent éclatés et donnant alors l'aspect d'un pollen monocolé.

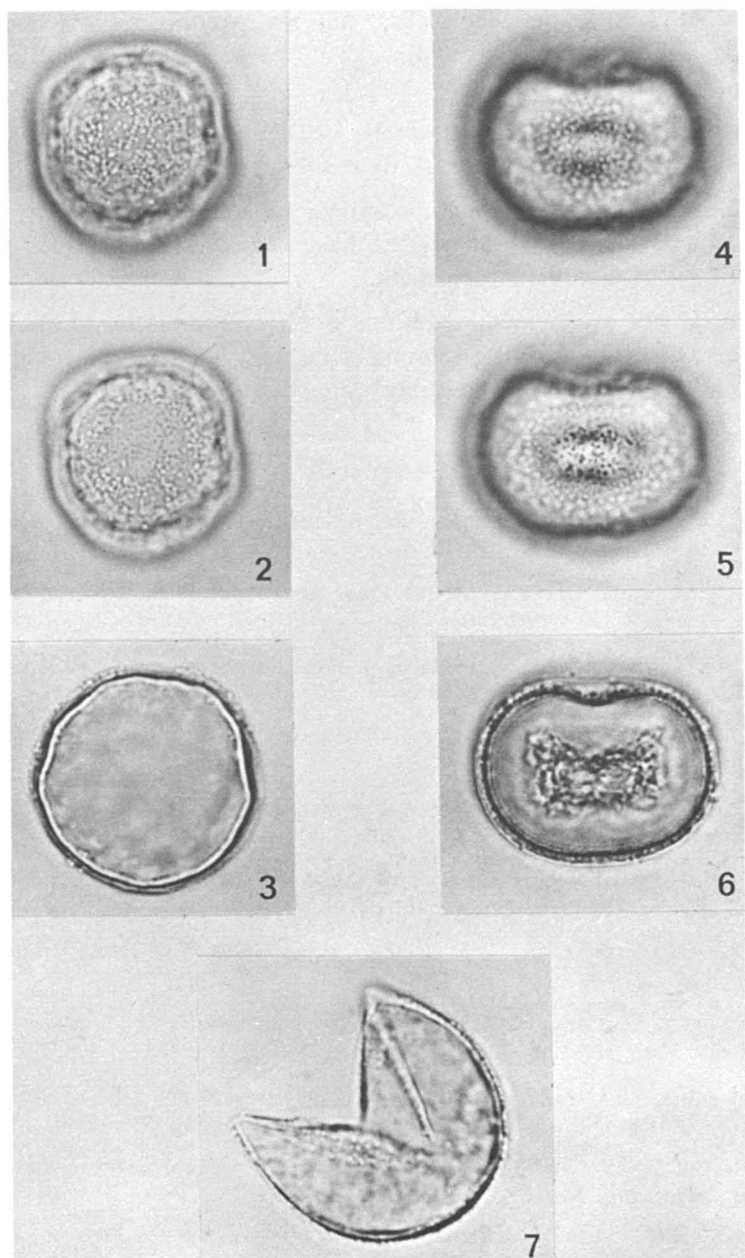
DIMENSIONS: diamètre: $27,3 \pm 2,1 \mu$ (N = 20).

APERTURES: zone germinale arrondie (poroïde), à exine peu ornementée, difficilement observable chez les grains acétolysés.

EXINE: finement verruqueuse, endexine = ectexine = 1μ .

Remarque: du pollen de *Juniperus communis* provenant de l'Herbarium de l'Institut de Botanique de Montpellier (France) a été utilisé pour comparaison.

Figures (x 1000): 1-2, L-O analyse de l'exine; 3, coupe optique; 4-5-6, grains non-acétolysés montés dans la gélatine glycinée; 4-5, L-O analyse de l'exine, la zone germinale apparaît comme une dépression au haut des figures; 6, coupe optique méridienne; 7, grain acétolysé éclaté.



Juniperus communis L.

Remerciements

Ma gratitude va d'abord à Madame M. Van Campo, directrice du Laboratoire de Palynologie de Montpellier, qui n'a pas ménagé ses conseils tout au long de la préparation de cet atlas et qui a mis à ma disposition tout le matériel nécessaire.

Je remercie également Mademoiselle L. Derouet qui a contribué tout particulièrement à ce travail par le tirage de nombreuses photos.

J'apprécie en outre au plus haut point l'influence qu'a eue sur moi toute l'équipe du laboratoire, surtout par les intéressantes discussions des problèmes qui se sont posés à moi journallement.

Enfin, je suis grandement redevable à M. le Professeur M.M. Grandtner de l'Université Laval, qui fut le promoteur de mes débuts en palynologie et qui a chaleureusement encouragé et appuyé la publication de cet atlas.

Références

- AYTUG, B. 1960. Quelques mensurations des pollens de *Pinus silvestris* L. *Pollen Spores*, **2** (2) : 305-309.
- AYTUG, B., 1963. Diagnose des pollens de *Pinus silvestris* et *Pinus uncinata* des Pyrénées. *Pollen Spores*, **4** (2) : 283-296.
- BÉLANGER, M., 1963. Le pollen de quelques essences forestières. Fac. For. et Géod., Univ. Laval. Mémoire de fin d'études, 90 p.
- BEUG, H. J., 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung. Lieferung I. Gustaf Fisher Verlag, Stuttgart, 63 p.
- CAIN, S. A., 1940. The identification of species in fossil pollen of *Pinus* by size-frequency determination. *Am. J. Bot.*, **27** : 301-308.
- CAIN, S. A., 1948. Palynological studies at Sodon Lake. 1. Size-frequency study of spruce pollen. *Science*, **108** : 115-117.
- CAIN, S. A. and L. G. CAIN, 1944. Size-frequency studies of *Pinus palustris* pollen. *Ecology*, **25** : 229-233.
- CAIN, S. A. and L. G. CAIN, 1948. Size-frequency characteristics of *Pinus echinata* pollen. *Bot. Gaz.*, **110** : 325-330.
- CAIN, S. A. and L. G. CAIN, 1948. Palynological studies at Sodon Lake II. Size-frequency studies of pine pollen fossil and modern. *Am. J. Bot.*, **35** : 583-591.
- CAIN, S. A. and L. G. CAIN, 1954. Further studies on size-frequency characteristics of conifer pollen. *Bot. Notes*, **2** : 101.
- ERDTMAN, G., 1943. An introduction to pollen analysis. *Chronica. bot.*, U.S.A., 239 p.
- ERDTMAN, G., 1952. Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms. An introduction to palynology I. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 539 p.
- ERDTMAN, G., 1954. Pollen morphology and plant taxonomy. *Botan. Notiser Lunds Botan. Fören.*, 1954 (2) : 65-81.

- ERDTMAN, G., 1957. Pollen and spore morphology and plant taxonomy. Gymnospermae, Peridophyta, Bryophyta. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 151 p.
- ERDTMAN, G., 1959. Some remarks on pollen and spores illustration. *Pollen Spores*, 1 (1) : 15-18.
- ERDTMAN, G., 1965. Pollen and spore morphology and plant taxonomy. Gymnospermae, Bryophyta (text). Almqvist and Wiksell, Stockholm, 191 p.
- ERDTMAN, G., 1966. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Hafner Publ. Co., New York and London. 553 p., 2ème éd.
- ERDTMAN, G., B. BERGLUND and J. R. PRAGLOWSKI, 1961. An introduction to a Scandinavian pollen flora. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 92 p.
- ERDTMAN, G., J. R. PRAGLOWSKI and S. NILSSON, 1963. An introduction to a Scandinavian pollen flora. II. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 90 p.
- FAEGRI, K. and J. IVERSEN, 1950. Textbook of modern pollen analysis. Ejnar Munksgaard, Copenhagen, 168 p.
- FAEGRI, K. and J. IVERSEN, 1964. Textbook of pollen analysis. Blackwell Scientific Publ., Oxford, 237 p.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's manual of botany. American Book Co., New-York, 8e édition, 1632 p.
- HYDE, H. A. and K. F. ADAMS, 1958. An atlas of airborne pollen grains. Mac Millan and Co., London, 112 p.
- IKUSE, M., 1956. Pollen grains of Japan. Hirokawa Publ. Co., Tokyo, 304 p.
- IVERSEN, J. and J. TROELS-SMITH, 1950. Pollen morfologiske definitioner og typer. *Danm. Geol. Unders.*, sér. 4 ; 3 : 1-54.
- JIMBO, T., 1933. The diagnoses of the pollen of forest trees. I. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, sér. 4 ; 8 : 287-296.
- POKROVSKAIA, I. M., 1950. Analyse pollinique. Traduction. *Annls Servs Inf. géol. Bur. Rech. géol. géophys. min. Fr.*, 24.
- PRAGLOWSKI, J. R., 1962. Notes on the pollen morphology of swedish trees and shrubs. *Grana palynol.*, 3 (2) : 45-65.
- TING, W. S., 1966. Determination of *Pinus* species by pollen statistics. Univ. Californ. Press, Berkeley and Los Angeles, 168 p.
- UENO, J., 1957. Relationships of genus *Tsuga* from pollen morphology. *J. Inst. Polytech., Osaka Cy Univ.*, sér. D, 8 : 191-196.
- UENO, J., 1958. Some palynological observations of *Pinaceae*. *J. Inst. Polytech., Osaka Cy Univ.*, sér. D, 9 : 163-277.
- UENO, J., 1959. Some palynological observations of *Taxaceae*, *Cupressaceae* and *Araucariaceae*. *J. Inst. Polytech., Osaka Cy Univ.*, sér. D, 10 : 75-87.
- UENO, J., 1960. Studies of pollen grains of Gymnospermae. *J. Inst. Polytech., Osaka Cy Univ.*, sér. D, 11 : 109-136.
- VAN CAMPO, M., 1950. Recherches sur la phylogénie des Abiétinées d'après leurs grains de pollen. *Trav. Lab. for. Toulouse*, 2, Sect. 1, vol. 4, art. 1, 184 p.

- VAN CAMPO, M., 1951. Recherches sur la phylogénie des Taxodiacées, d'après leurs grains de pollen. *Trav. Lab. for. Toulouse*, 2, Sect. 1, vol. 4, art. 2, 184 p.
- VAN CAMPO, M., 1953. Recherches sur la phylogénie des Cupressacées d'après leurs grains de pollen. *Trav. Lab. for. Toulouse*, 2, Sect. 1, vol. 4, art. 3, 20 p.
- VAN CAMPO, M., 1957. Palynologie africaine. 1. *Bull. Inst. fr. Afr. noire*, sér. A, **19** (3) : 659-678.
- VAN CAMPO, M., 1959. Présentation de planches de pollen. *Pollen Spores*, **1** (1) : 49-58.
- WILSON, L.R., 1963. A study in variation of *Picea glauca* (Moench) Voss pollen. — *Grana Palynol.*, **4** (3) : 381-387.
- WODEHOUSE, R. P., 1935. Pollen grains. McGraw-Hill, New-York, 574 p., 2^e édition.
- WODEHOUSE, R.P., 1965. Pollen grains. Hafner Publ. Co., New York and London, 574 p.

ÉTUDES SUR LES *SOLIDAGO*. X. LE *SOLIDAGO GIGANTEA* AIT.
DANS L'EST DE L'AMÉRIQUE DU NORD

JEAN R. BEAUDRY

Département des Sciences biologiques, Université de Montréal.

Résumé

Dans l'est de l'Amérique du Nord, le complexe du *Solidago gigantea* est constitué par deux entités sympatriques, l'une ayant des feuilles dont les nervures principales de la face inférieure sont pubescentes et l'autre à nervures glabres. Ces deux entités sont actuellement considérées comme des variétés d'une même espèce et désignées, la première *S. gigantea* Ait. var. *gigantea* et la seconde *S. gigantea* var. *serotina* (Kuntze) Cronq.

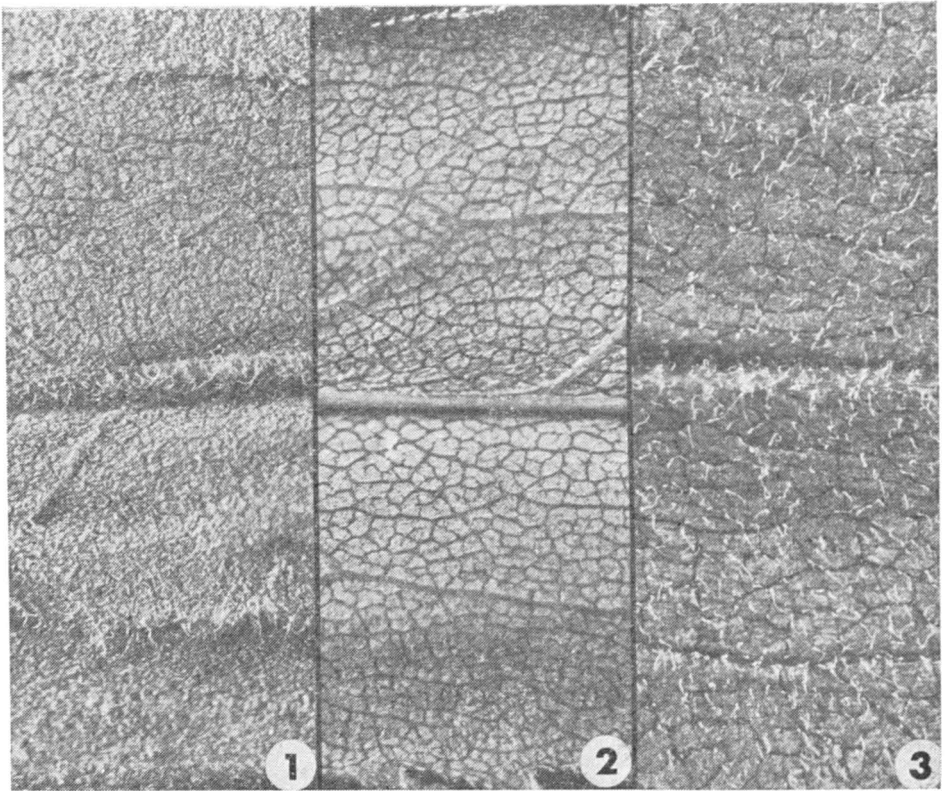
Les données présentées indiquent que ces deux entités sont isolées l'une de l'autre par une barrière cytologique puisqu'elles suggèrent fortement que la première est constituée par des individus diploïdes ($2n=18$) et la seconde par des tétraploïdes ($2n=36$). Il vaut donc mieux considérer ces deux entités comme des espèces distinctes et revenir aux désignations d'Aiton, soit *S. gigantea* pour la première et *S. serotina* pour la seconde. Une forme nouvelle du *S. serotina*, à feuilles uniformément couvertes de poils lâches et distants sur la face inférieure, est décrite et nommée *S. serotina* f. *huntingdonensis* forma nov.

Abstract

In the eastern part of North America, the *Solidago gigantea* complex is made up of two sympatric entities, one having leaves which beneath are pilose on the main veins, and the other with the corresponding veins glabrous. These two entities are actually considered as two varieties of the same species and named, respectively *S. gigantea* Ait. var. *gigantea* and *S. gigantea* var. *serotina* (Kuntze) Cronq. The data presented here indicate that they are isolated one from the other by a cytological barrier since they strongly suggest that the first is made up of diploid individuals ($2n=18$) and the second of tetraploids ($2n=36$). It thus seems preferable to consider these two entities as distinct species and return to the designations of Aiton, i.e. *S. gigantea* for the first, and *S. serotina* for the second. A new form of *S. serotina* with leaves uniformly covered beneath with lax and distant hairs, is described, and named *S. serotina* f. *huntingdonensis* forma nov.

Introduction

Dans l'est de l'Amérique du Nord, il existe deux *Solidago* superficiellement identiques mais quand même faciles à distinguer par un examen de la face inférieure des feuilles. Les auteurs contemporains les considèrent comme deux variétés d'une même espèce, le *S. gigantea*, mais Aiton (1789), qui fut le premier à les décrire, les reconnut comme deux espèces distinctes. L'une de ces plantes est caractérisée par la présence de poils sur les nervures principales de la face inférieure des feuilles, face qui ailleurs que sur ces nervures est très généralement glabre (figure 1) ; l'autre possède des feuilles dont la face inférieure est entièrement glabre, ou porte de rares poils ici et là sur les nervures principales (figure 2).



FIGURES 1 à 3 (5×). Face inférieure d'une feuille de trois *Solidago* montrant les trois nervures majeures, la nervure médiane étant au centre de chaque photographie et courant de gauche à droite. Figure 1. *S. gigantea* (*S. gigantea* var. *gigantea*) dont les nervures sont pubescentes. Figure 2. *S. serotina* (*S. gigantea* var. *serotina*) dont les nervures sont glabres. Figure 3. *S. serotina* f. *huntingdonensis* dont la face inférieure des feuilles, au lieu d'être glabre est uniformément recouverte de poils lâches et distants.

Les désignations utilisées pour ces deux entités par Aiton (Gray, 1882) et les deux principaux manuels récents traitant de la flore de l'est de l'Amérique du Nord sont :

Entité	Hortus Kewensis. (Aiton, 1789)	Gray's Manual of Botany. (Fernald, 1950)	Manual of Vascular Plants (Gleason and Cronquist, 1963)
A nervures pubescentes	<i>S. gigantea</i> Ait.	<i>S. gigantea</i> var. <i>gigantea</i> .	<i>S. gigantea</i> var. <i>gigantea</i> .
A nervures glabres	<i>S. serotina</i> Ait.	<i>S. gigantea</i> var. <i>leio- phylla</i> Fern.	<i>S. gigantea</i> var. <i>serotina</i> (Kuntze) Cronq.

Introduction

Les désignations utilisées ci-après sont celles du manuel de Gleason et Cronquist, parce que ce sont celles qui ont cours à l'heure actuelle. Nous les abrègerons cependant en n'employant que l'épithète variétale.

Dans toute l'aire de distribution du *S. gigantea*, qui s'étend du nord au sud, des provinces maritimes canadiennes jusqu'au Texas, les variétés *gigantea* et *serotina* sont sympatriques : on les trouve côte à côte dans le même lieu. De 1955 à 1965 j'ai examiné plusieurs milliers d'individus de ces deux entités, dans des colonies distribuées de la région du golfe St-Laurent jusqu'au Texas, pour constater que les individus qu'on ne peut sans hésiter attribuer à l'un ou à l'autre des deux phénotypes décrits plus haut, sont très rares.

Tôt, au cours de mes observations, j'ai établi l'existence de deux nombres chromosomiques, l'un diploïde ($2n=18$) et l'autre tétraploïde ($2n=36$), à l'intérieur de ce complexe. À partir d'individus des deux variétés, plantés côte à côte en jardin, j'obtins d'abord des indices que ces nombres existaient tous deux à l'intérieur de chacune des deux variétés (Beaudry et Chabot, 1959; Beaudry, 1963). J'ai cependant finalement constaté que ces indices étaient trompeurs et que j'avais été induit en erreur par le pouvoir de croissance surprenant des rhizomes de ces plantes. Dans mon jardin expérimental, des individus des deux variétés étaient à certains endroits rapprochés les uns des autres, étant soit sur le même rang et à trois pieds de distance, ou sur des rangs voisins séparés par quatre pieds de distance. Afin d'empêcher que les rhizomes d'un individu atteignent un voisin, des sarclages profonds étaient régulièrement pratiqués, au moyen d'un sarclleur de type « rototiller » entre les rangs et à la houe à main sur les rangs. Malgré ces précautions, j'ai éventuellement constaté que des rhizomes d'un individu pouvaient parfois atteindre l'emplacement d'un voisin, sur le même rang ou même sur un rang voisin, mêler ses tiges aériennes à celles de ce dernier et être cause de méprises au moment des déterminations

TABLEAU I

Numéro de récolte, lieu d'origine, phénotype et nombre chromosomique somatique (2n) de spécimens d'individus appartenant au complexe du *Solidago gigantea*.

Numéro de récolte	Lieu d'origine	Phénotype	Nombre 2 n
55-219	Lachute (Argenteuil) Québec	Nervures principales de la face inférieure des feuilles pubescentes (phénotype GIGANTEA).	
56-299-1	Farnham (Brome) Québec	"	18
56-299-2	"	"	"
56-299-3	"	"	"
56-303-1	"	"	"
56-303-2	"	"	"
57-21-1	Mendon, Mass.	"	"
57-21-2	"	"	"
57-21-3	"	"	"
57-591	Orange Grove, Miss.	"	"
AA 62-31	Pointe-du-Lac (St-Maurice) Québec	"	"
AA 62-36	"	"	"
62-204	Prescott, Ont.	"	"
62-206	"	"	"
62-208	"	"	"
62-228	Mallory Town Landing, Ont.	"	"
63-111	Baldwin Mills (Stanstead) Québec	"	"
63-112	"	"	"
63-134	Saint-Malo (Compton) Québec	"	"
63-135	"	"	"
55-212	Montréal, Québec	Nervures principales de la face inférieure des feuilles glabres (phénotype SEROTINA)	36
55-226	Oka (Deux-Montagnes) Québec	"	"
56-278-1	Saint-Hubert (Chambly) Québec	"	"
56-278-2	"	"	"
59-255-2	Strasbourg, France	"	"
59-255-3	"	"	"
61-299	Warsaw, Ky.	"	"
61-334	Waveland, Ind.	"	"
61-334-1	"	"	"

d'identité. L'échantillonnage des deux populations concernées et les déterminations de nombres chromosomiques présentés plus loin indiquent, une fois ces erreurs corrigées, que le nombre diploïde est associé à l'entité à nervures pubescentes et le nombre tétraploïde à l'entité à nervures glabres.

Matériaux et méthodes

Les plantes utilisées proviennent du Québec, de l'Ontario, de plusieurs états des États-Unis ou d'Europe. Elles sont énumérées dans le tableau I, où on indique leur origine géographique. Après le prélèvement des méristèmes radiculaires qui ont servi à déterminer les nombres chromosomiques, en suivant les techniques déjà décrites par Beaudry et Chabot (1959), ces plantes ont été plantées dans un jardin expérimental où elles ont été observées durant les années subséquentes. Des spécimens d'herbier ont été préparés à partir de toutes ces plantes et sont conservés à l'Herbier Marie-Victorin de l'Université de Montréal (MT). Sur certaines d'entre elles, des spécimens d'herbier ont été prélevés au cours de deux ou trois saisons différentes. Le phénotype a été déterminé sur les plantes vivantes et ensuite vérifié sur les spécimens d'herbier.

Analyse des données

Si on exclut les individus 63-57 et 63-60, présentés à la fin du tableau I, l'échantillon groupé dans ce tableau indique que dans l'est de l'Amérique du Nord : (1) le complexe du *S. gigantea* est constituée par deux phénotypes et deux cytodèmes : (2) le phénotype GIGANTEA, est associé au nombre chromosomique diploïde et le phénotype SEROTINA au tétraploïde.

Pour couvrir une aire de distribution aussi vaste, il est évident que cet échantillon n'est pas des plus satisfaisants, n'étant constitué pour le phénotype GIGANTEA que par 21 individus et pour le phénotype SEROTINA que par 40 individus. De plus, si le Québec est représenté par plusieurs localités, l'Ontario ne l'est que par trois et les États-Unis que par quatre. Mais il ne faut par ailleurs pas minimiser la valeur de l'échantillon : l'association, *sans exception*, du phénotype GIGANTEA au nombre diploïde et du phénotype SEROTINA au nombre tétraploïde, dans vingt-et-une localités différentes ne peut être considéré que comme un indice convaincant de la réalité de cette association.

Les deux plantes 63-57 et 63-60, dont les feuilles ont une face inférieure uniformément couverte de poils (figure 3) sont nettement distinctes de toutes les autres, quant à ce caractère. Les poils situés sur les nervures ne sont pas courts, recourbés et à pointe orientée dans la même direction, comme ceux qu'on rencontre sur les nervures de la variété *gigantea*, mais nettement plus longs et lâches comme ceux qui sont distribués dans les espaces compris entre les nervures principales (comparer les figures 1 et 3). Il semble donc que la pubescence de ce phénotype est tout à fait distincte de celle du phénotype GIGANTEA et n'est pas constituée par l'addition de poils, entre les nervures, à ceux qui occupent ces dernières dans le phénotype GIGANTEA.

TABLEAU I (suite)

Numéro de récolte, lieu d'origine, phénotype et nombre chromosomique somatique (2n) de spécimens d'individus appartenant au complexe du *Solidago gigantea*.

	Lieu d'origine	Phénotype	Nombre 2 n
AA 62-2	Montréal, Québec	Phénotype serotina	36
AA 62-3	"	"	"
AA 62-4	"	"	"
AA 62-6	"	"	"
AA 62-8	"	"	"
AA 62-9	"	"	"
AA 62-11	"	"	"
AA 62-12	"	"	"
AA 62-13	"	"	"
AA 62-15	"	"	"
AA 62-16	Saint-Augustin (Portneuf) Québec	"	"
AA 62-17	"	"	"
AA 62-18	"	"	"
AA 62-19	"	"	"
AA 62-20	"	"	"
AA 62-21	Sainte-Anne-de-la-Pérade (Champ'ain) Québec	"	"
AA 62-22	"	"	"
AA 62-23	"	"	"
AA 62-25	"	"	"
AA 62-27	"	"	"
AA 62-34	Point-du-Lac (St-Maurice) Québec	"	"
AA 62-35	"	"	"
62-152	Cornwall, Ont.	"	"
62-153	"	"	"
62-155	"	"	"
63-56	Franklin Center (Huntingdon) Québec	"	"
63-59	"	"	"
63-109	Fitch Bay (Stanstead) Québec	"	"
63-110	"	"	"
63-113	Baldwin Mills (Stanstead) Québec	"	"
63-114	"	"	"
63-57	Franklin Center (Huntingdon) Québec	Face inférieure des des feuilles unifor- mément recouverte de poils lâches et distants.	"
		"	"
63-60		"	"

De plus, il importe de signaler que comme les phénotypes GIGANTEA et SEROTINA, ce dernier phénotype est stable puisqu'il fût reproduit fidèlement sur les tiges que produisirent les plantes 63-57 et 63-60 dans les années qui suivirent la transplantation de ces plantes en jardin expérimental.

Enfin, il faut aussi noter que ce phénotype est rarissime puisque je ne l'ai jamais rencontré ailleurs qu'à Franklin Center ; que ces deux plantes tétraploïdes faisaient partie d'une colonie d'individus aussi tétraploïdes et à phénotype SEROTINA (représentés dans le tableau I par les individus 63-56 et 63-59) et dans laquelle je n'ai pas observé d'individus à phénotype GIGANTEA.

Discussion et conclusions

On sait depuis longtemps, que le complexe du *S. gigantea* est constitué, dans l'est de l'Amérique du Nord, par deux groupes morphologiques. Des observations prolongées ont montré que ces deux groupes morphologiques, aussi sympatriques qu'il soit possible de l'être, maintiennent leur intégrité puisque la très grande majorité des membres de ce complexe peuvent être facilement attribués à l'un ou à l'autre des deux groupes.

Les données du tableau I montrent que ce complexe est aussi divisé en deux cytodèmes et indiquent de façon assez convaincante que le cytodème diploïde est associé à la variété *gigantea* et le tétraploïde à la variété *serotina*. Il semble donc que l'intégrité des deux groupes morphologiques est maintenue par une barrière cytologique.

Parce que ces deux groupes sont caractérisés par des phénotypes distincts et isolés par une barrière qui les empêche d'échanger librement des gamètes, il vaut mieux les considérer comme deux espèces plutôt que des variétés d'une même espèce et retourner aux désignations d'Aiton, c'est-à-dire à *S. gigantea* et à *S. serotina*.

Quant aux individus qui possèdent des feuilles dont la face inférieure est uniformément recouverte de pubescence, ils sont apparemment des mutants, et des mutants dérivés du *S. serotina* plutôt que du *S. gigantea*. En effet, ils possèdent un phénotype distinct des deux phénotypes principaux, sont rarissimes, tétraploïdes et ont été trouvés dans une colonie de *S. serotina*. Je les considère donc comme une forme taxonomique du *S. serotina* et propose de les désigner : *S. serotina* Ait. f. **huntingdonensis** forma nov. *Differt a forma serotina facie inferiore foliorum quae non modo est non omnino glabra aut conspersa passim paucis pilis in primis nervis, sed aequaliter cooperta pilis laxis et distantibus.* *Typus* : sur le bord du ruisseau, Franklin Center, comté de Huntingdon,

P. Qué., J. R. Beaudry, no. 63-57, 10 août 1963 ; type dans l'herbier Marie-Victorin de l'Université de Montréal (MT). Diffère de la forme *serotina* par la face inférieure de ses feuilles, qui au lieu d'être complètement glabre ou parsemée ici et là de quelques poils sur les nervures principales, est uniformément recouverte de poils lâches et distants.

Remerciements

J'adresse mes remerciements à Soeur Antoinette-Alma s.n.j.m. qui a récolté les plantes dont le numéro de récolte est précédé par le sigle AA ; à la direction et aux membres du personnel du Jardin Botanique de Montréal qui m'ont aidé de diverses façons à cultiver les plantes qui ont servi à cette étude ; à monsieur Louis Pontecaille pour son assistance technique si précieuse et au Conseil National des Recherches du Canada pour son assistance financière.

Références

- AITON, W., 1789. *Hortus Kewensis*. Vol. III, G. Nicol, Londres.
- BEAUDRY, J. R., 1963. Studies on *Solidago* L. VI. Additional chromosome numbers of taxa of the genus *Solidago*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **5**: 150-174.
- BEAUDRY, J. R. and D. L. Chabot, 1959. Studies on *Solidago* L. IV. The chromosome numbers of certain taxa of the genus *Solidago*. *Can. J. Bot.*, **37**: 209-228.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's manual of botany. 8th ed. American Book Co. New York.
- GLEASON, H. A. and A. Cronquist, 1963. Manual of vascular plants of northeastern United States and adjacent Canada. Van Nostrand Co. Inc. Toronto.
- GRAY, A., 1882. Contributions to North American botany. I. Studies of *Aster* and *Solidago* in the older herbaria. *Proc. Am. Acad. Arts Sci.*, N.S. **17**: 163-199.

RELEVÉ DE MICROORGANISMES DANS LE BOIS DE QUELQUES ARBRES FEUILLUS PORTEURS DE DÉFAUTS SUR LE TRONC¹

JEAN-GUY DAVIDSON

et

MARCEL LORTIE

Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec.

Résumé

Un total de 1352 prélèvements effectués dans le bois normal (non-coloré), coloré et carié, sous divers défauts trouvés sur 20 érables à sucre (*Acer saccharum* Marsh.), 8 bouleaux jaunes (*Betula alleghaniensis* Britt.) et 2 hêtres (*Fagus grandifolia* Ehrh.) ont donné 1262 cultures de divers microorganismes.

Le bois non-coloré situé à quelques pouces des zones colorées avec ou sans carie n'est pas stérile. Dans l'ensemble, la fréquence d'isolation de colonies bactériennes augmente à partir du bois non-coloré jusqu'au bois carié. Parmi les champignons imparfaits, on note la présence d'espèces de *Phialophora* isolées plus fréquemment dans le bois près des gélivures et de *Tricholadium canadense* Hughes dans le bois sous les noeuds et les branches cassées. Plusieurs non-hyménomycètes accompagnent des champignons de carie, ce qui donne du poids à la théorie de la succession des microorganismes dans le processus de carie du bois des feuillus nordiques.

Abstract

A total of 1352 isolations for microorganisms were made from normal (non-discolored), discolored and decayed tissues, under different external signs or defects found on 20 sugar maples (*Acer saccharum* Marsh.), 8 yellow birches (*Betula alleghaniensis* Britt.) and 2 american beeches (*Fagus grandifolia* Ehrh.) yielded 1262 cultures of microorganisms.

The non-discolored wood, immediately surrounding the discolored zones with or without decay, was not sterile. The frequency of isolations of bacterial colonies increased from the non-discolored wood until the decayed wood. Among the imperfect fungi, *Phialophora* species were frequently isolated particularly in the tissues near frost cracks; *Trichocladium canadense* Hughes was mostly found in the tissues under blind knots and broken branches. Several non-hymenomycetes were associated with some hymenomycetes, which gives some weight to the theory of a succession of microorganisms in the process of tissue decay in northern hardwoods.

1. Ce travail a été effectué grâce à une subvention du Conseil National des Recherches.

Introduction

Selon la théorie classique, le processus de carie implique qu'une blessure est suivie de la pénétration d'un champignon hyménomycète dit « de carie » et du développement de la carie. Toutefois, des observations récentes suggèrent que chez les arbres feuillus nordiques cette théorie a besoin d'être élargie. À la suite d'une blessure, il y aurait réaction de l'hôte par une coloration des tissus ligneux, suivie d'une colonisation du bois par des bactéries et des champignons non-hyménomycètes qui favoriseraient le développement éventuel de champignons hyménomycètes (Shigo, 1967).

Dans de nombreux travaux sur la carie des essences feuillues, on s'est surtout préoccupé des champignons dit « de carie » (Pomerleau, 1944 ; Nordin, 1954 ; Basham et Morawski, 1964). En même temps, certains auteurs ont trouvé des microorganismes (bactéries et champignons non-hyménomycètes) dans le bois coloré (Fritz et Clara, 1931 ; Campbell et Davidson, 1941 ; Lorenz, 1944 ; Chattaway, 1952 ; Good, *et al.* 1955). La possibilité d'une relation entre ces deux phénomènes et les deux sortes de microorganismes fut alors avancée et discutée par Shigo (1963, 1965a et b, 1966) et Basham et Taylor (1965). En vue d'obtenir plus d'informations sur le sujet, quelques chercheurs ont entrepris d'isoler les microorganismes présents dans le bois des arbres feuillus. Good et Nelson (1962) ont étudié les microorganismes présents dans le bois de peuplier (*Populus*) et Shigo (1963, 1966) dans le bois de l'érable rouge (*Acer rubrum* L.), de diverses espèces de bouleaux et du hêtre (*Fagus grandifolia* Ehrh.). Lavallée (1969) a poursuivi un travail identique dans le sud et l'ouest du Québec sur l'érable à sucre (*A. saccharum* Marsh.) et le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.)

Dans un peuplement situé à la limite nordique de la distribution des essences feuillues, nous avons effectué un travail analogue chez des érables à sucre, des bouleaux jaunes et des hêtres. Nous avons voulu connaître la microflore qu'on retrouve dans le bois carié, coloré et non-coloré en vue de comparer sa composition avec les observations déjà effectuées. De plus, nous avons voulu savoir si cette microflore variait avec les sortes de blessures trouvées sur les arbres.

Méthodes de travail

Ce travail a été effectué à partir de défauts qui ont fait l'objet d'une étude minutieuse (Davidson et Lortie, 1969). Trente arbres (20 érables à sucre, 8 bouleaux jaunes et 2 hêtres) porteurs d'environ dix défauts chacun ont été abattus et disséqués à la forêt expérimentale de Duchesnay.

Chaque défaut fut alors ouvert, à la scie mécanique, dans le sens de la longueur. Sur une des faces, nous avons mesuré le niveau d'acidité du bois

carié, coloré et normal, à deux ou trois endroits, grâce à l'indicateur de pH Truog (Hartley *et al.*, 1961). Par la suite, les deux parties du tronc furent replacées ensemble et transportées dans une salle pour effectuer des mises en culture au cours des jours suivants. Les blocs de bois ainsi transportés étaient d'environ 15 pouces de longueur. Ils furent gardés dans des sacs de polyéthylène jusqu'au moment de la mise en culture quelques jours plus tard.

Quatre particules de bois furent prélevées dans chaque pièce de bois sous-jacente à un défaut externe et chaque particule fut mise en culture. Une première fut prélevée dans le bois normal (non-coloré) à environ 1, 2 ou 3 pouces de la zone colorée selon l'espace disponible de bois normal. Un deuxième et un troisième prélèvements furent effectués à la marge et au centre de la colonne de coloration et/ou de carie. La dernière particule était généralement obtenue dans les tissus ligneux situés immédiatement sous le défaut. À l'endroit où devait s'effectuer chaque prélèvement, on enlevait d'abord une couche de bois à l'aide d'un couteau passé à l'alcool méthylique absolu, flambé et chauffé par la suite. Un petit morceau de bois était ensuite extrait avec un scalpel traité de la même façon que le couteau. La particule était ensuite placée sur extrait de malt gélosé (2 pourcent) pour les premiers 927 prélèvements et sur extrait de malt gélosé avec extrait de levure (0.5 pourcent) pour les 425 suivants. Les cultures furent gardées à la température de la pièce pendant 2 ou 3 mois et firent l'objet d'examen répétés en vue d'arriver à l'identification des microorganismes.

Nous avons effectué cette identification en nous rapportant à de nombreux travaux mycologiques dont ceux de Nobles (1948), Barnett (1960), Shigo (1965, b) et Wang (1965). Plusieurs de ces cultures ont été soumises à l'attention de M. Shigo et de Mlle Wang. Des cultures typiques sont maintenant conservées au laboratoire de pathologie forestière de la Faculté de Foresterie et de Géodésie de l'Université Laval.

Résultats

Au cours de cette étude, un total de 1352 prélèvements furent effectués à partir d'échantillons de bois dans les régions sous-jacentes aux défauts étudiés. Après incubation et séparation de cultures mixtes, nous avons obtenu 1262 cultures de divers microorganismes ; 416 prélèvements demeurèrent stériles.

La mesure du pH du bois ne varie pas chez les essences étudiées mais varie avec la qualité du bois. Ainsi le pH du bois normal (non-coloré) varie d'une valeur de 5.5 à 6.5 pH, celui du bois coloré de 6.5 à 8.5 pH et celui du bois carié des stades initial et intermédiaire de 7 à 8.5 pH et du stade avancé de 4.5 à 5.5 pH.

Dans le bois non-coloré, 36 pourcent des prélèvements ont donné lieu à un champignon imparfait, alors que près de 47 pourcent des prélèvements sont demeurés stériles (tableau 1). On a aussi observé des bactéries et des basidiomycètes. Notons en passant le haut pourcentage des mises en culture qui ont donné des bactéries chez le hêtre (40 pourcent). Les champignons les plus fréquemment isolés furent quelques espèces de *Fusarium* et de *Verticillium* chez l'éradle à sucre. La haute fréquence de *Trichoderma viride* (Pers.) et d'espèces de *Penicillium* doit être attribuée à des contaminations. Le champignon

TABLEAU I

Distribution des microorganismes selon la qualité du bois et les essences étudiées

MICROORGANISMES	FREQUENCE SELON LA QUALITE DU BOIS												FREQUENCE SELON LES ESSENCES ETUDIEES											
	NON-COLORE				COLORE				CARIE				ERABLE A SUCRE		DOULEAU JAUNE		HETRE							
	ERS		Boj		He		Tot		ERS		Boj		He		Tot		Arbres		Cultures		Arbres		Cultures	
	20	1110	8	449	2	119																		
NOMBRE D'ISOLATIONS																								
Schizomycètes (Total)	21	10	10	41	108	20	13	141	99	27	10	136	318	20	228	8	57	2	33					
Bactéries	18	3	10	37	87	19	12	118	84	25	10	119	274	20	189	8	53	2	32					
Actinomycètes	3	1	4	21	1	1	23	15	2			17	44	13	39	3	4	1	1					
Champignons imparfaits (Tot.)	91	46	7	144	275	108	25	408	130	77	27	234	786	20	496	8	231	2	59					
Trichocladium canadense					55	26	7	88	9	3	2	14	102	14	64	8	29	2	9					
Phialophora	4	1	1	6	41	10	4	55	21	15	9	45	106	18	66	8	26	2	14					
Verticillium	10			10	23	2		25	10	1	11	46	11	43	2	3	0	0	0					
Fusarium	16			16	25	5	1	31	7	1	1	8	55	13	48	4	6	1	1	1				
Libertella		1		1	7	6		13	3	3	1	7	21	6	10	2	10	1	1	1				
Alternaria		1		2	7		2	9				11	4	8	1	1	1	1	2	2				
Graphium				1	1			2	1	5	3	3	11	12	4	6	3	3	1	3				
Cladosporium		1		1	1		4	4				5	1	1	2	4	0	0	0	0				
Cephalosporium					3		1	2	1	1		2	4	1	2	2	0	0	0	0				
Nodulisporium					3			3	2			5	3	2	5	0	0	0	0	0				
Epicoconium	2	2		4	3			3	2			2	9	5	7	1	2	0	0	0				
Phanerochaete	1			1	2		1	3			1	1	5	3	3	0	0	2	2	2				
Phoma		1		1	1	3		3				4	0	0	4	0	4	0	0	0				
Stachybotrys					1			1	3			3	4	2	4	0	4	0	0	0				
Arthrobotrys												1	1	0	0	0	0	1	1	1				
Trichothecium	2	1		3								3	2	2	1	1	0	0	0	0				
Canthia		1		1								1	0	0	1	1	1	0	0	0				
Geotrichum								1				1	1	1	1	0	0	0	0	0				
Fusidium								1				1	1	1	1	0	0	0	0	0				
Papularia					1			1				1	1	1	1	0	0	0	0	0				
Trichoderma viride	7	21	2	30	41	34	1	76	34	36	70	176	17	82	91	1	3	3						
Penicillium thomii	6	4	2	12	8	5	1	14	3	5	2	10	36	11	17	6	14	1	5					
Penicillium	24	7	1	32	31	7	5	43	17	4	5	26	101	18	72	6	18	2	11					
Aspergillus niger	1			1	1			1				1	1	1	1	1	1	0	0	0				
Aspergillus					4	1	1	6	1	3		4	10	5	5	4	4	1	1	3				
Imparfait non-identifiés	6	4		10	12	1	1	14	4	1	2	7	31	13	22	4	6	2	1	1				
Hyphomycètes	10	2	1	13	9	2	1	12	6	1	1	8	33	12	25	3	5	1	3	3				
Basidiomycètes (Total)	13	5	4	22	39	6	3	48	27	16	4	47	117	17	79	7	27	2	11	11				
Corticium vellereum	4			4	19		1	20	10		1	11	35	10	33	0	0	2	2	2				
Pholiota aurivella	1			1	8	4	1	13	1	6	7	21	5	10	5	10	1	1	1	3				
Fomes igniarius					1		1	2	3		2	5	7	4	4	0	0	2	3	3				
Polyporus glomeratus	1	2	3	5	1			1				6	1	1	2	2	1	1	3	3				
Polyporus albellus					1			1				1	1	1	1	0	0	0	0	0				
Pholiota spectabilis		1		1	1			1	1	1	1	3	5	1	2	1	2	1	1	1				
Schizophyllum commune					1			1	4			4	5	3	5	0	0	0	0	0				
Coniophora puteana	2		1	3	1			1	1	1	1	4	3	3	3	0	0	1	1	1				
Fomes fomentarius									2	2		2	1	0	0	2	2	0	0	0				
Fomes connatus									2	2		2	2	2	2	0	0	0	0	0				
Poria obliqua									2	2		2	2	0	1	2	0	0	0	0				
Corticium laeve	1		1					1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0				
Lenzites betulina								1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0				
Lenzites saepiaria								1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0				
Polyporus umbellatus								1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0				
Merulius tremelloides								1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0				
Lenzites tigrinus								1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0				
Oporinus micaceus								1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0				
Basidiomycètes non-ident.	4	2		6	7	2		9	2	2	4	19	8	13	4	6	0	0	0	0				
Ascomycètes (Total)	2	0	0	2	8	2	2	12	7	2	6	15	39	9	17	3	4	2	8	8				
Ascochyta sarcoides					3	1		4	2	2		4	8	3	5	2	3	0	1	1				
Nectria	1			1	5	1	1	7	1			8	4	6	1	1	1	1	1	1				
Ustilina vulgaris					1	1		2	1	3	6	9	10	1	3	0	0	2	7	7				
Levures	1			1				1			2	3	2	3	0	0	0	0	0	0				
Phycomycètes (Total)	2	0	0	2	3	0	0	5	5	1	1	7	12	6	10	1	1	1	1	1				
Mucor	1			1	1			2	4	1	1	5	7	3	4	0	0	1	1	1				
Phycomycètes non-ident.	1			1	2			3	1	1	2	5	3	4	1	1	1	0	0	0				
Tubes stériles	119	62	4	185	129	48	3	180	32	19	0	51	416	20	280	8	129	2	7	7				

Trichocladium canadense Hughes qu'on trouvera dans le bois coloré et/ou carié n'a pas été isolé une seule fois dans le bois normal (non-coloré).

Dans le bois coloré, les cultures ont rendu de nombreux microorganismes (tableau 1). Chez l'érable à sucre, 49 pourcent des 562 mises en culture ont donné des champignons imparfaits, 19 pourcent des schizomycètes et 23 pourcent sont demeurées stériles. Les 184 prélèvements dans le bois du bouleau jaune ont donné 59 pourcent de champignons imparfaits, 11 pourcent de schizomycètes et 26 pourcent sont demeurées stériles. Il faut également noter ici la haute proportion de bactéries chez le hêtre. Enfin, on observe plusieurs cultures de basidiomycètes. A l'exception des champignons considérés comme des contaminations, certains microorganismes apparaissent dans le bois coloré plus fréquemment que d'autres. Globalement, les bactéries constituent un groupe abondant. Les champignons *T. canadense* et quelques espèces de *Phialophora* sont nombreux dans les trois espèces d'arbres étudiés. Chez l'érable à sucre, on note une fréquence assez élevée de quelques espèces de *Fusarium* et de *Verticillium*, d'actinomycètes et de *Corticium vellereum* Ellis et Cragin.

La microflore est aussi abondante que variée dans le bois carié. Chez l'érable à sucre et le bouleau jaune, la fréquence d'isolation des champignons imparfaits demeure la plus haute (43 pourcent des 300 et 54 pourcent des 142 mises en culture respectivement). Les schizomycètes continuent d'être abondants (33 pourcent des mises en culture de l'érable à sucre et 19 pourcent pour le bouleau jaune). La fréquence des basidiomycètes augmente comparativement aux cultures du bois coloré ; elle atteint 9 pourcent pour l'érable et 11 pourcent pour le bouleau. Respectivement 11 et 13 pourcent des prélèvements sont demeurés stériles.

Certains microorganismes furent observés dans un grand nombre d'arbres (tableau 1). Ainsi, nous avons isolé des bactéries dans chacun des arbres étudiés. Des champignons imparfaits du genre *Phialophora* et *Trichocladium canadense* ont été obtenus respectivement dans 28 et 24 arbres sur les 30 étudiés. Chez l'érable à sucre, certains microorganismes comme des *Fusarium*, des *Verticillium* et des actinomycètes ont été isolés dans plus de 50 pourcent des arbres étudiés. Quoique moins fréquent, le genre *Libertella* présente quelque intérêt. Parmi les basidiomycètes, le *Corticium vellereum* prévaut chez l'érable à sucre et le hêtre et le *Pholiota aurivella* (Batsch ex. Fr.) Kummer chez le bouleau jaune.

La distribution de ces microorganismes est souvent associée à des défauts particuliers. Ainsi, les *Phialophora* se retrouvent surtout dans le bois coloré et carié autour des branches cassées et des gélivures. Le *T. canadense* a été trouvé plus fréquemment dans le bois coloré autour des branches cassées et des noeuds. Le *Corticium vellereum* s'est révélé abondant surtout dans le bois coloré et carié autour des noeuds de l'érable à sucre.

Discussion

Dans le bois normal (non-coloré), les isolations nombreuses de bactéries correspondent aux observations de Shigo (1963) et de Lavallée (1969) alors que Basham et Taylor (1965) affirment que le bois normal est pratiquement stérile. Rappelons ici que les observations de Basham et Taylor (1965) portent sur du bois sain alors que nos travaux ont porté sur du bois non-coloré situé à quelques pouces à peine de zones colorées. C'est donc dire que l'opinion de Basham et Taylor (1965) à savoir que « le bois non-coloré est pratiquement stérile » peut prévaloir normalement dans un arbre exempt de défauts majeurs. Mais dans le bois non-coloré, situé à quelques pouces de zones colorées et/ou cariées, on ne saurait parler de conditions stériles comparables à celles qui existent dans un arbre sans défaut et sans zone de coloration. Ceci est d'autant plus vrai que les défauts datent de longtemps et que les colorations et les caries existent depuis plusieurs années. Le fait que le bois des arbres feuillus ne soit pas coloré n'est pas un indice de stérilité. Au contraire, le plus souvent on peut isoler des bactéries et même des champignons comme *Fusarium* spp. et *Verticillium* spp. chez l'érable à sucre.

Les informations obtenues à partir de la mesure du pH du bois confirment celles observées par d'autres chercheurs (Good *et al.*, 1965; Hartley *et al.*, 1961; Shigo, 1966). Les changements de pH qui accompagnent les divers états du bois apparaissent comme une conséquence de la colonisation du bois par des micro-organismes. Ici, encore, il ne peut être question d'utiliser la mesure du pH pour arriver à déterminer l'état stérile du bois non-coloré.

Les isolations effectuées dans le bois coloré et/ou carié ont donné de nombreux non-hyménomycètes. Les observations de ce travail-ci ne diffèrent pas tellement de celles d'autres chercheurs (Fritz et Clara, 1931; Campbell et Davidson, 1941; Lorenz, 1944; Nordin, 1954; Shigo, 1965; Basham et Taylor, 1965; Lavallée, 1969). Dans presque tous les cas, on retrouve du *Trichocladium canadense* (*Torula ligniperda* des premiers chercheurs), du *Phialophora* spp, deux espèces de *Libertella* et des bactéries. Quant à la fréquence des isolations, si elles diffèrent en valeur relative, cela peut s'expliquer par le type de milieu de culture utilisé au cours des divers travaux. Ainsi, l'utilisation d'un milieu contenant de l'extrait de levure a permis d'isoler plus facilement les colonies bactériennes. Les techniques utilisées n'ont pas permis de trouver des bactéries micro-aérophiliques qui pourraient être présentes. Dans le bois carié, plusieurs champignons imparfaits et des bactéries ont été isolés en même temps que des basidiomycètes. Cette observation donne certainement du poids à la thèse de Shigo (1967) qui affirme que la carie, du moins chez les arbres feuillus nordiques, n'est probablement pas le résultat de l'action seule d'un champignon de carie mais le résultat d'une action synergétique de tous ces microorganismes.

Il a été possible de suggérer des rapports entre la présence de certains microorganismes et des défauts chez les arbres. Ainsi le *T. canadense* est, semble-t-il, associé au bois coloré qui accompagne les noeuds enflés et les branches cassées; cette observation confirme les propos de Basham et Taylor (1965) à cet effet. La fréquence des espèces de *Phialophora* semble augmenter lorsque des isolations sont effectuées dans le bois coloré sous-jacent aux gélivures. Par ailleurs, les isolations de colonies bactériennes ont augmenté progressivement en passant du bois non-coloré au bois coloré, puis au bois carié (tableau 1). Elles ne semblent pas avoir de prédilection pour une sorte de blessure; nous avons observé des bactéries dans tous les types de blessure quelqu'en soit l'âge. Quant à la fréquence relative de champignons considérés comme des contaminations, elle est demeurée à peu près uniforme pour le bois non-coloré, coloré et carié de chacune des espèces étudiées.

S'il est permis de faire quelques réflexions sur la séquence des microorganismes dans le processus de coloration et de carie du bois des arbres feuillus nordiques, nous sommes portés à croire qu'après les bactéries, les *Phialophora* et peut-être les deux espèces *Libertella* pourraient jouer un rôle précurseur au *Trichocladium canadense* qui n'a pas été isolé dans le bois non-coloré. Il ne faudrait pas voir ici la seule succession possible dans le processus de carie; sans doute y en a-t-il d'autres. C'est plutôt pour situer dans le temps l'action du *Trichocladium canadense* qui semble suivre l'activité des *Phialophora*.

Références

- BARNETT, H. L., 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. 2nd edition. Burgess Publ. Co., Minneapolis, 225 p.
- BASHAM, J. T. and Z. J. R. MORAWSKI, 1964. Cull studies, the effects and associated basidiomycete fungi in the heartwood of living trees in the forests of Ontario. *Can. Dept. of Forestry, For. Ent. & Path. Branch. Publ. no. 1072*, 69 p.
- BASHAM, J. T. and L. D. Taylor, 1965. The occurrence of fungi and bacteria in normal and discolored heartwood of second-growth sugar maple in Ontario. *Plant Dis. Repr.*, **49** : 771-774.
- CAMPBELL, N. A. and R. W. Davidson, 1941. Red heart of paper birch. *J. For.*, **39** : 63-65.
- CHATTAWAY, M. M., 1952. The sapwood-heartwood transition. *Aust. For.*, **16**: 25-34.
- DAVIDSON, J. G. et M. Lortie, 1969. Quelques rapports entre des défauts d'arbres feuillus et la présence de bois coloré et carié. (Accepté pour publication dans *Phytoprotection*).
- FRITZ, C. W. and W. Clara, 1931. Stain and decay defects in standing white birch. *Pulp Pap. Can.*, **31**: 565-566.
- GOOD, H. M., P. M. Murray and H. M. Dale, 1955. Studies on heartwood formation and staining in sugar maple, *Acer saccharum* Marsh. *Can. J. Bot.*, **33**: 31-41.

- GOOD, H. M. and J. E. Nelson, 1962. Fungi associated with *Fomes igniarius* var. *populinus* in living poplar trees and their probable significance in decay. *Can. J. Bot.*, **40**: 615-624.
- HARTLEY, C., R. W. Davidson and B. S. Crandall, 1961. Wetwood, bacteria and increased pH in trees. *U. S. Forest Prod. Lab.*, No. 2215 : 34 p.
- LAVALLÉE, A., 1969. Incidence des microorganismes sur le bois de l'érable à sucre et du bouleau jaune. *Phytoprotection*, **50** : 16-22.
- LORENZ, R. C., 1944. Discoloration and decay resulting from increment borings in hardwoods. *J. For.*, **42**: 37-43.
- NOBLES, Mildred K., 1948. Studies in forest pathology. VI. Identification of wood-rotting fungi. *Can. J. Res.*, (C) **26** : 281-431.
- NORDIN, J. V., 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.
- POMERLEAU, R., 1944. Inventaire pathologique de la forêt décidue à la station forestière expérimentale de Duchesnay (Québec). *Rapp. Québec, Soc. Protection des plantes* 1943-44: 69-79.
- SHIGO, A. L., 1963. Fungi associated with the discoloration around rot columns caused by *Fomes igniarius*. *Plant Dis. Repr.*, **47** : 820-823.
- SHIGO, A. L., 1965 (a). The pattern of decays and discolorations in northeastern hardwoods. *Phytopathology*, **55**: 648-652.
- SHIGO, A. L., 1965 (b). Organism interactions in decay and discoloration in beech, birch and maple. *Northeast. Forest Exp. Sta. U. S. For. Serv. Res. Paper NE 43*: 23 p.
- SHIGO, A. L., 1966. Decay and discoloration following logging wounds on northern hardwoods. *Northeast Forest Expt. Sta. U. S. For. Serv. Res. Paper NE 47*: 43 p.
- SHIGO, A. L., 1967. Succession of organisms in discoloration and decay of wood. *Int. Rev. For. Res.*, **2**: 237-299.
- WANG, C. J. K., 1965. Fungi of pulp and paper in New York, *New York State Univ. Coll. of Forestry at Syracuse Univ. Tech. Publ.*, **87**: 115 p.

THE HISTORY OF THE GENUS *ACER*, A REVIEW¹

JEAN-MARC DESCHÊNES²

Botany Department, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey.

Résumé

Cet article tente de décrire l'origine, la migration et le développement du genre *Acer* et plus spécialement de l'érable à sucre (*Acer saccharum*) en Amérique du Nord. Cette revue retrace le temps et le lieu d'origine du genre *Acer*, ses routes de migration en Amérique du Nord, la spéciation, les effets de la glaciation et les événements post-glaciaires jusqu'à nos jours.

Abstract

This article is a review of previously published papers on the origin, the migration, and the development of the genus *Acer* with special emphasis on sugar maple (*Acer saccharum*) in North America. It traces the time and region of origin, the migration routes to North America, the speciation, the effect of glaciation, and the post-glacial events up to the present time.

Introduction

Upon studying the existing maps on the distribution of sugar maple (*Acer saccharum*) in North America, one soon realizes that this species has a wide geographical distribution, suggesting an adaptation to a wide variety of edaphic and climatic conditions. Dansereau (1957) pointed out that *Acer saccharum* seems to be limited by physiography, temperature, and rainfall. The periphery of its range coincides with the Atlantic ocean to the east, with the -40°C mean minimum isotherm to the north, and with the -10°C mean minimum isotherm to the south; to the west it coincides with the 20-inch isohyet in the north and the 30-inch isohyet in the south, which is nearly the limit of the forest itself (Dansereau 1957).

From the above distribution, one also visualizes that sugar maple is encountered in almost all of the deciduous forest described by Braun (1950) where it is commonly co-dominant with beech, basswood, hemlock, and others.

1. Part of a thesis submitted by the author to the Graduate School, Rutgers University, in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

2. Present address: Ferme expérimentale, Ministère de l'Agriculture du Canada, La Pocatière, Québec.

This paper attempts to retrace the history of the genus *Acer* and the events that may be responsible for the presence of sugar maple in North America.

Before dealing with the different aspects of the history of the genus *Acer*, it is necessary to mention the various approaches used by the various authors to formulate their hypotheses and reach their conclusions.

As pointed out by Dansereau (1957), many sciences can be used to retrace the history of various genera. He cited plant geography, geology, evolution, phylogeny, paleoclimatology, paleontology, taxonomy, and ecology. All these sciences can provide data concerning the origin, the migration, and the development of a genus. Rarely though do they provide enough findings, when considered separately, to permit a valuable conclusion regarding the complete history of a genus.

All authors, who worked directly or indirectly with *Acer* reached their conclusions based on data obtained from the fields mentioned by Dansereau (1957).

Pax (1926) and Pojarkova (1933) worked in the field of paleontology and phylogeny to describe the origin and migration routes of *Acer*.

Croizat (1952) has attempted to systematize the origin and the long-scale movement of plants which he calls "genorheitra" without invoking too much geological evidences but by relying primarily on phytogeographical data.

Potzger (1945) and Deevey (1949) relied almost exclusively on pollen analysis to describe the historical evolution of sugar maple in North America.

Braun (1950) based her conclusions regarding the origin and the distribution of sugar maple in North America on physiography and phytosociology.

Cain (1944) dealt with phytogeography, geology, phytosociology, and paleontology to study the historical events responsible for the present-day distribution of plants.

Desmarais (1952) in his paper on the leaf variation in the sugar maples put great emphasis on the external morphological characteristics, but without neglecting such fields as genetics, cytology, phylogeny, phytosociology, and systematic. He used material from the herbaria and from mass collection to reach his conclusions. Many characters have been used to classify the maples : the bark, the size and shape of the plant, the flowers, the fruits, and the winter buds. Desmarais (1952) considered the leaf the most useful and the one which shows the most striking variations.

His leaf study included the pubescence, the abundance and types of hair, the presence or absence of stipules, and the outline and color of the leaf. From these data he was able to recognize six subspecies of *Acer saccharum* as well as their distribution. Based on these findings and with the aid of geology, present distribution of the trees, and dispersion of visible characteristics, he was able to reconstruct the ancient history of *Acer saccharum*.

Origin of the Genus *Acer*

Pojarkova (1933) stated that the genus *Acer* originated in Eastern Asia (mountainous borderlands) in the pre-Eocene period. The frequent occurrence of this genus in Japan and China, as compared to Eastern North America where the maples are scantily represented, was the basis for Pojarkova's (1933) hypothesis.

Cain (1944) has made a critical review of many criteria proposed for estimating the center of origin of a genus. He found none of them, considered separately, to be quite satisfactory. One of these criteria is as follows: "The center of origin of a genus is where it has the largest number of species living today". Since Pojarkova (1933) based her hypothesis on this criteria, someone may question the validity of locating the origin of *Acer* in Eastern Asia.

Croizat (1952) disagreed with Pojarkova (1933) regarding the time and place of origin of *Acer*. He believed that *Acer* originated where the Indian ocean is presently located in pre-Jurassic time and, like *Tilia*, fared to Malaysia, Asia, and the remaining of the northern hemisphere following two main tracks; one pointing toward Malaysia and the other toward Iran.

Croizat (1952) based his hypothesis concerning the place of origin on the fact that the *Aceraceae* are related to the *Sapindaceae*. The latter being known to have originated in the southern hemisphere, he could hardly say that the *Aceraceae* originated in the northern hemisphere.

He postulated that *Acer* began to differentiate before the Cretaceous and a conservative estimate would place its ultimate origin in the Permian.

Migration to North America

According to Pojarkova (1933), the first period in the history of migration of the maples occurred during the Eocene period. In the eastern hemisphere the migration took place by two paths: a northern one along the system of Sayan mountains, the northern coast of the Mediterranean to the Scandinavian continent, and farther through the North Atlantic into Greenland and North America. The second path, a southern one, lies along the system of the inland mountains of Asia through the Great Khingan ranges,

and through the mountains of Central China. Simultaneously, the maples spread eastward along the mountains bordering the coast of the sea of Okhotsk. During most of the Tertiary period, the access from Eastern Asia to North America and from these continents through the Atlantic into Europe was very favorable. The western part of Eurasia and the eastern part of North America were in contact where the representatives of *Acer* having migrated by the western path met those having come by the eastern one. The section *Goniocarpa* which is related to the North American section *Saccharina* came from the west.

Unlike Pojarkova (1933), Croizat (1952) considered Eastern Asia and the Mediterranean not as the regions of origin of *Acer* but rather as major centers of secondary speciation. He believed that *Acer* came into North America across the Pacific ocean in a manner similar to *Magnolia*. The first appearance of maples in North America was somewhere along the west coast of the United States. Chaney (1947) and Croizat (1952) believed that the migration of *Acer* into North America took place during the Cretaceous because of the presence of this genus in Alaska, Greenland, and Eastern North America at that time.

Pax (1926) and Marie-Victorin (1935) believed that the genus *Acer* appeared in North America during the upper Cretaceous and attained its maximum development during the Miocene.

Speciation

In the Oligocene, *Acer* entered the second phase of development (formation of a great number of new types widely spread in mountainous countries of Eastern Asia). At the end of the Oligocene period there was a southwestern extension of the area. Simultaneously, because of a cooler climate, a reduction of the area of the maples to the north took place (Pojarkova 1933). According to Pax (1926), throughout the Tertiary period up to the Pliocene period, the distribution of *Acer* was more uniform than today.

At the close of the Tertiary period, the formation of the present-day species was taking place. Pojarkova (1933), as well as Stebbins (1947), and Braun (1950) believed that sugar maple might have appeared in North America during the Pliocene. All believed that sugar maple was present prior to the Pleistocene period. According to Pojarkova (1933) the species of *Acer saccharum* became defined concurrently with the formation of prairies between east and west during the Pliocene.

Historical Evolution of Sugar Maple in North America

Concerning the evolutionary aspect of sugar maple in North America we are indebted to Braun (1950) for working out the Tertiary history of the

eastern North American deciduous forest in considerable details. According to her, the Cretaceous uplift initiated the long Schooley cycle of erosion but the peneplain was never perfected. In the early stages of the cycle, large areas of the Appalachian Highlands stood at high altitudes. With the arrival of the warm Eocene period, cool temperate forms of the flora retreated to these highlands or northward. While the Schooley cycle of erosion was in progress more of the land became reduced to the peneplain, thus favoring the Eocene lowland flora to expand and the upland flora to be more restricted because of the reduction of the highlands. This upland flora was referred to as the Arcto-Tertiary flora because of its presence near the arctic region, or defined by Braun (1950) as the Mixed Tertiary flora. The present-day deciduous forest appeared to have originated from the Mixed Tertiary forest which existed in Miocene time at high altitude and latitude. The uplift of the Schooley peneplain and the initiation of the Harrisburg cycle of erosion brought about pronounced changes in the forest distribution. Southward migration was apparent in the north during the Pliocene and it brought about zonal distribution comparable to that of today. Because of increasing dryness in the Western Interior, the Mixed Tertiary forest retreated eastward. The oak-hickory association arose then. Where resistant rocks were present, the mixed forest increased in importance. Where the Harrisburg peneplain developed on weak rocks, resulting in the formation of valleys and steep-sided walls, there was elimination of the mixed forest by the oak-chestnut association on these walls.

At the close of the Harrisburg cycle, the forest patterns seemed to have been those related to climate and physiography. The Mixed Tertiary forest occupied the areas where the ancient Schooley peneplain was never completed. At this time, forest dominated by oaks and by oak-chestnut spread over the Harrisburg level, that is, in the Ridge and Valley province, the Piedmont plateau, and the Interior low plateau.

If we accept the hypothesis that sugar maple appeared in North America during the Pliocene, sugar maple probably originated in the Mixed Tertiary forest. This place of origin is based on the greatest abundance of sugar maple in the beech-maple, the maple-basswood, and the hemlock-white pine-northern hardwood forest, all derived from the mixed mesophytic forest which, in turn, is a derivation of the Mixed Tertiary forest. Such is, briefly stated, Braun's (1950) hypothesis of the association segregate and of the migration of forest dominants.

Glaciation was a very significant event in the history of eastern North America. According to Pax (1926) and Pojarkova (1933), eastern North America was well adapted by its orographic structure to the preservation of the ancient species, having developed under the conditions of warm climate. As the glaciers advanced, sugar maples present north of the ice margin were destroyed. Those south of this ice margin obviously migrated southward and/or

found refuge where the habitats were suitable. The first glacial advance (the Nebraskan) reached southern New Jersey, Pennsylvania, southern Ohio, and the northernmost tip of Kentucky. It destroyed all forest in its path. This first advance was responsible for the decimation of the Mixed Tertiary forest.

With each advance, migration took place. Braun (1950) postulated, however, that the climate south of the ice margin was not sufficiently severe to displace the existing vegetation to a great extent, and that sugar maple found refuge in areas relatively close to the ice margin. Opinions differ, however. Deevey (1949) proposed the hypothesis that the typical temperate species were pushed south of the Rio Grande and deep into the Florida peninsula. Cain (1944) suggested that most of the whole region south of the terminal moraine provided territory for the preservation, but the centers were generally the regions of varied topography such as the southern Appalachians, the Cumberland and Ozark plateaus. Potzger (1945) pointed out, in his paper on the pine barrens of New Jersey, that southern New Jersey constituted a refugium during the glaciation from which most post-Pleistocene migration of the forest northward originated. According to Desmarais (1952) the subspecies *A. saccharum* survived in the Appalachians refuge that is, in the southern Appalachians. This theory is supported in part by the fact that the southeastern region of the United States has been thought of as important center of geographical distribution for plants, as pointed out many years ago by Adams (1903). Another point in favor of the theory of the survival of the subspecies *A. saccharum* in the Appalachian refuge is their very great abundance all along the Appalachians, to the northeast, and north of the Great Lakes. It is not probable that *Acer saccharum* survived in the Drifless Area, as a number of other plants may have done, because its distribution does not present any correlation with these relicts or with the unglaciated island.

As a whole, there is little evidence that southward migration extended south of West Virginia along the Allegheny-Cumberland axis nor south of Virginia in the Blue Ridge Mountain. Fossils and vegetational evidence are in accord, both indicating that the deciduous forest was not displaced south of the glacial boundary except in a band of varying width along the ice front, thus permitting continuance of the pattern of distribution which had been attained by the close of the Tertiary period, modified, of course, by climatic influences of the Pleistocene (Braun 1950).

The glacial period, having broken the continuous areas of ancient types into a series of isolated areas, promoted the final formation and fixation of the numerous races whose development had already begun in the Tertiary period (Pax 1926; Pojarkova 1933).

Desmarais (1952) believed that the restricted population of *Acer saccharum* in southern Appalachians must have spread out to reach its present

range, following the glacial period. Most of the northern plants including *Acer saccharum* survived glaciation in the southern Appalachians and spread northward and westward. The extension westward directly from the Appalachians was much slower or took place at a later epoch.

There is, however, another possible explanation of the present range of *Acer saccharum*, according to Desmarais (1952). "The subspecies *saccharum* might have spread with equal rapidity to the west and to the north. During the last warm and dry period which permitted the expansion of the prairie peninsula, *saccharum* might have been almost completely wiped out from the central western part of its range; *nigrum*, being better adapted to these extreme conditions, persisted in the sheltered places along the rivers. Now that the climate is cooler and more humid, *saccharum* is gradually expanding its range".

The migration of sugar maple following the ice retreat took place in two ways, according to Kriebel (1957). The first movement was northward along the Appalachians. The second, westward across Ohio and Indiana, was delayed, however, by a warm, dry period. According to this hypothesis, the beech-maple forest of the Lake States region was derived from a westward expansion after the northward migration, but not from migration directly from the south (Braun 1950).

Today sugar maple, which is present in almost all of the deciduous forest regions of Braun (1950), owes its presence in these regions to postglacial migration.

Conclusion

It was not the intention of this paper to propose new hypotheses or to accept one opinion or the other as far as sugar maple historical development is concerned. It merely attempted to present the different opinions in regard to the origin, the migration, and the development of sugar maple in North America. Table 1 offers a general perspective of the origin, development, and evolution of the genus *Acer*. I must say, however, that the hypotheses proposed by Pojarkova (1933), Braun (1950), and Desmarais (1952), seem very plausible.

One fact appears certain from this review. Sugar maple possesses a wide ecological and geographical distribution. Its success in covering such a large territory can be interpreted as a result of its plasticity and its ability to adapt itself to a great variety of environmental conditions. This brings up the possibility of formation of ecotypes back in geological time. The glaciation, perhaps, forced the species to develop certain morphological, physiological, and/or ecological characteristics which enable it to exist under various environmental conditions in the deciduous forest of eastern North America.

TABLE I

A geological table showing the historical development of *Acer* and the conflicting hypotheses as well as the prevailing climate throughout the geological time.

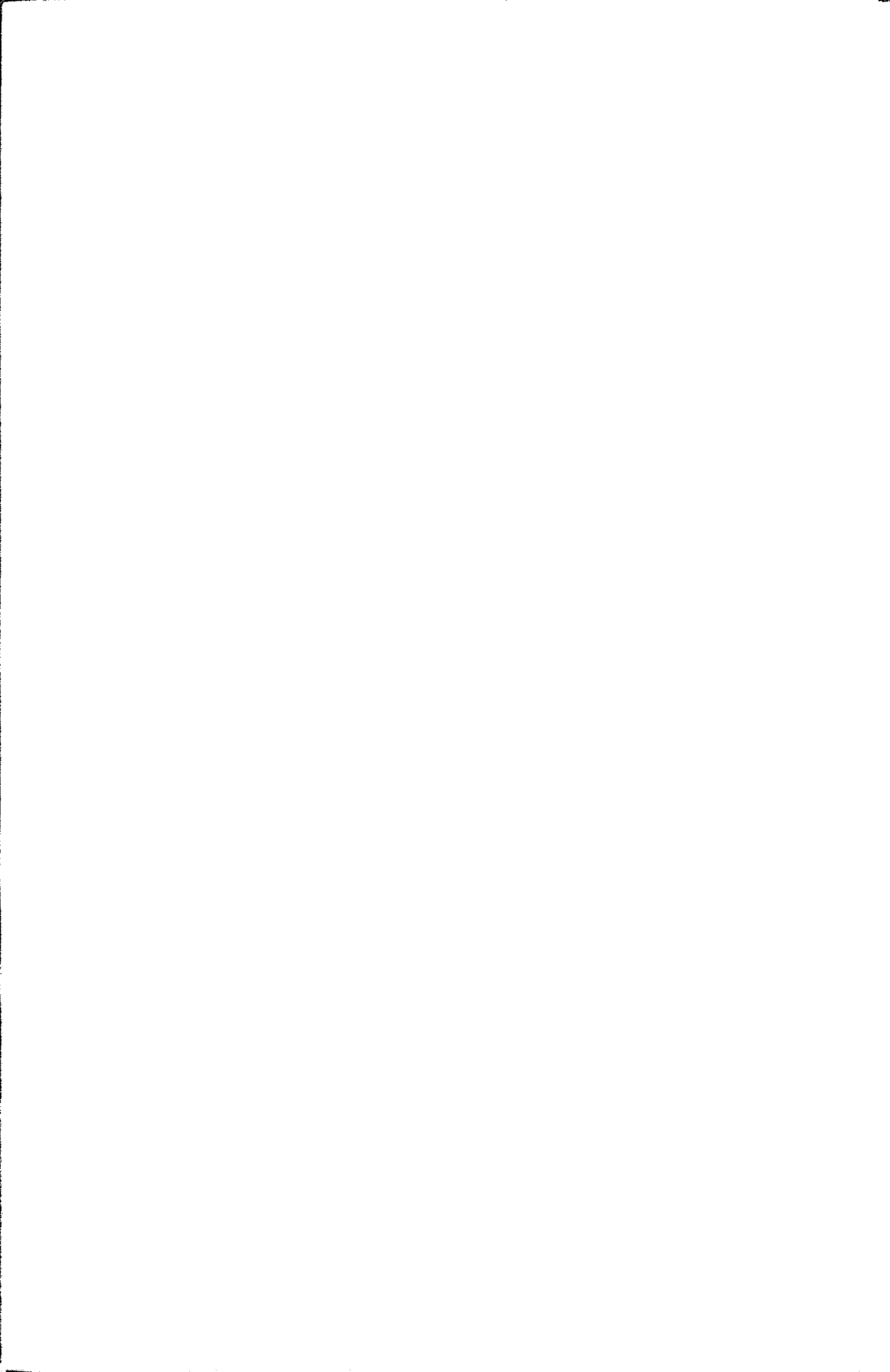
ERA	PERIOD	CLIMATE	MAPLE HISTORY
Psychozoic (Quaternary)	Recent	Variable	Post-glacial migration of sugar maple from southern refuge. Development of morphological, physiological, genetical and ecological characteristics adapted to special conditions.
	Pleistocene	Glaciation	Final formation and fixation of numerous races (Pax 1926; Pojarkova 1933).
Cenozoic (Tertiary)	Pliocene	Temperate, locally semi-arid	Formation of present-day species notably <i>Acer saccharum</i> (Pojarkova 1933; Stebbins 1947; Braun 1950).
	Miocene	Cool, locally arid	Maximum development of <i>Acer</i> in North America (Pax 1926; Marie Victorin 1935).
	Oligocene	Warm	Formation of various types of <i>Acer</i> (Pojarkova 1933).
	Eocene	Warm-temperate	First period of migration of <i>Acer</i> (Pojarkova 1933).
Mesozoic (Secondary)	Cretaceous	Warm uniform, colder toward the end	Migration of <i>Acer</i> in North America (Chaney 1949; Croizat 1952).
	Jurassic	Cold at poles, warm to sub-tropical elsewhere	Appearance of <i>Acer</i> in North America (Pax 1926; Marie Victorin 1935). Origin of <i>Acer</i> (Pax 1926; Pojarkova 1933; Dansereau 1957).
	Triassic	Variable	
(Paleozoic (Primary))	Permian	Glacial	Origin of <i>Acer</i> (Croizat 1952).
	Carboniferous	Temperate	
	Devonian	Cold at beginning, generally warm	
	Silurian	Warm at beginning, getting colder, local glaciation at the end	
	Ordovician	Warm, uniform	
	Cambrian	Warm, uniform	

Acknowledgment

The author wishes to express his gratitude to Dr. Murray F. Buell of the Botany Department, Rutgers University, for his helpful criticisms and support, to Dr. Pierre Dansereau of the Université de Montréal for his suggestions, and to the Conseil des Recherches Agricoles du Québec for its financial assistance.

Références

- ADAMS, C. C., 1903. Southeastern United States as a center of geographical distribution of flora and fauna. *Biol. Bull.*, **3**: 115-131.
- BRAUN, E. L., 1950. Deciduous forest of North America. The Blakiston Co., Philadelphia, 596 pp.
- CAIN, S. A., 1944. Foundations of plant geography. New York, Harper and Brothers, 556 pp.
- CHANEY, R. W., 1947. Tertiary centers and migration routes. *Ecol. Monog.*, **17**: 139-148.
- CROIZAT, L., 1952. Manual of phytogeography or an account of plant dispersal throughout the world. Dr. W. Junk, The Hague, Netherlands, 558 pp.
- DANSEREAU, P., 1957. Biogeography, an ecological perspective. The Ronald Press Co., New York, 394 pp.
- DEEVEY, E. S., 1949. Biogeography of the Pleistocene. *Bull. geol. Soc. Am.*, **60**: 1315-1416.
- DESMARAIS, Y., 1952. Dynamics of leaf variation in the sugar maples. *Brittonia*, **7**: 347-387.
- KRIEBEL, H. B., 1957. Pattern of genetic variation in sugar maple. Ohio Agric. Exp. Sta., *Ohio Res. Bull.*, **791**.
- MARIE-VICTORIN, Frère 1935. Flore laurentienne. Les Frères des Écoles Chrétiennes, Montréal, 917 pp.
- PAX, F., 1926. *Acer* L. 1. Gesamtareal der Gattung *Acer* und einiger Sektionen Verbreitung einiger Sektionen die Gattung *Acer* zur Tertiäzeit. A. Engler (Ed.) 1959. Heft 8, IV (163) : 1-89.
- POJARKOVA, A. I., 1933. Botanico-geographical survey of the maples in USSR in connection with the history of the whole genus *Acer*. *Acto bot. Acad. Sci. USSR. Serie 1, Fasc. 1* : 225-375.
- POTZGER, J. E., 1945. The pine barrens of New Jersey, a refugium during Pleistocene time. *Butler Univ. bot. Stud.*, **7**: 182-196.
- STEBBINS, G. L., 1947. Rates of evolution of fossil plant species. *Ecol. Monog.*, **17**: 149-158.



DATES OF CALVING IN NORTHERN QUÉBEC CARIBOU
(*RANFINGER TARANDUS*)

P. DESMEULES and B. SIMARD
Service de la faune du Québec

Résumé

Au cours de la réalisation du projet de restauration du caribou dans le parc des Laurentides, en deux ans 28 femelles ont été transportées dans le parc durant leur période de gestation.

Les dates de mise-bas des femelles accouplées à l'état sauvage permettent de calculer la période de rut de ces animaux qui proviennent du nord du Québec. Le sommet de la période de rut des caribous du Nord du Québec serait donc plus tardif que celui des populations de Terre-Neuve, de Gaspé dans le Québec et de l'Alaska, mais par contre ce même sommet est plus hâtif chez les populations du Nord du Québec que chez celles des territoires du Nord-Ouest.

La seconde mise-bas, c'est-à-dire la mise-bas des femelles accouplées en captivité dans le parc des Laurentides, s'est produite régulièrement près d'une semaine plus tôt chez toutes les femelles qui ont mis bas les deux années consécutives en enclos.

Abstract

Dates of calving for two separate caribou herds transported to Laurentide Park (Québec) are compared with the dates of calving for other areas in North America. The rutting period for caribou in northern Québec occurs earlier than in the Northern Territories and later than in Newfoundland, Gaspé (Québec), and Alaska.

Caribou bred in captivity in Laurentide Park calved nearly one week earlier than those bred in the wild.

Introduction

Calving dates in various North American caribou herds were reviewed by Bergerud (1961) (Table 1). However no data are available for Northern Québec caribou herds.

In the scope of a caribou restoration programme in Laurentide Park, Québec (Desmeules, 1968), 10 caribou (three males - two adults and one yearling, and seven females - six adults and one calf) were successfully translocated in March 1966, and 26 others, five adult males and 21 females (presumably all adults) in March 1967. Since their arrival in the Park these animals

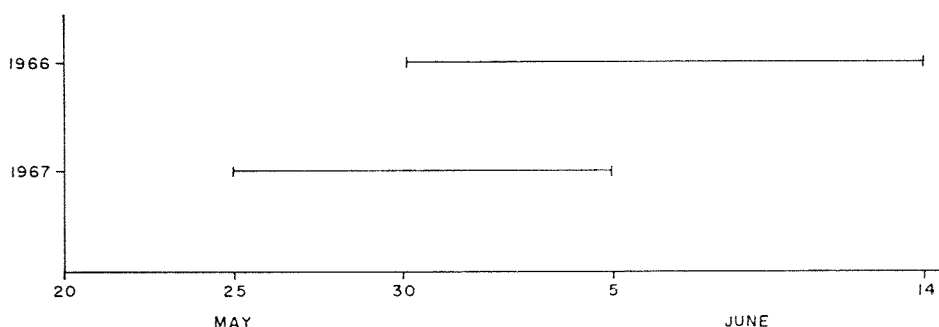


FIGURE 1. Comparative period of parturition for the same does bred in the wild (1966) and bred in captivity 1967. Laurentide Park, Québec.

TABLE 1

Comparison of calving dates between years and between Caribou herds in North America. From : Bergerud (1961).

Location Herd Name (Latitude)	Year of Calving	Calving Dates Within which 90% Calves Born	Total Days 90% Calves Born	Peak Calving Date	Source
Newfoundland Interior Herb (49° N.)	1957	May 24-June 4	12	May 28	Bergerud, 1961
	1958	May 23-June 2	11	May 28	" "
	1959	May 22-June 3	13	May 29	" "
	1960	May 23-June 4	13	May 29	" "
Gaspé, Québec Mt. Albert (49° N.)	1960	May 12-June 4 ¹	24 ¹	May 22 ¹	Bergerud, 1961
N.W. Territories Study Herb (60° N.)	1957	—	—	June 11-12	Kelsall, 1960
	1958	—	—	June 12	deVos, 1960
	1959	June 10-June 16 ²	7 ²	June 14	McEwen, 1959
	1960	June 7-June 12 ²	6 ²	June 11	McEwen, 1960
Alaska Nelchina Herb (63° N.)	1955	—	—	May 26	Skoog, 1957
	1956	May 22-June 4 ²	14 ²	May 26	Skoog, 1957
	1957	May 21-May 28 ²	8 ²	May 25	Skoog, 1958
	1958	—	—	May 26	Skoog, 1960

1 Calculated from fall breeding dates 1959 (see Figure 2). To compensate for variations in gestation period (227 days), 6 days were added to the total days in which 90 percent of the breeding occurred. This correction factor was derived from Newfoundland date (90 percent of the breeding in Newfoundland (1957-58) took place in six days; whereas, 90 percent of the calving occurred in 11 to 13 days, see above).

2 Calculated from authors' original data.

have been held captive as a breeding herd destined to provide hand-raised stock which will eventually be liberated in the proposed introduction site.

The caribou stock obtained in the spring of 1966 was captured in the Lake Opiskotéo region ($53^{\circ}10'N.$ - $68^{\circ}10'W.$).

The corral in which these caribou have been help captive is located in Laurentide Park at $47^{\circ}40'N.$ and $70^{\circ}50'W.$

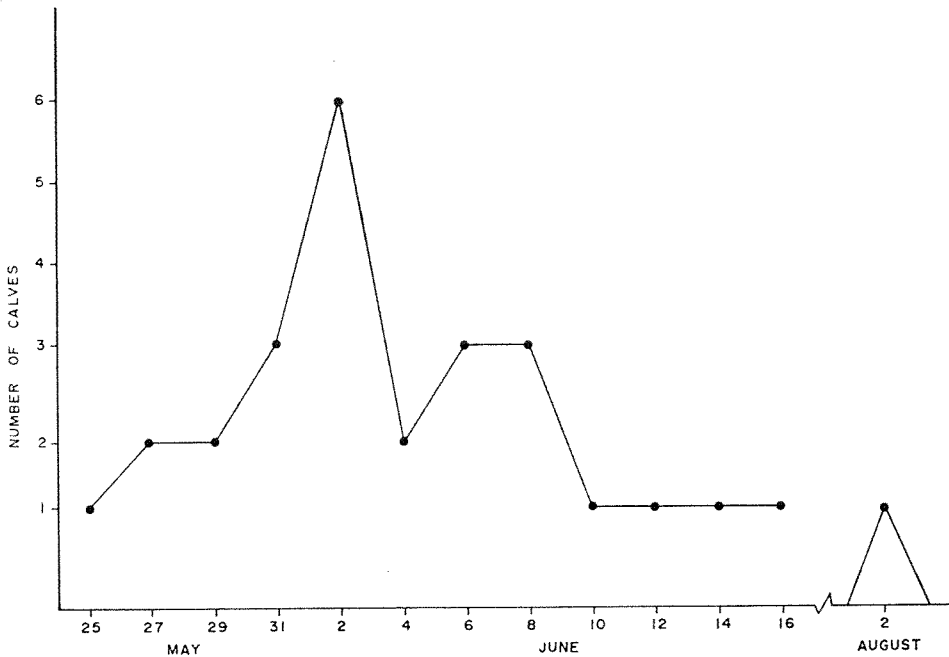


FIGURE 2. Curve for calving dates of northern Québec caribou (1966-1967) based on two-day intervals.

In the spring of 1966, three out of the six captive adult does successfully calved and raised their young; one gave birth to a still born calf; the two other does aborted shortly after they had been transported to the Park. All of these does had bred in the wild. In the spring of 1967, the initial herd was then composed of six adult and one yearling does, six of which successfully calved and raised their young. One adult does bore a still born calf. Obviously, these does had bred in captivity.

Of the 21 adult does transported in March 1967, 12 successfully calved and raised their young; one aborted, and four gave birth to a still born calf. As in the first case, these does had bred in the wild.

For the does captured in 1966, calving dates were obtained for two seasons, one of which followed breeding in the wild and the other in captivity. Calves conceived in captivity (Fall 1966) were born approximately one week earlier than those conceived in the wild (Fall 1965). Table 5 accounts for dates of calving for the years 1966 and 1967, in caribou bred in the wild and in captivity. Because all calves born in 1966 and all calves shed by does bred in captivity in 1967 were born on different days (Table 2 and 3) no peak calving date can be determined in these cases.

TABLE 2

Calving dates and year of caribou bred in the wild in northern Québec and transported to Laurentide Park before calving

Year of calving	Calving period	Number of calves born	Total days calves born	Peak calving date
1966	May 30-June 14	5	4	June 2
1967	May 29-Aug. 2	16	14	N.A.
Both	May 29-Aug. 2	20	15	June 2

The average peak date of calving for caribou bred in the wild in both years (pooled) (Table 2), occurs on June 2 as does that for 1967. The average peak date of calving for does, either bred in the wild or in captivity in 1966 and 1967 (Table 4), also occurs on June 2.

Does transported in the spring of 1966 calved approximately one week earlier in 1967, after they had bred in captivity during the fall of 1966, as compared to calving following breeding in the wild in the fall of 1965 (Table 5 and Fig. 1).

One instance of late parturition was observed; a calf was born in the summer of 1967, on August the 2nd, from a doe bred in the wild.

TABLE 3

Calving dates for caribou bred in captivity, in Laurentide Park, Québec

Year of calving	Calving period	Number of calves born	Total days calves born	Peak calving date
1967	May 25-June 5	7	7	N.A.

According to these data and assuming a gestation period of 227 days (Bergerud, *op. cit.*), the peak rutting period in northern Québec, would occur on October 19. The estimated peak rutting period for Northern Québec caribou would thus be 4 to 5 days later than in Newfoundland, 11 days later than in Gaspé (Québec), 9 to 12 days earlier than in the Northwest Territories, and 7 to 8 days later than in Alaska (See Table 1). The instance of late parturition, observed in our study, suggests that the does would have bred on December the 19th.

TABLE 4

Calving dates of caribou (bred both in the wild and in captivity)
born in captivity in Laurentide Park, Québec

Year of calving	Calving period	Number of calves born	Total days calves born	Peak calving date
1966 and 1967	May 25-Aug. 2	27	18	June 2

Using the data of Table 2 and neglecting the one instance of late parturition which occurred on August 2, 1967, we observed that 90 per cent of calving occurred within 15 days. Thus it can be suggested that 90 per cent of the rut in northern Quebec occurs between October 12 and 26. The information collected in various areas of North America, over consecutive years (Table 1) shows little if any variation in the peak calving dates between years and thus suggests that the rutting period in caribou would be approximately the same from year to year.

TABLE 5

Comparative dates of calving in caribou does bred in the wild (1966)
and in captivity (1967) Laurentide Park, Québec

Caribou Doe Number	1966	1967	Difference in calving date (days)
2	May 30	May 25	-5
6	June 2	May 26	-7
5	June 7	June 2	-5
7	June 14	June 5	-9
Average			-6.5

The fact that seven caribou calved one week earlier, after being moved 5 to 6 degrees to the south is worthy of note. It will be interesting to see if this trend holds in future years. Even if no peak is observable, it is nevertheless logical to assume that the peak of calving would have been 6 to 7 days earlier than what observed in Northern Québec. Thus it is to be expected that, in Laurentide Park, peak rutting should occur around October 12 to 13, with 90 per cent of the rut occurring between October 5 and 20. Similar reasoning would place the peak calving around May 27 to 28, as in Newfoundland.

Références

- BERGERUD, A.T., 1961. The reproductive season of Newfoundland Caribou. Newfoundland Dept. of Mines, Agriculture and Resources. Mimeographed report. 27p.
- DESMEULES, P., 1968. Bringing back The Caribou. *Animals*, 10(12) : 560-563.

COMPORTEMENT DE LA LARVE SAINÉ OU VIROSÉE DE
NEODIPRION SWAINEI EN ATMOSPHÈRE D'OXYGÈNE
D'ANHYDRIDE CARBONIQUE, D'AZOTE OU
D'ARGON

W. A. SMIRNOFF ET J. R. VALERO

Laboratoire de Recherches forestières, Ministère des Pêches et des Forêts,
Québec 10, Québec

Résumé

L'influence des principaux gaz atmosphériques sur le comportement de la larve de *Neodiprion swainei*, saine ou infectée par la Polyédrie nucléaire, a été étudiée à tous les stades de son développement.

Au fur et à mesure que l'insecte vieillit, la résistance de la larve non infectée à l'anhydride carbonique diminue, alors qu'elle varie peu sous l'effet de l'azote et qu'elle augmente constamment en atmosphère d'oxygène et d'argon. Les larves forment leur cocon plus rapidement en atmosphère d'oxygène et d'argon qu'en présence de l'air ambiant et l'infection virale accentue la sensibilité des larves à l'argon.

Abstract

Effects of main atmospheric gases on healthy and on nuclear-polyhedrosis-infected larvae of *Neodiprion swainei* were studied. As the larvae developed, insects' resistance decreased under the action of carbon dioxide, increased constantly under oxygen and argon, and remained stable with nitrogen.

Introduction

Le comportement des insectes, en atmosphère de différents gaz, a fait l'objet de nombreuses études. Il est chose connue que la plupart des organismes sont affectés par de fortes concentrations d'oxygène (Chauvin 1956) et que certaines espèces d'insectes survivent plusieurs jours en l'absence totale de ce gaz (Rockstein 1964). De même, l'action narcotique de l'anhydride carbonique a été observée sur la plupart des insectes (Beadle *et al.* 1949). D'autre part, l'Héritier et Tessier (1937) ont démontré l'existence d'une anomalie héréditaire de la sensibilité des *Drosophilles* au gaz carbonique. Plus (1954) et Brun (1963) confirment que l'infection par le virus Sigma augmente cette sensibilité. Ce fait nous a incités à étudier l'influence du gaz carbonique sur une Tenthrede saine ou infectée et à comparer l'effet des principaux gaz atmosphériques. Ces études, à notre connaissance, n'ont pas été réalisées chez les Tenthredes.

Matériel et méthodes

Douze groupes de 5 larves de chaque stade sont répartis dans des tubes de 4 cm de diamètre, préalablement stérilisés. Chaque tube contient du feuillage de pin gris que l'on renouvelle tous les trois jours. Les tubes sont placés en lot de trois dans des cloches fermées à l'aide d'un bain d'eau (fig. 1). Un premier lot reçoit de l'air ambiant, tandis qu'un autre reçoit le gaz étudié à la pression d'une atmosphère et à débit constant mesuré à l'aide d'un débitmètre. Les 6 autres tubes sont répartis comme précédemment, mais contiennent des larves infectées par badigeonnage du feuillage avec une forte suspension aqueuse (1×10^7 p/ml) de polyèdres du virus *N. swainei* (Smirnof, 1961).

Chaque jour, le pourcentage de mortalité est noté et des analyses microscopiques sont faites pour déterminer la présence ou l'absence d'infection virale dans les témoins, ainsi que le développement de la maladie virale chez les larves infectées.

L'expérience débuta en 1967 ; les tests furent effectués à 5 reprises pour tous les stades et pour chacun des gaz étudiés. En 1968, toutes ces études ont été reprises 6 fois. Près de 900 tests furent réalisés au cours des deux années.

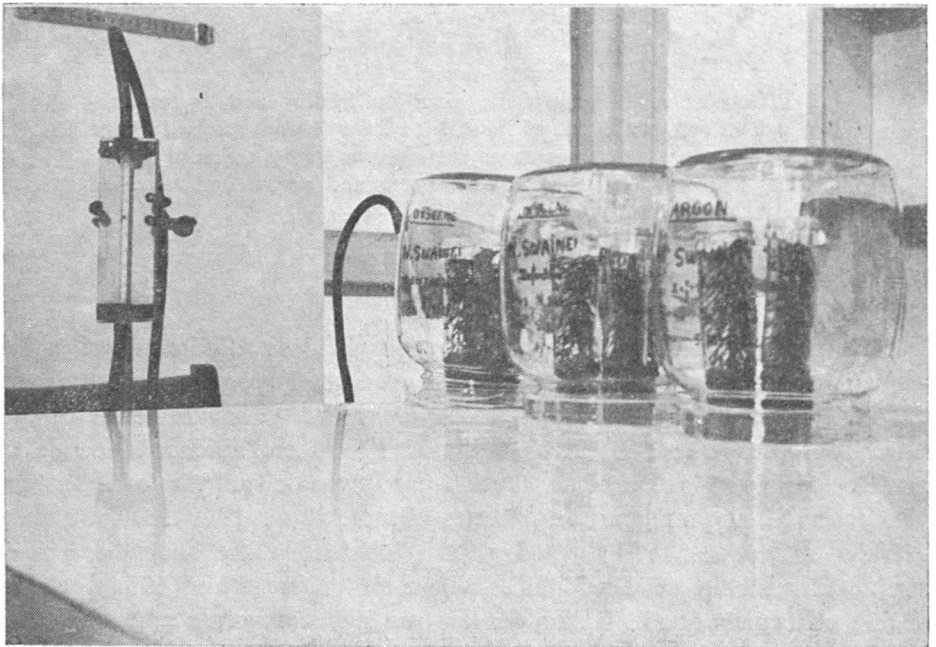


FIGURE 1: Méthode d'étude de l'influence des gaz sur le comportement de la larve de *N. swainei*.

Résultats

Les expériences révèlent que la larve de *N. swainei* réagit différemment à chaque stade pour chacun des gaz étudiés. Par exemple, la sensibilité des larves à l'anhydride carbonique augmente au fur et à mesure que l'insecte vieillit. Si les larves du 1^{er} stade arrivent à survivre pendant 8 jours, celles des 2^{ème} et 3^{ème} stades succombent après 3 jours et celles des 4^{ème} et 5^{ème} stades, très sensibles, après 48 et 24 heures (fig. 2). D'autre part, à tous les stades l'influence de l'azote varie peu et les larves meurent au bout de 8 à 12 jours (fig. 2). Par contre, la résistance des larves à l'oxygène augmente avec l'avancement des stades larvaires. Toutes les larves du 1^{er} stade meurent au bout de deux jours alors que 30% de celles des 2^{ème} et 3^{ème} stades résistent 16 jours, et que celles des 4^{ème} et 5^{ème} stades vivent parfaitement. De plus ces dernières forment leur cocon 16 et 9 jours plus tôt que les larves exposées à l'air ambiant (fig. 2).

De même, la résistance à l'argon augmente au fur et à mesure que la larve vieillit. Toutes les larves du 1^{er} stade succombent au bout de 10 jours mais

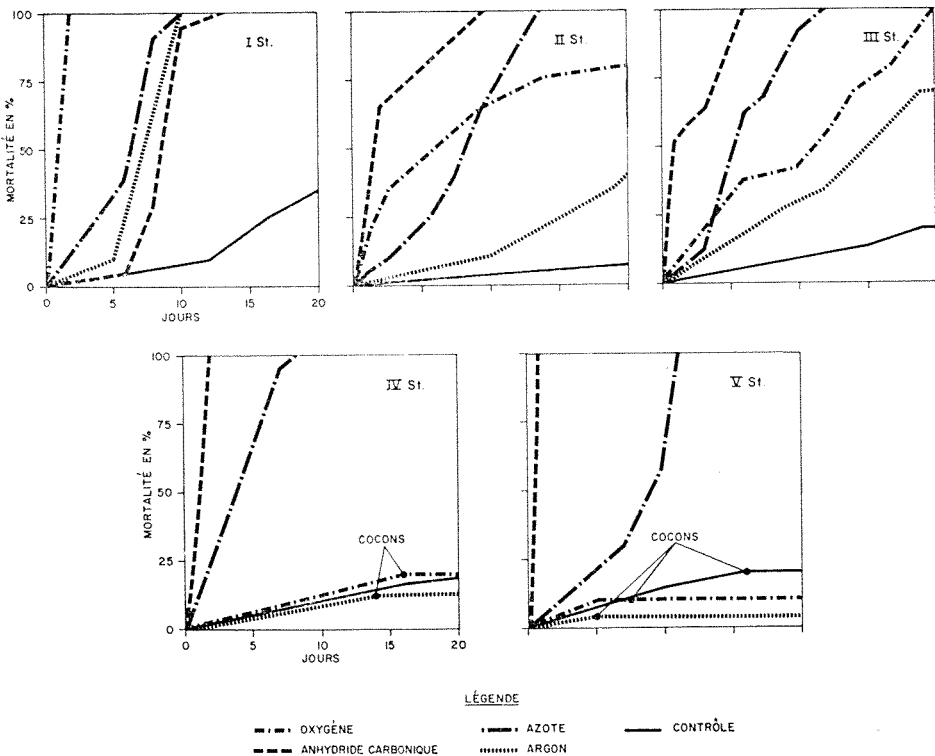


FIGURE 2: Taux de mortalité des larves de *N. swainei* du 1^{er} au 5^{ème} stade, en atmosphère des différents gaz étudiés.

25% de celles des 2^{ème} et 3^{ème} stades résistent pendant 16 jours. Des larves des 4^{ème} et 5^{ème} stades vivent et forment leur cocon de 18 à 11 jours plus tôt que les larves exposées à l'air ambiant (fig. 2).

Les premiers symptômes d'infection virale chez les larves de *N. swainei* du 1^{er} stade apparaissent après 6 à 10 jours et sont très difficiles à reconnaître. Ces mêmes symptômes ne surviennent qu'après 12 à 15 jours chez les larves du 2^{ème} stade.

Puisque la survivance maximale de larves saines du 1^{er} stade en atmosphère de gaz carbonique est de 8 jours, et celle des autres stades, inférieure à 4 jours, il est impossible de différencier le développement de la polyédrie nucléaire chez les larves exposées à l'anhydride carbonique de celui des larves exposées à l'air ambiant. Ceci nous oblige à diminuer la teneur en gaz carbonique à 50%, puis 25%, 12.5% et enfin 6.25%. Mais même ces deux dernières concentrations minimales provoquent la mortalité des larves du 1^{er} stade après 8 jours et celles des stades plus avancés après 4 jours.

Les larves infectées survivent de 10 à 15 jours en atmosphère d'azote pur, (autant que les larves saines) sans que nous puissions relever de signes internes de développement de la polyédrie nucléaire. Dès les premiers jours, les larves saines ou infectées soumises à l'azote s'affaiblissent et se nourrissent très mal.

Les symptômes du développement de la maladie virale chez les larves de *N. swainei* soumises à l'argon ou à l'oxygène ont été décelés par des analyses microscopiques périodiques. L'examen de l'état des noyaux des cellules du tissu épithélial de l'estomac moyen démontre qu'il y a coagulation de la chromatine après 4 jours, apparence de polyèdres après 8 jours, se développant totalement dans le noyau en 10 à 15 jours.

L'accélération du développement de l'infection virale chez les larves des 2^{ème} et 3^{ème} stades, soumises à l'oxygène pur par rapport au développement observé chez les larves soumises à l'air ambiant, explique la mortalité plus rapide, en 6 à 10 jours. Par contre, il n'y a aucune évidence d'accélération de la virose chez les larves des 4^{ème} et 5^{ème} stades.

L'effet d'accélération de la mortalité des larves infectées est plus évident dans le cas de l'argon pur. La même période de développement de la maladie virale (coagulation des chromatines, formation de polyèdres) est observée chez les larves des 2^{ème} et 3^{ème} stades ; 50% de mortalité est observé après 10 jours alors que pour les larves infectées soumises à l'air ambiant, le même taux est atteint après 25 jours.

Chez les larves soumises à l'azote ou à l'anhydride carbonique, l'infection virale ne se développe pas dans les tissus normalement atteints. Par contre chez les larves soumises à l'argon ou à l'oxygène, le développement de l'infection est visible et semble même accéléré.

L'influence des gaz sur le développement de la maladie virale de différents stades de *N. swainei* reste à déterminer mais l'étude de l'influence des gaz oxygène, anhydride carbonique, azote et argon sur la survivance des larves saines de *N. swainei* à cinq stades de son développement est chose faite.

Références

- BEADLE, L. C. and S. F. BEADLE, 1949. Carbon dioxide narcosis in insect. *Nature*, **164**: 235.
- BRUN, G., 1963. Thèse de Biologie expérimentale — ORSAY.
- CHAUVIN, RÉMY, 1956. Physiologie de l'insecte. Collection I. N. R. A., p. 437.
- L'HÉRITIER, P. H. et G. TESSIER, 1937. Une anomalie physiologique héréditaire chez la Drosophile. *C. r. Acad. Sci.*, **205**: 1099.
- PLUS, Nadine, 1954. Étude de la multiplication du virus de la sensibilité au gaz carbonique chez les Drosophiles. *Bull. biol. Fr. Belg.*, **88**: 248-293.
- ROCKSTEIN, M., 1964. The physiology of insects. Vol. 3, Academic Press, New York, p. 644.
- SMIRNOFF, W. A., 1961. A virus disease of *Neodiprion swainei* Middleton. *J. Insect Path.*, **3**: 29-46.

LA NOURRITURE DES ESTURGEONS *ACIPENSER FULVESCENS*
DE LA RIVIÈRE NOTTAWAY, TRIBUTAIRE
DE LA BAIE JAMES

Etienne MAGNIN et P. P. HARPER

Département de Biologie, Université de Montréal, Montréal, Québec

Résumé

Du 23 mai au 28 juin 1963, on a prélevé 55 contenus stomacaux d'esturgeons provenant du lac et de la rivière Waswanipi (76°-76°30' de longitude ouest et 49°30'-49°40' de latitude nord). La nourriture essentiellement benthique est composée principalement de larves d'insectes aquatiques Trichoptères, Ephéméroptères, Diptères, Plécoptères et Odonates. Les Mollusques, relativement peu nombreux dans l'ensemble, constituent par contre la presque totalité de la nourriture de quelques individus. Les Crustacés sont en nombre insignifiant (4). On a tiré de ces observations quelques conclusions sur la variation de la nourriture des esturgeons avec l'âge et surtout avec le milieu où vivent ces poissons.

Abstract

The stomach contents of 55 sturgeons collected between May 23 and June 28 1963 in Lake Waswanipi and the Waswanipi River (76°-76°30' W and 49°-49°40' N) were examined. The food is composed essentially of benthic macroinvertebrates, mainly larvae of aquatic insects, such as Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera, Plecoptera, and Odonata. Mollusca, although not very numerous, constitute the bulk of the food of a few individuals. The number of Crustacea (4) is negligible. These observations led to general conclusions concerning the influence of the age and the habitat of the sturgeons on their feeding habits.

Introduction

Nous avons déjà décrit précédemment quelques aspects de la biologie des esturgeons (*Acipenser fulvescens*) vivant dans le bassin de la rivière Nottaway, tributaire de la baie James : la croissance (Magnin, 1965), divers aspects de leur reproduction (Magnin, 1966a) et en particulier les cycles de reproduction (Magnin, 1966b). Cet article sur la nourriture donne aussi des indications intéressantes sur le mode de vie de ces poissons.

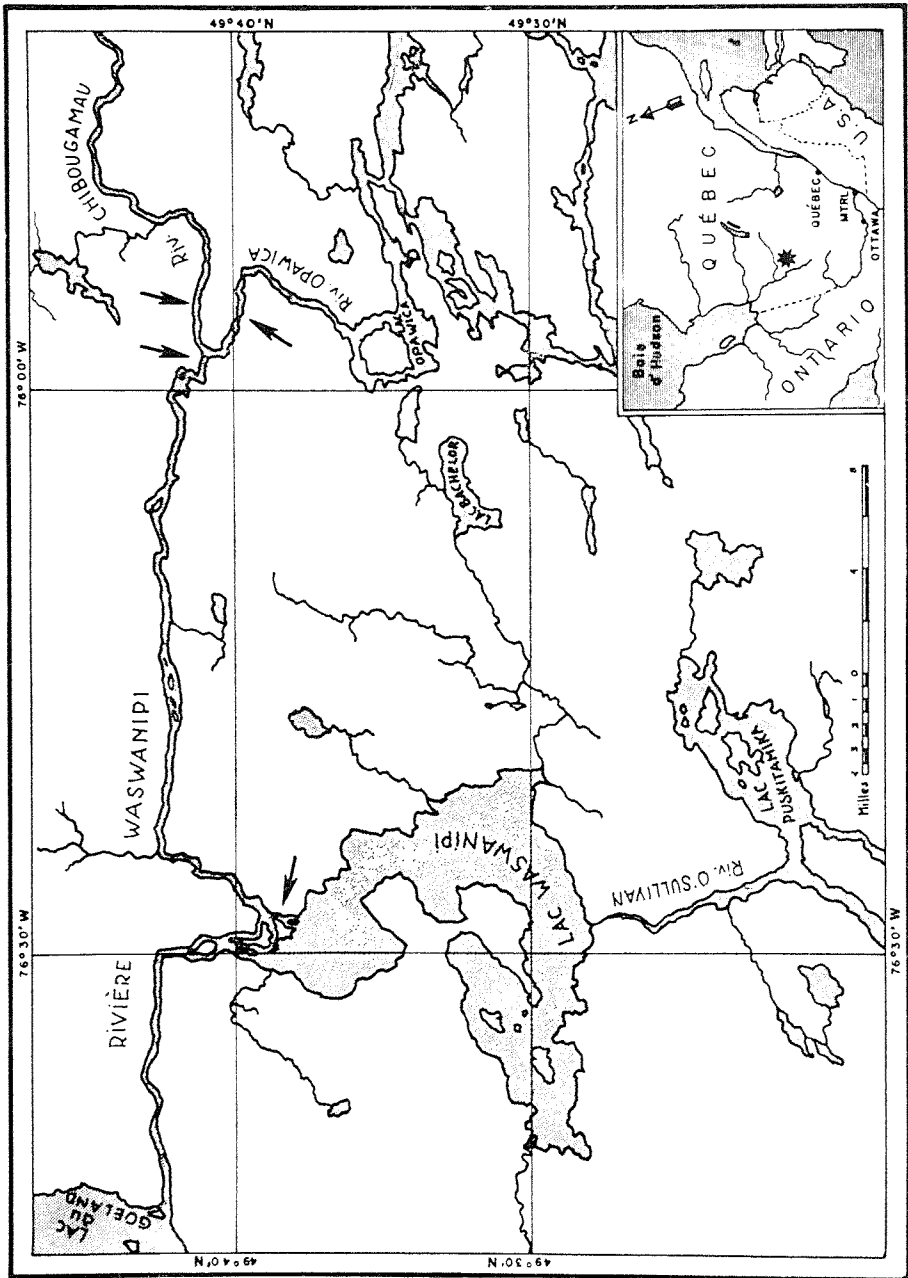


FIGURE 1. Lieux de capture des esturgeons (*Acipenser fulvescens*) (marqués d'une flèche).

Matériel et méthodes

La nourriture d'un poisson varie suivant l'endroit où il vit, suivant le temps de l'année et aussi suivant la taille ou l'âge du poisson. Nous allons préciser ces trois facteurs dans les récoltes que nous avons faites.

Tous les esturgeons étudiés ici ($N = 53$) ont été capturés dans la région située entre 76° et $76^\circ 30'$ de longitude ouest et entre $49^\circ 30'$ et $49^\circ 40'$ de latitude nord (fig. 1). Malgré leur aire de répartition relativement restreinte, nous les avons divisés en quatre groupes correspondant à quatre milieux différents :

A. Trente-cinq esturgeons du lac Waswanipi ou de l'embouchure de la rivière Waswanipi dans le lac.

B. Sept esturgeons de la rivière Waswanipi au point de jonction de cette rivière avec les rivières Chibougamau et Opawica.

C. Neuf esturgeons de la rivière Chibougamau.

D. Deux esturgeons de la rivière Opawica.

Tous les spécimens ont été pris au même temps de l'année, c'est-à-dire du 23 mai au 28 juin 1963.

L'âge des spécimens peut avoir une influence sur le régime alimentaire. Son influence sera étudiée dans le groupe le plus important, le groupe A qui comprend 35 spécimens de la rivière et du lac Waswanipi et que nous avons divisé en quatre sous-groupes : A_1 , poissons de 3 à 5 ans inclus ($N = 9$) ; A_2 , poissons de 6 à 10 ans inclus ($N = 11$) ; A_3 , poissons de 11 à 20 ans inclus ($N = 8$) et A_4 , poissons de 20 ans à 46 ans ($N = 7$).

Après avoir décrit brièvement les méthodes de prélèvement, nous décrirons et discuterons la méthode d'étude de notre échantillonnage.

Les estomacs ont été vidés aussitôt après la capture du poisson. Les contenus stomacaux ont été d'abord fixés au formol à 10% puis conservés dans de l'alcool à 70%.

Hynes (1950) a passé en revue les différentes méthodes utilisées pour l'étude de l'alimentation des poissons ; d'après lui la méthode la plus satisfaisante serait une méthode volumétrique ; en second lieu viendraient deux méthodes : celle des « points » qui consiste à attribuer un certain nombre de points à un estomac suivant la quantité de nourriture qui s'y trouve et celle d'occurrence qui consiste à calculer le nombre de poissons possédant tel genre de nourri-

TABLEAU I

Nature des proies		Nombre d'esturgeons Age Longueur totale	9 3-5 34-49.5 cm	11 6-10 48-67 cm	8 11-20 66-93 cm	7 20-46 95-131.5 cm
Crustacés		Copépodes	1			2
Insectes terrestres		Amphipodes	(0.06)		1	(0.096)
TRICHOPTÈRES						
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>		4	2	
	Psychomyidae	<i>Phylocentropus</i>	10	1		
		<i>Polycentropus</i>	2	7	9	5
			(0.12)	(0.18)	(0.63)	(0.24)
	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	12	106	12	2
		<i>Cheumatopsyche</i>	2	4	3	(0.096)
			(0.12)	(0.10)	(0.21)	
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>		1		
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i>		62		
		<i>Protoptila</i>			1	
				(1.63)	(0.07)	
	Phryganeidae	<i>Phryganea</i>				2
		<i>Banksiola*</i>		2	12	(0.096)
		<i>Ptilostomis</i>			1	40
					(0.07)	(1.93)
	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i>	3			1
		—	4	4		(0.048)
			(0.18)	(0.10)		
	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i>	14	128		
			(0.82)	(3.35)		
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>			80	
					(5.64)	
	Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	1001	2254	30	1
		<i>Leptocella</i>	4		2	(0.048)
			(0.24)		(0.14)	(0.048)
	Molannidae	<i>Molannna</i>	72	81	21	2
	Bereidae	<i>Berea</i>		1		(0.096)
		—		4	1	
			(0.65)	(0.13)	(0.07)	
			1135	2659	174	54
			(66.75)	(69.72)	(12.26)	(2.59)
EPHÉMÉROPTÈRES						
	Siphonuridae	<i>Siphonurus</i>			1	
		<i>Isonychia</i>		17	3	143
				(0.44)	(0.21)	(6.90)
	Baetidae	<i>Baetis</i>			1	
					(0.07)	
	Heptageniidae	<i>Epeorus</i>		2	9	
		<i>Stenonema</i>		(0.052)	(0.63)	
		—			3	
					(0.21)	
	Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i>		1		
				(0.026)		
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>		5	1	
				(0.13)	(0.07)	
	Baetiscidae	<i>Baetisca</i>	1			3
			(0.06)			(0.14)
	Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	61	230	470	473
		<i>Hexagenia</i>	103	378	427	1287
			(3.59)	(6.03)	(33.12)	(22.82)
			(6.06)	(9.91)	(30.09)	(62.08)
			165	633	915	1906
			(9.71)	(16.59)	(64.47)	(91.94)

PLÉCOPTÈRES	Pteronarcidae	<i>Pteronarcys</i>			1	(0.026)			
	Perlodidae	<i>Isoperla</i> <i>Isogenus</i>	74 1	(4.35) (0.06)	241 34	(6.32) (0.91)	7 1	(0.49) (0.07)	1 (0.049)
	Perlidae	<i>Acroneuria</i>			1	(0.026)			
	Chloroperlidae	<i>Alloperla</i> <i>Hastaperla</i>			1 1	(0.026)	1 6	(0.07) (0.42)	
			75	(4.41)	278	(7.308)	15	(1.07)	1 (0.049)
ODONATES	Coenagrionidae	<i>Enallagma</i>							2 (0.096)
	Gomphidae	<i>Gomphus</i> <i>Ophiogomphus</i>	7 1	(0.41) (0.06)	7 8	(0.18) (0.21)	12 31	(0.85) (2.18)	2 4 (0.096) (0.19)
	Corduliidae	<i>Helocordulia</i>			1	(0.026)			
			8	(0.47)	16	(0.416)	43	(3.03)	8 (0.382)
DIPTÈRES	Rhagionidae		1	(0.06)	9	(0.23)			
	Simuliidae		1	(0.06)	2	(0.052)	2	(0.14)	
	Tabanidae		1	(0.06)	4	(0.10)	2	(0.14)	1 (0.048)
	Tendipedidae		289	(16.99)	208	(5.40)	246	(17.34)	64 (3.09)
	Tipulidae				1	(0.026)	4	(0.28)	15 (0.72)
			292	(17.17)	224	(5.808)	254	(17.90)	80 (3.858)
COLÉOPTÈRES	Dytiscidae				1	(0.026)			
MÉGALOPTÈRES	Sialidae						3	(0.21)	1 (0.048)
GASTÉROPODES	Bulimidae						2	(0.14)	1 (0.048)
	Lymnaeidae						8	(0.56)	11 (0.53)
	Physidae						3	(0.21)	
	Planorbidae						1	(0.07)	3 (0.14)
	Valvatidae								5 (0.24)
PELECYPODES	Sphaeriidae		25	(1.47)	3	(0.078)			1 (0.048)
PISCES									
Total			1701		3814		1419		2073
Nombre moyen de proies			189		346		177		296
Ecart dans le nombre de proies			41-353		81-984		51-336		63-585

Nourriture des esturgeons provenant du lac et de la Rivière Waswanipi (en amont du lac). Les chiffres entre parenthèses représentent des pourcentages. * *Banksiola* ou *Agrypnia*.

ture ; la méthode du dénombrement qui consiste à calculer le nombre d'organismes présents dans les estomacs est jugée peu satisfaisante.

C'est néanmoins cette dernière méthode que nous adoptons ici. Les prélèvements n'ont pas été faits de façon à permettre l'utilisation de la méthode des points, car le degré de remplissage (fullness) de l'estomac n'a pas été noté au moment de la capture. D'autre part, la méthode d'occurrence ne s'avère pas plus satisfaisante : l'échantillonnage est trop petit et la grande diversité des proies dans un même estomac fait que certaines proies sont présentes dans presque tous les estomacs mais dans des proportions variables ; la méthode d'occurrence donnerait alors la même importance à toutes ces proies.

Nous devons évidemment tenir compte des limitations de la méthode de dénombrement utilisée ici et nous rappeler, par exemple, que les larves d'Ephéméroptères sont plus grosses que les larves de Chironomides. Cette méthode nous a cependant permis de mettre en évidence les principaux éléments du régime alimentaire des esturgeons de ces régions et de nous éclairer sur quelques aspects de l'écologie de ces poissons. Nous étudierons d'abord le régime alimentaire des esturgeons capturés dans le lac et à l'embouchure de la rivière Waswanipi en tenant compte de l'âge et de la taille des individus. Nous pourrons ensuite le comparer avec celui des esturgeons capturés aux trois autres stations.

Résultats

RÉGIME ALIMENTAIRE DES ESTURGEONS DU LAC ET DE LA RIVIÈRE WASWANIFI

Pour les trois groupes que nous avons définis plus haut, nous décrivons successivement la composition générale de la nourriture du groupe et nous donnerons ensuite les proies principales ingérées par les individus (tableau I).

Esturgeons de 3-5 ans

Pour tout le groupe, les proies principales sont les larves de Trichoptères (*Oecetis*, Leptoceridae) ; les proies secondaires sont les larves d'Ephéméroptères (*Hexagenia*, Ephemeridae) et les larves de Diptères (Tendipedidae : Chironomides).

Des neuf spécimens étudiés, six avaient *Oecetis* comme proie principale, deux avaient *Hexagenia*, et un avait des Chironomides.

Esturgeons de 6 à 10 ans

Les larves de Trichoptères (*Oecetis*) sont encore la proie la plus importante ; cependant, les larves d'Ephéméroptères (*Ephemera* et *Hexagenia*) ga-

gnent de l'importance. Les larves de Plécoptères ne jouent un rôle important que chez un seul individu.

Parmi les onze spécimens étudiés, trois avaient *Oecetis* comme proie principale, quatre avaient *Ephemera* et *Hexagenia*, trois avaient *Oecetis*, *Ephemera* et *Hexagenia* et un avait un mélange de larves d'Ephemeridae, de Plécoptères (Perlodidae) et de Trichoptères (Hydropsychidae).

Esturgeons de 11 à 20 ans

Les larves d'Ephéméroptères deviennent la proie principale ; celles-ci appartiennent presque exclusivement à la famille des Ephemeridae dont les larves sont fouisseuses. Les Trichoptères et les Chironomides viennent en second lieu ; l'importance des Trichoptères est due à un seul individu qui s'était nourri d'un grand nombre d'Helicopsyche (*Helicopsyche* sp.)

Des huit spécimens étudiés, six avaient *Ephemera* et *Hexagenia* comme proies principales, un avait *Helicopsyche* comme proie dominante et un avait un mélange, sans proie nettement dominante.

Esturgeons de 21 ans et plus

Tous les spécimens ont des larves d'Ephéméroptères comme proie principale : ces larves sont fouisseuses et appartiennent aux genres *Ephemera* et *Hexagenia*. Chez un spécimen cependant, elles appartiennent à la famille des Siphonuridae (*Siphonurus* sp.).

Comparaison de la nourriture selon l'âge

Malgré le faible échantillonnage dans chacun des groupes, on voit un changement graduel mais très net de la nourriture selon l'âge des spécimens. Les plus petits esturgeons étudiés (3-5 ans) se nourrissent en grande partie de larves de Trichoptères (*Oecetis*, Leptoceridae) avec des larves de Chironomides et quelquefois de Plécoptères (Perlodidae). Ce sont là de petites espèces (5-12 mm) ; deux individus seulement se sont nourris de larves d'Ephemeridae de plus grosse taille (15-25 mm).

Chez les esturgeons de 6 à 10 ans, les larves de Trichoptères jouent à peu près le même rôle, mais les larves d'Ephemeridae prennent de l'importance.

Chez les esturgeons de 11 à 20 ans, les larves de Trichoptères ne jouent plus qu'un rôle nettement secondaire, alors que les larves d'Ephemeridae prennent la place de proie principale.

TABLEAU II

<i>Nature des proies</i>		<i>Provenance</i> <i>Nombre d'esturgeons</i> <i>Age</i> <i>Longueur totale</i>	Rivière Waswanipi (en amont) 7 14-28 76-93.5 cm	Rivière Chibougamau 9 19-35 83.5-107 cm	Rivière Opawica 2 12-20 60-83 cm
<i>Nématomorphes</i>				3 (0.14)	
<i>Annélides</i>			2 (0.15)	1 (0.05)	2
<i>Crustacés</i>	Cladocères Copépodes Amphipodes				2
<i>Hydracorius</i>		1 (0.08)	2 (0.095)		
Insectes terrestres		19 (1.47)	198 (9.45)		
TRICHOPTÈRES				7 (0.33)	
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>			
	Psychomyiidae	<i>Phylocentropus</i>	43 (3.34)		
		<i>Polycentropus</i>	14 (1.09)	1 (0.048)	1
	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i>	105 (8.15)	50 (2.38)	2
		<i>Cheumatopsyche</i>		10 (0.43)	
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i>	1 (0.08)		
	Phryganeidae	<i>Phryganea</i>	1 (0.08)		
		<i>Bankstola</i> *	84 (6.52)		
		<i>Eubasilissa</i>	3 (0.23)		
		<i>Ptilostomis</i>	1 (0.08)		
	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i>	7 (0.54)	3 (0.14)	
		—		2 (0.095)	
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>		5 (0.24)	
	Odontoceridae	<i>Psilotetra</i>		2 (0.095)	
	Leptoceridae	<i>Oecetis</i>	3 (0.23)	5 (0.24)	6
		<i>Leptocella</i>		5 (0.24)	1
	Molannidae	<i>Molanna</i>	5 (0.39)	2 (0.095)	2
	—	—	6 (0.47)		1
			273 (21.20)	92 (4.33)	13 (3.3)
EPHÉMÉROPTÈRES					
	Siphonuridae	<i>Siphonurus</i>	372 (28.85)	172 (8.21)	3
		<i>Isonychia</i>	1 (0.08)	7 (0.33)	
		<i>Siphonisca</i>	4 (0.31)		
	Baetidae	<i>Baetis</i>	4 (0.31)	1 (0.048)	
	Heptageniidae	<i>Epeorus</i>	1 (0.08)	18 (0.86)	
		<i>Stenonema</i>		5 (0.24)	
		<i>Athroplea</i>	2 (0.15)	1 (0.048)	
	Leptophlebiidae	—	58 (4.50)	5 (0.24)	3
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i>	21 (1.62)	9 (0.48)	
	Baetiscidae	<i>Baetisca</i>	9 (0.70)	2 (0.095)	
	Ephemeridae	<i>Ephemera</i>	3 (0.23)	23 (1.1)	101
		<i>Hexagenia</i>	14 (1.09)	7 (0.33)	189
			489 (37.92)	250 (11.98)	296 (75.90)

PLÉCOPTÈRES	Leuctridae	<i>Leuctra</i>			1	(0.048)	
	Pteronarcidae	<i>Pteronarcys</i>	1	(0.08)			
	Perlodidae	<i>Isoperla</i>	6	(0.47)	11	(0.52)	1
		<i>Isogenus</i>	2	(0.15)	6	(0.29)	
	Perlidae	<i>Acroneuria</i>			1	(0.048)	
	Chloroperlidae	<i>Alloperla</i>	1	(0.08)	2	(0.095)	
	<i>Hastaperla</i>	1	(0.08)	16	(0.72)		
			11	(0.86)	37	(1.72)	1
ODONATES	Lestidae	<i>Lestes</i>	1	(0.08)			
	Gomphidae	<i>Gomphus</i>	3	(0.23)			1
		<i>Ophiogomphus</i>	3	(0.23)	33	(1.57)	2
	Aeshnidae	<i>Aeshna</i>	2	(0.15)			
	Cordulegastridae	<i>Cordulegaster</i>	1	(0.08)			
	Libellulidae	<i>Leucorrhinia</i>	30	(2.33)			
			40	(3.10)	33	(1.57)	3
DIPTÈRES	Blepharoceridae				1	(0.048)	
	Rhagionidae				2	(0.095)	
	Simuliidae		10	(0.77)	11	(0.52)	
	Tabanidae		18	(1.40)	16	(0.76)	2
	Tendipedidae		120	(9.30)	140	(6.68)	65
	Tipulidae		4	(0.31)	17	(0.81)	
			152	(11.78)	187	(8.91)	67 (17.18)
COLÉOPTÈRES	Dryopidae				5	(0.24)	
	Dytiscidae		247	(10.16)	1	(0.048)	
	Elmthinidae				21	(1.00)	
	Gyrinidae		3	(0.23)			
			250	(10.39)	27	(1.288)	
MÉGALOPTÈRES	Sialidae		1	(0.08)			4
LÉPIDOPTÈRES	Aquatiques		1	(0.08)	3	(0.14)	
HÉMIPTÈRES	Corixidae		1	(0.08)	2	(0.095)	
GASTÉROPODES	Bulimidae		18	(1.40)	643	(30.69)	2
	Limnaeidae		15	(1.16)	9	(0.48)	
	Physidae				32	(1.52)	
	Planorbidae		14	(1.09)	34	(1.62)	
	Valvatidae				187	(8.93)	
	Sphaeriidae		3	(0.23)	355	(16.95)	
			50	(3.88)	1265	(60.42)	
Nombre total			1289		2095		390
Nombre moyen de proies			184		232		195
Ecart du nombre de proies			46-352		19-489		145-245

* *Banksiola* ou *Agrypnia*

Nourriture des esturgeons provenant de la Rivière Waswanipi (en amont, près de la jonction avec les deux autres rivières), de la rivière Chibougamau et de la Rivière Opawica. Les chiffres entre parenthèses sont des pourcentages.

Chez les esturgeons les plus âgés (20 ans et plus), les larves de Trichoptères ne jouent plus de rôle appréciable et la diète est presque exclusivement composée de larves d'Ephéméroptères.

Il ne s'agit probablement pas de sélection des proies, le mode de nutrition des Esturgeons ne permettant pas une telle sélection (Magnin, 1962). Il s'agit plutôt d'une sélection d'habitat ou de lieu de nutrition. Les spécimens les plus jeunes se nourrissent surtout de larves de Trichoptères *Oecetis* (Leptoceridae) et *Molanna* (Molannidae) qui ont des étuis faits de grains de sable et qui doivent vivre, de ce fait, sur les parties sablonneuses de la rivière. Les spécimens les plus âgés mangent surtout des larves d'Ephéméroptères fouisseuses et surtout des larves d'*Hexagenia* qui vivent dans ces régions plus calmes, enfouies dans la boue; cela est confirmé par la présence de larves de Trichoptères de la famille des Phryganeidae qui, elles, ont des étuis faits de morceaux de feuilles et préfèrent ordinairement les fonds boueux.

RÉGIME ALIMENTAIRE DES ESTURGEONS DES AUTRES STATIONS (tableau II)

Rivière Waswanipi (amont)

Les spécimens sont tous assez âgés; ils ont de 14 à 28 ans.

Les contenus stomacaux des esturgeons de cet endroit sont beaucoup plus variés que ceux des esturgeons qui vivent à l'embouchure de la rivière et dans le lac. Le nombre des familles représentées est plus grand. Cela doit dépendre d'une plus grande richesse de la faune.

Le régime alimentaire est aussi différent. En effet, les larves d'Ephéméroptères (Ephemeridae) jouent un rôle moins important. Les proies ingérées font partie de deux faunes assez nettes: une faune de ruisseau ou d'eaux tumultueuses faites de Trichoptères Psychomyidae et Hydropsychidae et d'Ephéméroptères Siphonuridae et une faune d'étang ou d'eau calme faite de Trichoptères Phryganeidae, de Coléoptères Dysticidae et d'Odonates Libellulidae. Les spécimens récoltés se sont nourris dans l'un ou l'autre de ces deux milieux ou même dans les deux à la fois.

Rivière Chibougamau

Les esturgeons de cette rivière montrent une alimentation très variée et assez similaire à celle des esturgeons de la rivière Waswanipi en amont du lac. Il y a, cependant une grande différence entre la nourriture de ces esturgeons et celle des esturgeons trouvés dans les autres milieux; les mollusques représentent en effet 60.42% des proies ingérées.

Rivière Opawica

Ces deux esturgeons ont un régime alimentaire semblable à celui des esturgeons du lac Waswanipi: il est composé surtout de larves fousseuses d'Ephéméroptères *Ephemera* et *Hexagenia*.

Conclusions

Bien qu'elle ne porte que sur une courte période de l'année (23 mai au 28 juin), cette étude nous a permis de tirer quelques conclusions qui nous semblent intéressantes:

TABLEAU III
Mollusques trouvés dans les contenus stomacaux de 7
esturgeons de la région de Waswanipi.

	Désignation	N
Gastéropodes		
Physidae	<i>Physa</i>	26
Lymnaeidae	<i>Stagnicola</i>	11
Planorbidae	<i>Gyraulus parvus</i> (Say)	5
	<i>Helisoma anceps</i> (Menke)	1
Bulimidae	<i>Amnicola (Amnicola) limosa</i> (Say)	515
	<i>Amnicola (Probythinella) binneyana</i> Hannibal	109
Valvatidae	<i>Valvata sincera</i> Say	46
	<i>Valvata tricarinata</i> (Say)	137
Pélicypodes		
Unionidae		1
Sphaeriidae	<i>Pisidium ferrugineum</i> Prime	5
	<i>Pisidium casertanum</i> (Poli)	21
	<i>Pisidium follox</i> Sterki	1
	<i>Sphaerium striatinum</i> (Lam.)	51
	<i>Sphaerium striatinum facuminatum</i> Prime	64
	<i>Sphaerium nitidum</i> Clessin	39
	<i>Sphaerium (Musculium) securis</i> Prime	28

Identification : H. B. Herrington

1. Les esturgeons *Acipenser fulvescens* de la région de Waswanipi sont très opportunistes; ils peuvent changer leur régime alimentaire suivant le milieu dans lequel ils vivent. Cela a déjà été observé chez les esturgeons de la même espèce (Harkness et Dymond, 1961; Cuerrier, 1966) et même d'autres espèces (Magnin, 1962).

2. En particulier, la faune benthique des rivières est différente de celle des lacs et les esturgeons, quelle que soit leur taille, semblent s'en accommoder.

3. La différence de régime alimentaire que nous avons observée entre les esturgeons jeunes et les esturgeons plus âgés pourrait être due non pas à une sélection de la nourriture, mais plutôt à un habitat différent: les plus âgés vivent dans les eaux plus calmes et plus profondes que les plus jeunes.

4. Les crustacés benthiques qui sont ordinairement une proie importante pour les esturgeons jouent ici un rôle négligeable. Ceci est probablement dû à la pauvreté de ces eaux en crustacés. Quatre amphipodes seulement appartenant à l'espèce *Hyallolella azteca* ont été trouvés dans les 53 estomacs examinés et cela sur un total de 12,781 proies.

Remerciements

L'expédition au lac Waswanipi a été organisée conjointement par le Service de la Faune du ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec et le département des Affaires indiennes du gouvernement d'Ottawa. Le Rev. H.B. Herrington a fait l'identification des Mollusques. Nous tenons à remercier les organismes et les personnes qui nous ont apporté ainsi leur concours.

Références

- CUERRIER, J. P., 1966. L'esturgeon de lac *Acipenser fulvescens* de la région du lac Saint-Pierre au cours de la période du frai. *Naturaliste can.*, **94** (4): 279-334.
- *HARKNESS, W. J. K. et J. R. DYMOND, 1961. The lake sturgeon. Ontario Dept. Lands Forests. 121 p.
- HYNES, H. B. N., 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of the methods used in the study of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, **19**: 36-58.

* Ces articles contiennent une bibliographie plus importante sur le sujet qui nous intéresse.

- *MAGNIN, E., 1962. Recherches sur la systématique et la biologie des Acipenséridés *Acipenser sturio* L., *Acipenser oxyrinchus* Mitc. et *Acipenser fulvescens* Raf. *Ann. Stat. centr. Hydrobiol. ap.*, **9**: 8-242.
- MAGNIN, E., 1965. Croissance de l'esturgeon *Acipenser fulvescens* vivant dans le bassin hydrographique de la rivière Nottaway, tributaire de la baie James. *Naturaliste can.*, **92** (8-9): 193-204.
- MAGNIN, E., 1966a. Quelques données biologiques sur la reproduction des esturgeons *Acipenser fulvescens* de la rivière Nottaway. *Can. J. Zool.*, **44**: 257-263.
- MAGNIN, E., 1966b. Recherches sur les cycles de reproduction des esturgeons *Acipenser fulvescens* de la rivière Nottaway tributaire de la baie James. *Verh. int. Verein. Limnol.*, **16**: 1018-1024.

COMMUNICATIONS BRÈVES

ÉTUDES SUR LA FLORE DU SAGUENAY

III — *Rudbeckia hirta* L. forma *homochroma* Steyermark *

RICHARD CAYOUCETTE

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

Le *Rudbeckia hirta* L., espèce introduite de l'Ouest, est commun sur les sols légers et secs de la région du Saguenay. On le trouve en quantité dans les champs abandonnés du cap Jaseux, à Saint-Fulgence, comté de Dubuc, où le Camp des Jeunes Explos a établi ses quartiers généraux. Une telle concentration d'individus d'une même espèce favorise la rencontre de spécimens atypiques. De fait, on en a trouvé plusieurs de divers types. De toutes les variations observées, la plus spectaculaire est celle qui affecte la coloration des fleurons tubuleux devenus jaune-verdâtre au lieu d'être bruns. Depuis quelques années, les botanistes qui fréquentent le cap Jaseux ont pu observer, photographier et récolter de tels spécimens.

L'identification de ces *R. hirta* à fleurons tubuleux jaune-verdâtre a soulevé quelques problèmes. Sans doute, le forma *homochroma* décrit par Steyermark (1938) semblait-il s'approcher le plus des spécimens du cap Jaseux ; mais la diagnose ne correspondait pas parfaitement à la réalité. Steyermark y décrivait comme suit le type, récolté au Missouri : « *a forma typica recedit disci floribus luteis.* » Ce *disci floribus luteis* qualifiait mal les fleurons tubuleux plutôt verdâtres des spécimens du cap Jaseux. La version anglaise de la diagnose était encore plus déroutante : « . . . with the disk — as well as the ray — florets yellow throughout. » laissant ainsi entendre que les fleurons ligulés et les fleurons tubuleux étaient d'un même jaune ; ce qui est loin d'être le cas, du moins chez les spécimens du cap Jaseux.

Grâce à l'obligeance du Dr Walter H. Lewis, directeur du Missouri Botanical Garden, j'ai eu l'occasion d'étudier l'holotype du *R. hirta* f. *homochroma*. Le spécimen de Steyermark est dans un état de maturité plus avancé que ceux du cap Jaseux, récoltés au début de l'anthèse. Cependant, l'examen des fleurons

* Contribution numéro 107, Service de la Recherche et de l'Enseignement, Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec, Canada.

tubuleux de l'holotype révèle sans équivoque qu'ils sont jaune-verdâtre ; tandis que les fleurons ligulés, qui ont évidemment pâli au séchage, étaient, à l'état frais, de ce jaune orangé qu'on leur connaît habituellement. Une étude plus poussée des capitules montre, de plus, que les paillettes (chaffs) des spécimens du cap Jaseux sont entièrement jaune-verdâtre et que celles de l'holotype, tout en étant aussi jaune-verdâtre, sont légèrement teintées de brun vers l'apex. À part cette minime différence, peut-être due au degré de maturité plus avancé du spécimen du Missouri, les récoltes du cap Jaseux sont identiques à celle de l'holotype du *R. hirta* L. forma *homochroma* Steyermark.

En conclusion de cette brève étude d'une remarquable variation de la coloration des capitules du *R. hirta*, il faut convenir que la diagnose du f. *homochroma* publiée par Steyermark décrit imparfaitement les faits. En conséquence, il me paraît souhaitable de la corriger comme suit :

Rudbeckia hirta L. forma *homochroma* Steyermark emend. Cayouette *A forma typica recedit disci floribus flavovirentibus ; paleis flavovirentibus nonnunquam ad apicem brunneolis suffisis.*

Outre l'holotype déjà cité par Steyermark (1938), les spécimens suivants, tous du cap Jaseux, appartiennent au *R. hirta* f. *homochroma* : 18 juillet 1959, R. Cayouette 5196, (QUE) ; 17 juillet 1960, R. Cayouette 5598, (QUE) ; 29 juin 1960, S. Brisson 6005a, (SFS) ; 9 juillet 1963, S. Brisson 63165, (SFS) ; 20 août 1964, S. Brisson 64860, (SFS).

Référence

STEYERMARK, Julian A., 1938. New combinations and underscribed forms from Missouri. *Rhodora*, 40: 177-179.

LE MAGNÉSIUM SERAIT-IL UN AGENT PROPHYLACTIQUE DU CANCER ?

ERNEST MALY

Certains phénomènes associés à l'étiologie du cancer semblent, suivant certains auteurs (1, 2), le résultat d'un message héréditaire transmis par un chromosome dont les molécules d'acide désoxyribonucléique seraient à un plus haut degré d'énergie moléculaire (3, 4).

Ce haut niveau d'énergie moléculaire proviendrait soit de radiations, soit de la présence de virus, de matières tannantes, etc . . . Ces molécules à haut degré d'énergie seraient plus instables, du fait d'une altération de leur structure stérique (8, 9, 10, 11, 12, 13) et leur vitesse de duplication serait accentuée et la division cellulaire accélérée de façon inusitée. Les cellules cancéreuses porteraient donc un caractère héréditaire de multiplication anarchique.

La combinaison de magnésium (voir figure 1) à la molécule de DNA conférerait à cette molécule une structure électronique de niveau d'énergie inférieur. On sait par ailleurs, d'après les travaux de M.J. Shear (14) que

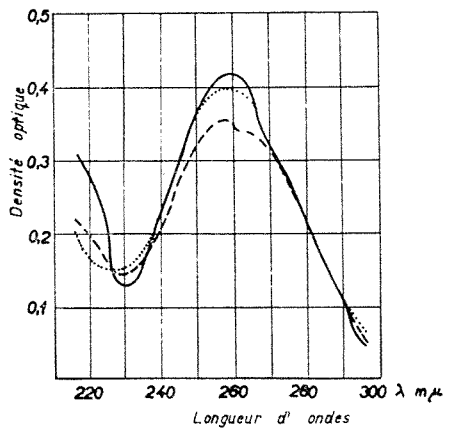
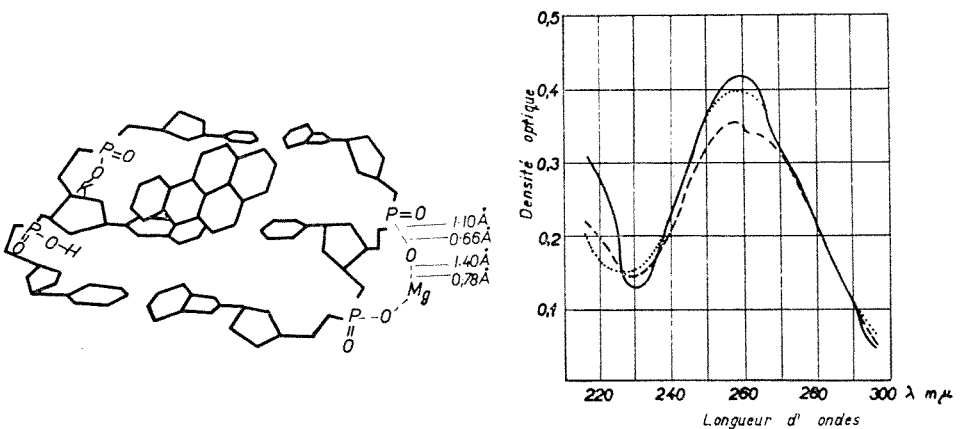


FIGURE 1 – Fraction de molécule de DNA montrant les ions Mg^{++} K^{+} liés à la partie phosphate des nucléotides constituant de la molécule.

FIGURE 2 – Spectres d'absorption de solutions de DNA dans l'ultraviolet. En trait plein : solution de DNA à 0,002% dans l'eau distillée (témoin). En traits discontinus : solution de DNA 0,002% et $MgCl_2$ 0,008% moléculaire. En pointillé : solution de DNA 0,002% et KCl 0,008 moléculaire.

dans les tissus cancéreux, la teneur en magnésium est basse et la teneur en potassium élevée. Le magnésium et le potassium sont deux éléments qui se trouvent normalement dans le noyau cellulaire.

Nous avons, pour mettre en évidence, l'influence du magnésium et du potassium sur le DNA de thymus de veau, l'une contenant du DNA et du chlorure de magnésium, une autre contenant du DNA et du chlorure de potassium et une solution témoin, contenant seulement du DNA. La figure 2 fait voir les courbes d'absorption dans l'ultraviolet pour ces trois solutions.

D'après ces courbes, il semble que le magnésium a pour effet de diminuer la chromicité comme le fait un refroidissement lent.

REVUE DES LIVRES

FITTKAU, E. J. et coll. (Editeurs), 1968/1969. **Biogeography and Ecology in South America**. Coll. *Monographiae Biologicae*, vol. 18 et 19. Dr. W. Junk, The Hague. Vol. 1 : XVI + 447 p., 60 fig. Vol. 2 : XII + 496 p., 146 fig. 16 X 24.5 cm. Reliés, US \$20.80 du volume.

Aucun autre continent ne possède autant d'individualité et de richesse de la vie naturelle que le continent sud-américain. Cette richesse impressionnante a fait l'objet de travaux de nombreux naturalistes dont les plus célèbres sont ceux d'Alexander von Humboldt et de Charles Darwin. Presque tous cependant ont abordé des aspects particuliers à une région plutôt qu'à tout le continent. C'est dans ce sens que le présent ouvrage fait innovation: les 29 contributions qui s'y trouvent réunies réfèrent toutes à l'ensemble de l'Amérique du Sud. De plus, les auteurs abordent non seulement des problèmes de systématique mais aussi ceux de la distribution et des relations qui peuvent exister entre les êtres vivants eux-mêmes et les différents facteurs physiques de l'écosystème. Il s'agit donc bien d'un recueil de travaux de biogéographie et d'écologie.

L'ouvrage est composé de 2 volumes. Le premier réunit des vues générales sur la géologie, le relief, le climat, la végétation, les animaux, l'homme et les écosystèmes y compris la destruction et la protection de ces derniers alors que les textes du deuxième volume sont davantage axés vers l'étude de certaines unités taxonomiques végétales et animales.

Séparé du Pacifique par l'immense muraille de la Cordillère des Andes et du Nord par le seul isthme de Panama, le continent sud-américain s'étend sur 45° de longitude et 65° de latitude dépassant l'équateur plus au sud que n'importe quel autre continent. Cette indépendance, déterminée par sa forme et sa longueur et confirmée par des données biogéographiques, fait dire à Schwabe que l'Amérique du Sud peut être considérée avec plus de raison que l'Europe ou même l'Afrique, comme un continent indépendant. Idée qui semble partagée par la quasi totalité des auteurs de cet ouvrage.

Mais, en était-il toujours ainsi ? C'est la question que soulève Martin qui reprend les arguments depuis Suess et son "Gondwanaland", un supercontinent qui aurait jadis réuni l'Afrique et l'Amérique du Sud, et l'hypothèse de la dérive des continents de Wegener, pour conclure qu'à la lumière de trop de résultats contradictoires, aucune hypothèse ne permet, actuellement, de résoudre le problème et que les faits décisifs seront probablement trouvés par les océanographes au fond de l'Atlantique.

Ce qui frappe le plus sur la carte de l'Amérique du Sud, c'est la présence de la chaîne des Andes sur la côte ouest. Cette chaîne divise le continent en deux parties fortement contrastantes. Contrastantes tant au point de vue physique que biotique, voire même historique et politique. Ainsi que le fait ressortir Eidt, la partie atlantique, de loin la plus importante, reçoit la quasi totalité des précipitations alors que la partie pacifique est soumise aux climats très arides. De plus, à cause du fait que la plus grande largeur du continent se situe sous les latitudes équatoriales, la majeure partie de la moitié atlantique est dominée par des climats tropicaux humides. C'est là également que se situent des boucliers précambriens relativement stables et à faible relief alors que la jeune région andine, très découpée, reste tectoniquement et volcaniquement active. La conséquence directe de ces faits sur le plan de la formation des sols est que la partie

atlantique possède des sols très anciens et fortement déminéralisés qui, une fois défrichés se dégradent très rapidement, alors que les sols de la région andine sont plus facilement enrichis et régénérés par suite de l'activité tectonique, orogénique et volcanique. Si l'on ajoute à cela les autres facteurs limitatifs tel l'excès de sécheresse ou d'humidité on constate, selon Beek et Bramao, que 10% seulement des sols de tout le continent peuvent être considérés comme naturellement fertiles. Eh bien, malgré la pauvreté relative des sols de la partie atlantique, où il y a quand même de bonnes exceptions tels les brunizems de la prairie argentine, c'est finalement là que se situe, en particulier dans le bassin de l'Amazone, une région de grande maturité écologique caractérisée par un très grand nombre d'espèces végétales et animales par unité de surface. L'hylaea amazonienne compte, entre autres, plus de 2,500 espèces ligneuses et, d'après Fittkau, la plus grande densité d'espèces animales de tous les continents. Cet auteur établit les liens qui semblent exister entre la faune de cette région et la faune africaine alors que la faune de la région andine-patagonique, plus pauvre en espèces que la plupart des régions équivalentes, mais exceptionnellement riche en endémiques, semble être plus proche de la faune australienne et néo-zélandaise. Enfin, la forêt pluviale tempérée du Chili méridional semble être écologiquement sous-occupée.

C'est dans ce cadre que sont arrivés les premiers colonisateurs, la très grande majorité en longeant la Cordillère depuis l'Alaska et le détroit de Bering. Des obstacles naturels: déserts côtiers, falaises abruptes, climat froid de l'extrémité australe, chaleur et humidité excessives de la forêt amazonienne les ont déroutés au cours de leur avance, les concentrant finalement sur l'altiplano de Pérou-Bolivie où la plupart d'entre eux ont formé des civilisations stables. D'autres, dispersés par petits groupes, sont restés nomades et n'ont jamais atteint une très grande densité (Zerries). La population de la région amazonienne, par exemple, n'a jamais dépassé, et cela jusqu'à nos jours, le chiffre de 31 habitants aux 100 km carrés. Les raisons de cette curieuse dispersion de l'élément humain? Selon Lowenstein, qui cite à l'appui plusieurs résultats intéressants des études comparatives sur l'adaptation humaine, elles seraient surtout d'ordre écologique.

Malgré leur concentration dans la région andine et leur nombre relativement restreint au début, l'action des hommes s'est vite fait sentir tant sur les plantes que sur les animaux. D'une part, comme le signale Brücher, de très nombreuses plantes indigènes dont le maïs, la pomme de terre, la tomate, l'ananas, le papayer, le cacaoyer et le tabac ont fait l'objet d'une agriculture florissante sur le continent lui-même (Camargo) avant d'envahir, après la conquête, en quelques siècles, des millions d'hectares de terre à travers le Monde entier. D'autre part, l'homme et son fidèle associé: le feu, ont détruit une partie importante du couvert végétal au point que plusieurs espèces sont aujourd'hui, selon O'Reilly Sternberg, en voie d'extinction et cela même, d'après Fittkau, dans les régions aussi reculées que l'Amazonie de sorte que le danger de la disparition des gènes à jamais devient réel. Conséquemment, malgré une richesse apparente, le problème de la conservation des écosystèmes se pose de toute urgence (Acosta-Solis) de même que celui de la constitution et protection de stocks vivants de gènes préconisées par Brücher.

A part des problèmes mentionnés, l'ouvrage contient nombre d'autres contributions. Entre autres celles de Weber sur la végétation naturelle, de Mann sur les écosystèmes, de Sick sur les unités biogéographiques, de Menéndes sur les flores fossiles, de Buxbaum sur les Cactacées, de Noodt sur la faune limnique des eaux profondes, de Illies sur les insectes des eaux douces, de Kuschel sur les Coléoptères, de Besch sur les Arachnida, de Schuster sur les Acariens terrestres, de Bücherl sur les Arthropodes vénéneux, de Jaeckel Jr. sur les Mollusques, de Gery sur les poissons d'eau douce, de Orlog sur les Oiseaux et de Simpson sur les Mammifères.

Au total 30 auteurs, dont 14 d'Allemagne, 6 de l'Amérique du Sud, 3 des États-Unis, 1 du Canada et 1 de France ont collaboré à la préparation de cet ouvrage. 17 d'entre eux ont préféré s'exprimer en anglais, 11 en allemand, 1 en espagnol et 1 en portugais. Les résumés furent rédigés dans ces mêmes langues à l'exception d'un seul qui le fut — en français. Tel est le bilan linguistique de ce récent ouvrage européen qui malgré quelques imperfections d'édition concernant surtout les références bibliographiques dont plusieurs dizaines sont citées dans les textes mais non dans les bibliographies, restera longtemps l'ouvrage de référence indispensable à tout naturaliste intéressé aux multiples aspects de la vie végétale et animale de l'Amérique du Sud.

Miroslav M. GRANDTNER

SEGAL, S., 1969. **Ecological notes on wall vegetation.** Dr. W. Junk, The Hague. 325 + 26 p., 70 tab., 4 fig. 15.5 x 24 cm. Broché, US \$16.65.

Bien que consacré à l'étude écologique de la végétation murale de l'Europe occidentale et centrale, ce volume présente de l'intérêt pour tout écologiste. Ceci principalement à cause de ses cinq premiers chapitres consacrés à la discussion critique des concepts et des méthodes de l'échantillonnage, du traitement et de la classification de la végétation murale et de ses principaux facteurs écologiques. Cette première partie est suivie d'un chapitre important renfermant la description des unités végétales définies et d'un autre consacré à l'étude de leur succession. Enfin, après une tentative de comparaison avec la végétation des rues, l'auteur traite quelques aspects phytogéographiques et taxonomiques de la végétation murale et de ses principales espèces.

Une série de résumés (anglais, français, allemand et hollandais), une abondante bibliographie et trois appendices hors texte, dont une liste annotée d'espèces, complètent avantageusement le volume.

Miroslav M. GRANDTNER

BÉDARD, J., 1969. **Histoire naturelle du Gode, Alca torda L., dans le golfe Saint-Laurent, province de Québec, Canada.** Étude du Service canadien de la faune N° 7, Ministère des affaires indiennes et du Nord canadien, Ottawa. 79 p., 40 fig. 21.5 X 28 cm. Broché, \$1.25.

Le Service canadien de la faune publie cette élégante brochure, bien illustrée, qui est une partie d'un travail présenté à l'École des Gradués de l'Université Laval pour l'obtention du diplôme de maîtrise ès sciences.

M. Jean Bédard, au cours des étés 1962 et 1963 a recueilli de nombreuses données sur la biologie et la reproduction de cet Alcidé, assez commun aux îles Sainte-Marie. Après un bref exposé de ses méthodes de travail, l'auteur décrit en détail la région au point de vue géologique, hydrographique et biologique. Au chapitre premier, il traite de la dispersion géographique des populations du Gode. Au chapitre II, les rythmes saisonnier et quotidien des activités de cet oiseau sont exposés à la lumière de nombreuses observations. Au chapitre III, le comportement du Gode est étudié. Tout le processus de la parade des couples y est décrit en détail, de même qu'est faite une analyse des signaux sonores enregistrés à l'aide d'un magnétophone. Enfin au chapitre IV, l'auteur expose les résultats de son étude sur la biologie de la reproduction de l'espèce. Il a pu étudier les divers types de sites que le Gode choisit pour y déposer son unique oeuf, couvé par la femelle et le mâle, qui se partagent aussi les tâches du nourrissage du

poussin. Une bibliographie de 112 titres complète cette intéressante étude. Les excellentes photos de l'auteur sont en général bien reproduites, quoique certaines d'entre elles, aux pages 29, 33 et 35 entre autres, aient été trop encrées.

On doit féliciter le Service canadien de la faune de cette initiative de publier les travaux de thèse de biologistes tels que M. Bédard. Les bonnes études ornithologiques sont si peu nombreuses qu'elles valent la peine d'être publiées, surtout lorsqu'elles sont rédigées en français.

Raymond CAYOUILLE

HEIM, R., 1969. **Champignons d'Europe**. N. Boubée, Paris. Nouvelle édition revue et augmentée, 680 p., 56 pl. en couleurs, 20 pl. photographiques, 337 fig. au trait. 16 X 24 cm. Relié, 120 FF.

Recenser un livre aussi volumineux, que l'auteur considère le premier volume d'une flore mycologique mondiale, présente certaines difficultés. Monsieur Roger Heim, mycologue de réputation mondiale, auteur d'un nombre imposant d'articles découlant de ses recherches et de vulgarisation scientifique, de plusieurs livres souvent de grande taille sur les champignons, la conservation des richesses naturelles et même sur la langue française, ex-directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Paris et ex-président de l'Académie des Sciences, a formulé l'ambitieux projet d'écrire un grand traité sur les champignons du globe. Avec la tenacité, l'ardeur, les connaissances et la plume alerte qu'on lui connaît, ce projet ne paraît pas irréalisable. Déjà, il annonce la publication d'un deuxième tome sur les espèces de l'Afrique Noire. Ses nombreux séjours dans les cinq continents et les îles de l'Océanie l'autorise certes à entreprendre une tâche aussi vaste. De toute évidence, il fallait commencer par les champignons d'Europe, où est née et a fleuri la mycologie classique avant d'émigrer en Amérique du Nord et dans le reste du monde.

Il importe en premier lieu de définir cet ouvrage et de trouver la catégorie dans laquelle on peut le classer. Ce n'est pas un livre de vulgarisation, au sens que l'on donne à ce mot ordinairement, destiné essentiellement aux amateurs. S'agit-il d'une flore complète ou d'un manuel d'enseignement au niveau universitaire? Pas exactement, bien qu'il puisse servir à ces deux fins. L'auteur a conçu une formule spéciale pour projeter une vue d'ensemble sur un vaste domaine, avec des données techniques suffisamment détaillées pour servir à la détermination des genres et des espèces. Avant d'aborder la rédaction des tomes sur les champignons de certaines régions tropicales, où il fait figure de pionnier, ne devait-il pas présenter une synthèse élaborée des connaissances acquises depuis plus de deux siècles en Europe.

Quant au contenu de cet ouvrage, il est à la fois vaste et restreint. Vaste en raison du nombre élevé de groupes et d'espèces décrites et des considérations générales étendues qui forment la première partie. Restreint parce que l'auteur ne traite que des champignons de taille macroscopique à sporophore charnu, coriace, ligneux ou gélatineux, négligeant volontairement les innombrables espèces aux organes microscopiques ou de très faibles dimensions. En somme, ne sont considérés que les Ascomycètes et les Basidiomycètes visibles à l'oeil nu. Dans la première partie, se trouve réuni, en neuf chapitres, des notions générales les plus avancées sur ces groupes de champignons. Sans doute de nombreuses pages sont consacrées à la morphologie externes et internes, comme il se doit, mais l'auteur apporte de nombreux faits épars ou inédits qui prennent sous sa plume une dimension, une couleur et une saveur nouvelles. Cet intérêt ne se trahit pas lorsqu'il traite du rapport entre le milieu et les espèces, de la toxicologie et de la mycogastronomie. On sait à quel

niveau se place celui qui a fourni les contributions les plus avancées à la connaissance des espèces toxiques, notamment des champignons hallucinogènes du Mexique, et qui a écrit l'ouvrage le plus complet sur les champignons toxiques et hallucinogènes. Cependant, à notre point de vue, l'exposé des vues de l'auteur sur l'évolution et la dégradation des champignons du groupe des basidiomycètes, constitue la section la plus originale de ce livre. C'est un résumé des notions les plus avancées sur ce sujet passionnant, mais fort controversé, qui a fait l'objet d'un symposium international aux États-Unis en 1968. Certes d'éminents mycologues, comme A. L. Smith et R. Singer, peuvent présenter des tableaux phylogénétiques plus ou moins différents, mais les séries progressives et décroissantes de Heim sont la résultante la plus fascinante d'études fouillées dans diverses parties du monde. Même provisoire, ces successions ascendantes et descendantes serviront de canevas à des perfectionnements et indiquent déjà les voies les plus fécondes pour mieux cerner les genres.

La deuxième partie de ce livre est en somme une flore descriptive des Ascomycètes charnus et des Basidiomycètes d'Europe à l'exclusion des charbons et des rouilles. Toutefois, l'auteur fait encore preuve d'originalité lorsqu'il esquisse les traits généraux des groupes: ordres, familles, tribues, genres, sections, et livre d'une manière concise, les caractéristiques principales de chaque entité au lieu de la classique description détaillée. Si bien que la lecture de ce texte devient agréable au lieu de rebarbative comme c'est si souvent le cas. Nous admirons particulièrement la nomenclature française, éminemment descriptive, employée: les humicoles, les fumicoles, les praticoles, sylvestres, terrestres, lignicoles, les sanguins, les fuligineux, les jaunissants, les poivrés etc., tout en conservant les noms latins correspondants pour éviter toute ambiguïté. Dans cet ouvrage, l'habitat tient une place prépondérante. On sait qu'une espèce ne croît que là où sont réunies les conditions souvent très particulières: saison, altitude ou région, liaison avec les arbres, type de sol et humidité, station etc. À ces données s'ajoutent de nombreux dessins et surtout les 59 planches polychromes représentant chacune plusieurs espèces. Ces aquarelles ont le rare mérite de présenter les champignons dans leur ambiance naturelle, forestière ou champêtre, avec les plantes et la litière qui les entourent.

Non seulement l'amateur de champignons mais le mycologue de métier consultera avec intérêt ce magnifique livre qui annonce les suivants sur la flore mycologique mondiale. Aux naturalistes en général et surtout aux mycologues nord-américains, notamment de langue française, il apporte un document précieux et un modèle de littérature scientifique en une langue à la fois concise et châtiée, belle et très personnelle. D'une science taxonomique austère, l'auteur a su dégager les ramifications de la vie et les liaisons de ces êtres avec leur milieu dans lequel ils exercent une action et jouent un rôle précis et bien ordonné.

René POMERLEAU



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.

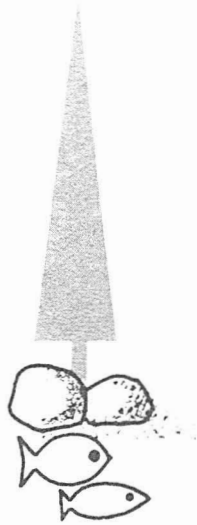
7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada



Sommaire

Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. I. Introduction générale — II. Gymnospermes	PIERRE RICHARD	1
Études sur les <i>Solidago</i> . X. Le <i>Solidago gigantea</i> ait. dans l'est de l'Amérique du Nord	JEAN R. BEAUDRY	35
Relevé de microorganismes dans le bois de quelques arbres feuillus por- teurs de défauts sur le tronc	JEAN-GUY DAVIDSON et MARCEL LORTIE	43
The history of the genus <i>Acer</i> , a review	JEAN-MARC DESCHÊNES	51
Dates of calving in Northern Québec caribou (<i>Rangifer Tarandus</i>)	P. DESMEULES and B. SIMARD	61
Comportement de la larve saine ou virosée de <i>Neodiprion swainei</i> en at- mosphère d'oxygène d'anhydride carbonique, d'azote ou d'argon	W. A. SMIRNOFF et J. R. VALERO	67
La nourriture des esturgeons <i>Acipenser fulvescens</i> de la rivière Nottaway, tributaire de la Baie James	ÉTIENNE MAGNIN et PETER HARPER	73
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Études sur la flore du Saguenay. III — <i>Rudbeckia hirta</i> L. forma <i>homo- chroma</i> Steyermark	RICHARD CAYOUE	87
Le magnésium serait-il un agent prophylactique du cancer ?	ERNEST MALY	89
REVUE DES LIVRES		91

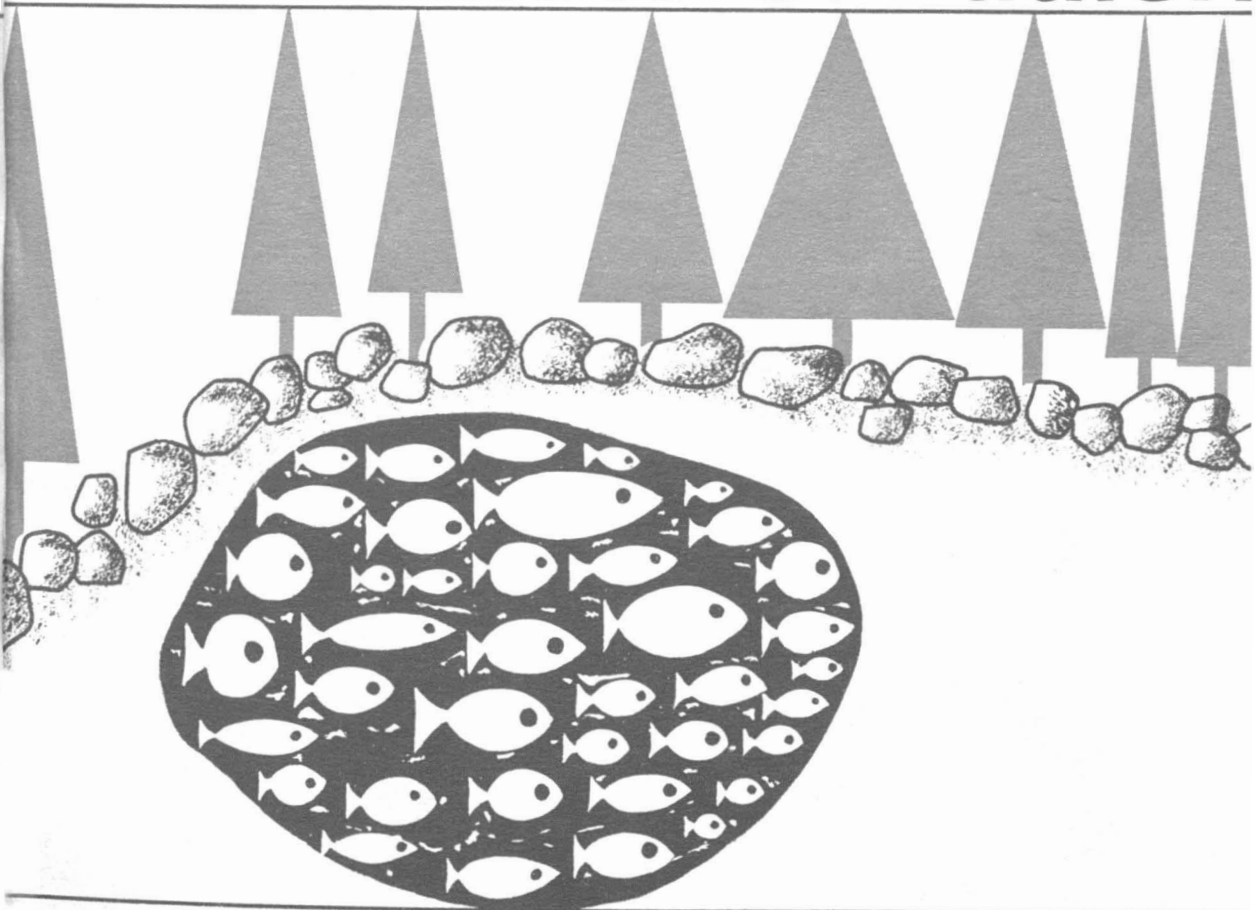
Volume 97,

n° 2,

mars-avril 1970

PROPRIÉTÉ DE LA 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, *Université Laval*

BERNARD BERNIER, *Université Laval*

PAUL BERTHET, *Faculté des sciences
de Lyon*

LIONEL CINQ-MARS, *Université Laval*

PIERRE COUILLARD, *Université de Montréal*

MICHEL DELSOL, *Faculté catholique
de Lyon*

LLOYD M. DICKIE, *Institut océano-
graphique de Bedford*

ANDRÉ GAGNON, *Université Laval*

PAUL GERVAIS, *Université Laval*

ROGER HEIM, *Muséum national d'histoire
naturelle de Paris*

WILLIAM S. HOAR, *Université de la
Colombie-Britannique*

ROBERT LAGUEUX, *Université Laval*

VICTORIN LAVOIE, *Université Laval*

GASTON MOISAN, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 6.00

— à l'étranger : \$ 7.00

— le numéro : \$ 1.50

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le NATURALISTE CANADIEN accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

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

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétaire de la rédaction**, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 97

Mars-Avril

N° 2

ATLAS POLLINIQUE DES ARBRES ET DE QUELQUES ARBUSTES INDIGÈNES DU QUÉBEC

III. Angiospermes (Salicacées, Myricacées, Juglandacées, Corylacées, Fagacées, Ulmacées)

PIERRE RICHARD

*Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec et
Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S., Université de
Montpellier, France*

Résumé

Les Gymnospermes ont fait l'objet d'une publication précédente. Cette nouvelle série groupe des planches illustrant les pollens d'espèces appartenant à diverses familles d'Amentifères. Une clé d'identification spécifique est proposée pour les genres *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Populus*, *Quercus* et *Ulmus*.

Abstract

This second part follows the formerly published one consecrated to the Gymnosperms. It includes families of Angiosperms from the *Salicaceae* to the *Ulmaceae*. A key for specific identification of the genera *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Populus*, *Quercus* and *Ulmus* is presented as a preliminary working tool.

Introduction

Les renseignements concernant le matériel et les méthodes d'études figurent dans l'Introduction générale qui constitue la première partie de cet atlas (cf. *Naturaliste can.*, 97 : 1-34). Il est toutefois nécessaire d'apporter ici quelques précisions concernant plus particulièrement les Angiospermes.

III. Angiospermes

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE ET VARIATIONS

Si l'étude des grains de pollen de Gymnospermes faisait apparaître des types morphologiques variés, celle des Angiospermes révèle une incomparable

Travaux effectués dans le cadre de l'Équipe de recherche n° 25 : Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S., Montpellier, France.

diversité de formes due aussi bien au type d'aperture qu'au mode d'ornementation de l'exine. Il n'est pas possible de citer ici tous ces types polliniques. Seules seront discutées brièvement les variations morphologiques dont la méconnaissance pourrait nuire à l'identification des grains fossiles.

Les clés d'identification doivent, pour être efficaces, ne tenir compte que des caractères les plus constants. Or si on examine une préparation, on remarque que tous les grains ne sont pas identiques. Les variations morphologiques peuvent être inhérentes à l'individu (polymorphisme, polyploidie, hybridation) ou être induites par le mode de préparation, le milieu de montage, etc. Ces variations ont été soulignées par Van Campo (1966) qui en a fait un exposé global.

Des remarques supplémentaires apparaissent toutefois utiles, en ce qui concerne le comportement à l'acétolyse des grains tricolpés, tricolporoïdés ou tricolporés. En effet, tous les grains ne réagissent pas uniformément au traitement; certains restent plus ou moins repliés, d'autres gonflent, d'autres enfin éclatent. Le « gonflement » plus ou moins grand des pollens a sa répercussion sur la forme des diverses coupes optiques. Il est parfois responsable du passage d'un grain de longiaxe à équatorial — ou même bréviaxe, d'une forme trilobée à une forme circulaire ou triangulaire en vue polaire, d'un contour elliptique à un contour circulaire ou subrhomboïdal en vue méridienne. Le poids de la lamelle sur certains grains accentue encore ces déformations.

De plus l'évacuation de la partie interne du grain lèse forcément les membranes, au moins à une aperture et il importe de ne pas confondre ces lésions avec des structures naturelles (cas de nombreux poroïdes et des déchirures de la membrane aperturale).

Ce n'est alors plus tant la forme du pollen qui est caractéristique, mais bien son aptitude à prendre, après acétolyse, une déformation d'un certain type dominant. Un effort est tenté ici pour éliminer des clés les caractères qui peuvent, chez les grains tricolpés, tricolporoïdés ou tricolporés être sujets aux artefacts décrits précédemment.

Ces difficultés n'apparaissent que très rarement chez les grains porés où le système harmomégathique n'existe pas.

PROBLÈMES DÛS À L'ÉCHELLE D'OBSERVATION

Comme il a été précisé dans l'introduction générale, il est entendu que les descriptions de l'exine sont faites au microscope photonique, sans techniques particulières et que la terminologie utilisée vise à décrire ce qui a pu être observé. En ce qui concerne notamment l'exine des Amentifères, des techniques

récentes (répliques de surface, stéréoscan) mettent en évidence des structures très nettes mais au-dessous de la limite du pouvoir séparateur en microscopie photonique. L'auteur tient à souligner que la connaissance de ces structures acquises par d'autres moyens ne peut en aucun cas influencer les descriptions de l'exine au microscope ordinaire. Il faut mettre en garde contre la tentation de décrire des structures que l'on sait par ailleurs présentes mais qui n'ont pas été observées nettement. Un tectum scabre doit rester scabre; c'est un problème d'échelle.

Remarque sur les mesures d'exine

L'épaisseur de l'exine est toujours mesurée au centre de la région inter-aperturale, en coupe optique équatoriale ou en coupe optique méridienne d'un grain vu de profil.

Liste alphabétique des espèces traitées

Cette troisième partie de l'atlas réunit les planches illustrant 29 espèces d'Angiospermes appartenant à 6 familles.

NOM LATIN	NOM FRANÇAIS	PLANCHE NO
<i>Alnus crispa</i> var. <i>mollis</i>	Aulne vert	32
<i>Alnus rugosa</i> var. <i>americana</i>	Aulne rugueux	33
<i>Betula lenta</i>	Bouleau flexible	27
<i>Betula lutea</i>	Bouleau jaune	28
<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau blanc	30
<i>Betula populifolia</i>	Bouleau à feuilles de peuplier	29
<i>Betula pumila</i>	Bouleau nain	31
<i>Carpinus caroliniana</i>	Charme de Caroline	26
<i>Carya cordiformis</i>	Caryer cordiforme	22
<i>Carya ovata</i>	Caryer ovale	23
<i>Celtis occidentalis</i>	Micocoulier occidental	42
<i>Corylus cornuta</i>	Noisetier	24
<i>Fagus grandifolia</i>	Hêtre à grandes feuilles	34
<i>Juglans cinerea</i>	Noyer cendré	21
<i>Myrica gale</i>	Myrique baumier	20
<i>Ostrya virginiana</i>	Ostryer de Virginie	25
<i>Populus balsamifera</i>	Peuplier baumier	19
<i>Populus deltoïdes</i>	Peuplier à feuilles deltoïdes	18
<i>Populus grandidentata</i>	Peuplier à grandes dents	17
<i>Populus tremuloïdes</i>	Peuplier faux-tremble	16
<i>Quercus alba</i>	Chêne blanc	35
<i>Quercus bicolor</i>	Chêne bicolore	37

NOM LATIN	NOM FRANÇAIS	PLANCHE NO
<i>Quercus macrocarpa</i>	Chêne à gros fruit	36
<i>Quercus rubra</i> var. <i>borealis</i>	Chêne rouge	38
<i>Salix discolor</i>	Saule discoloré	15
<i>Salix pyrifolia</i>	Saule à feuilles de poirier	14
<i>Ulmus americana</i>	Orme d'Amérique	40
<i>Ulmus rubra</i>	Orme rouge	39
<i>Ulmus thomasi</i>	Orme de Thomas	41

CLÉS D'IDENTIFICATION SPÉCIFIQUE

Les clés sont présentées comme des instruments de travail perfectibles. Elles portent sur le matériel examiné qui peut, étant donné le nombre restreint d'échantillons prélevés, ne pas représenter toutes les variations au sein du genre.

Clé d'identification spécifique du genre *Populus*

1 Exine d'aspect réticulé	2		
1 Exine d'aspect granuleux	3		
2 Exine distinctement réticulée, épaisse, mailles de 0,5 à 1 μ , mur épais		<i>P. balsamifera</i>	pl. 19
2 Exine microréticulée, mince, mailles de 0,5 μ , mur mince, bacules régulièrement disposés		<i>P. grandidentata</i>	pl. 17
3 Exine grossièrement granuleuse, granules très visibles en coupe optique, diamètre moyen du grain 27 μ		<i>P. tremuloides</i>	pl. 16
3 Exine finement granuleuse, microéchinulée, granules et petites épines invisibles en coupe optique, diamètre moyen du grain 30 μ		<i>P. deltoides</i>	pl. 18

Clé d'identification spécifique du genre *Alnus*

1 Grands grains de diamètre équatorial 28 μ , arcs très apparents, pores très saillants		<i>A. rugosa</i> var. <i>americana</i>	pl. 33
1 Petits grains de diamètre équatorial 21 μ , arcs peu apparents, pores peu saillants		<i>A. crispa</i> var. <i>mollis</i>	pl. 32

Clé d'identification spécifique du genre *Carya*

1 Pores équatoriaux, grains subtriangulaires, diamètre équatorial 45 μ		<i>C. cordiformis</i>	pl. 22
1 Pores nettement sub-équatoriaux, grains subcirculaires, diamètre équatorial 48 μ		<i>C. ovata</i>	pl. 23

Clé d'identification spécifique du genre *Betula*

- | | | | |
|---|--|-----------------------|--------|
| 1 | Diamètre équatorial environ 22 μ pores généralement peu saillants par rapport au contour équatorial | <i>B. populifolia</i> | pl. 29 |
| 1 | Diamètre équatorial environ 25 μ | <i>B. pumila</i> | pl. 31 |
| | | <i>B. lenta</i> | pl. 27 |
| 1 | Diamètre équatorial environ 30 μ pores très saillants par rapport au contour équatorial, entourés d'un anneau très net, plat | <i>B. papyrifera</i> | pl. 30 |
| 1 | Diamètre équatorial environ 33 μ pores assez saillants, anneau flou | <i>B. lutea</i> | pl. 28 |

La clé du genre *Betula* pose un problème particulièrement aigu. Ce genre a été étudié par de nombreux auteurs (Clausen, 1960; Erdtman et Terasmae, 1951; Jentys-Szaferowa, 1928; Leopold, 1956, et d'autres) et les caractères retenus pour l'identification sont généralement quantitatifs. K. E. Clausen (*op. cit.*) a montré que le diamètre des grains ne variait pas significativement au sein d'un chaton et sur un individu donné et E. B. Leopold (*op. cit.*) donne une série de courbes de distribution du diamètre pour les espèces du nord-est de l'Amérique. La clé présentée ici est basée sur des mesures analogues et des indications morphologiques sont ajoutées pour vérification. Il est probable que pour ce genre l'identification des grains fossiles nécessitera toujours la confection de courbes biométriques, les caractères purement morphologiques étant très difficilement observables.

Toutes nos mesures sont plus faibles que celles de E. B. Leopold, (*op. cit.*) mais les dimensions relatives des espèces sont les mêmes. Les grains sont acétolysés dans les deux cas.

Clé d'identification spécifique du genre *Quercus*

- | | | | |
|---|--|---|--------|
| 1 | Sillons à marges parallèles | 2 | |
| 1 | Sillons à marges étranglées à l'équateur | 3 | |
| 2 | Triangle polaire petit (8 μ), verrues grossières, irrégulières; exine épaisse | <i>Q. alba</i> | pl. 35 |
| 2 | Triangle polaire grand (11 μ), verrues fines, régulières; exine mince | <i>Q. macrocarpa</i> | pl. 36 |
| 3 | Triangle polaire petit (8 μ), verrues irrégulières, petites et rapprochées | <i>Q. bicolor</i> | pl. 37 |
| 3 | Triangle polaire grand (10 μ), verrues régulières, grosses et espacées | <i>Q. rubra</i>
var. <i>borealis</i> | pl. 38 |

Clé d'identification spécifique du genre *Ulmus*

- | | | | |
|---|---|--|------------------|
| 1 | Diamètre équatorial 34 μ environ, exine mince : 1,0 μ , crêtes courtes, pores petits (2,5 x 4 μ) | <i>U. rubra</i> | pl. 39 |
| 1 | Diamètre équatorial 40 μ environ, exine épaisse : 2,0 μ , crêtes longues, pores grands (3 x 5 μ) | <i>U. americana</i>
<i>U. thomasi</i> | pl. 40
pl. 41 |

PLANCHE 14

Salix pyrifolia Anderss.*(Salicaceae)*

Récolté à la Cité Universitaire Laval, Québec, par G. Lemieux en 1961 dans un peuplement naturel (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval). Préparation Richard n° 288.

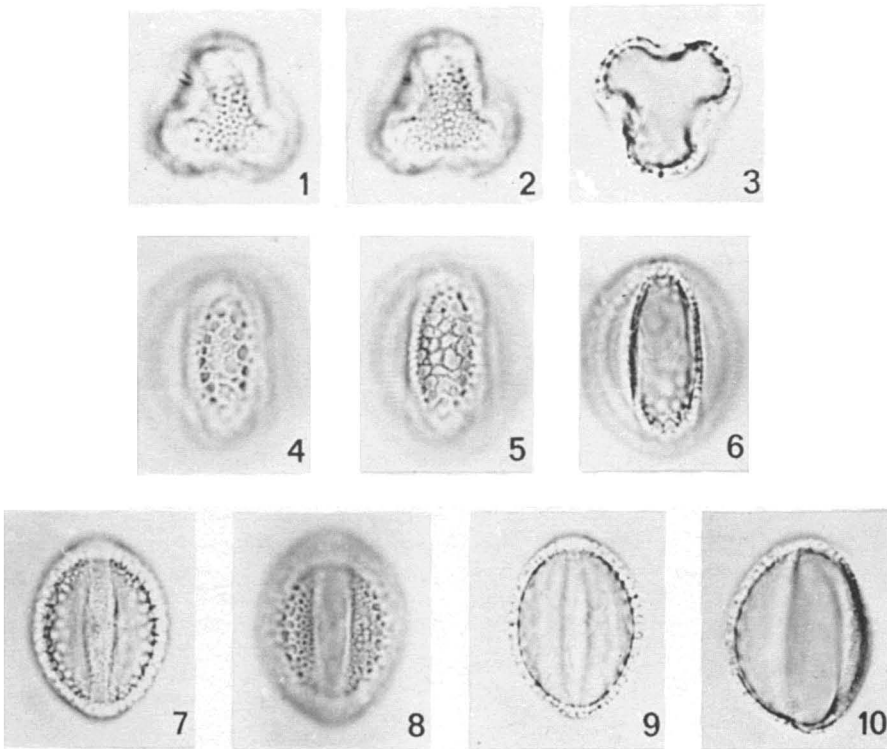
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporoïdés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, généralement trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : $P = 23,4 \mu \pm 1,6$ ($N = 10$), $E = 18,4 \mu \pm 2,2$ ($N = 10$).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux. L'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 6 \mu$) à bords assez nets ; membrane aperturale finement granuleuse. L'*endoaperture* est un poroïde elliptique allongé selon l'axe polaire, à peine distinct en coupe optique des sillons.

EXINE : injectée, réticulée. Réseau à mailles irrégulières, de taille variable au centre du mésocolpium et se rapetissant vers le bord des sillons formant une marge, simplibaculé. Ectexine : $0,8 \mu$ d'épaisseur, endexine : $0,4 \mu$.

Figures (x 1000) : 1,2,3 : vues polaires ; 1, mailles du réseau ; 2, triangle polaire ; 3, contour équatorial (ouvertures dans les lobes) ; 4, 5, 6 : vues méridiennes d'un mésocolpium ; 4, en surface (remarquer les bacules dans les mailles) ; 5, en profondeur (réseau simplibaculé) ; 6, contour du mésocolpe ; 7, 8, 9 : vues méridiennes d'un sillon ; 7, membrane aperturale ; 8, marge des sillons ; 9, contour méridien ; 10, vue méridienne de profil, avec mise au point sur le poroïde, à droite.



Salix pyrifolia Anderss.

PLANCHE 15

Salix discolor Mühl.*(Salicaceae)*

Récolté à Pointe-Cascade, Québec, par G. Lemieux en 1963 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).

Préparation Richard n° 303.

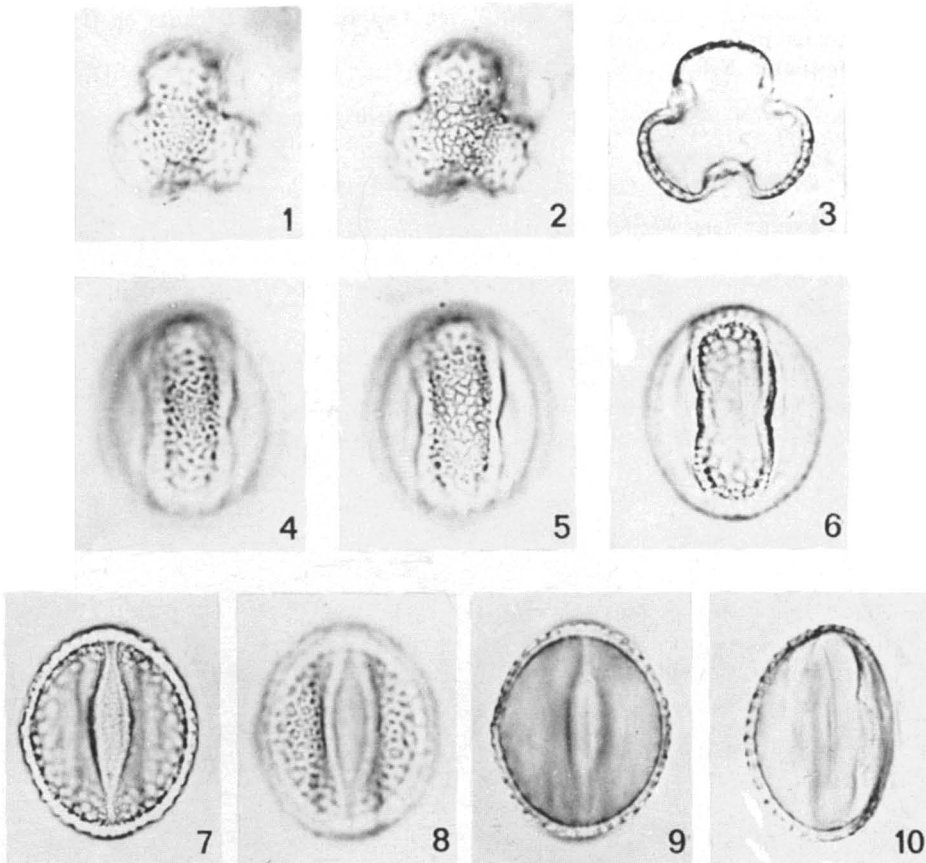
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporoïdés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, généralement trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $27,9 \mu \pm 1,0$ (N = 11), E = $20,8 \mu \pm 1,4$ (N = 10).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux. L'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 5-6 \mu$) à bords assez nets ; membrane aperturale très finement granuleuse. L'*endoaperture* est un poroïde elliptique allongé selon l'axe polaire, bien distinct en coupe optique des sillons.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles irrégulières, petites et assez uniformes au centre du mésocolpium et se rapetissant vers le bord des sillons formant une marge, simplibaculé. Ectexine : $0,7 \mu$ d'épaisseur, endexine : $0,4 \mu$.

Figures (x 1000) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, mailles du réseau ; 2, triangle polaire ; 3, contour équatorial (apertures dans les lobes) ; 4, 5, 6 : vues méridiennes d'un mésocolpium ; 4, en surface (remarquer les bacules dans les mailles) ; 5, en profondeur (réseau uniforme, simplibaculé) ; 6, contour du mésocolpe (comparer avec fig. 6, pl. 14.) ; 7, 8, 9 : vues méridiennes d'un sillon ; 7, membrane aperturale ; 8, marge des sillons ; 9, contour méridien ; 10, vue méridienne de profil, avec mise au point sur le poroïde, à droite.



Salix discolor Mühl.

PLANCHE 16

Populus tremuloides Michx.*(Salicaceae)*

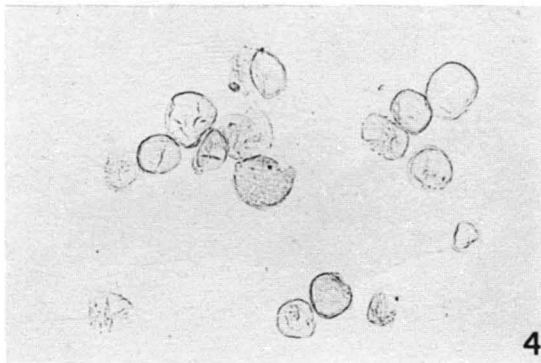
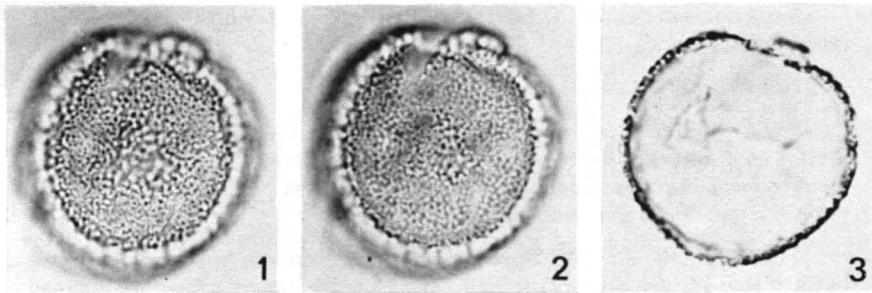
Récolté à la Cité Universitaire Laval, Québec, par M. Bélanger en 1962, dans un peuplement naturel.
Préparation Bélanger n° 8b.

SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, inaperturés, généralement sphériques.

DIMENSIONS : $E = 27,4 \mu \pm 3,0$ ($N = 15$).

EXINE : intectée ; ectexine très peu distincte de l'endexine, plus ou moins granuleuse, donnant quelquefois en surface un aspect faiblement réticulé. Granules bien visibles en coupe optique. Épaisseur environ $0,8 \mu$; l'exine est souvent craquelée, et les grains sont généralement brisés.

Figures (1, 2, 3 : x 1000, 4 : x 200) : 1, exine en surface (remarquer les points brillants qui sont les granules) ; 2, exine en profondeur, centre du grain déprimé ; 3, coupe optique ; 4, vue d'ensemble.



Populus tremuloides Michx.

PLANCHE 17

Populus grandidentata Michx.*(Salicaceae)*

Récolté à Pointe aux Bleuets, Québec, par P. Richard en 1966 (récolte n° 111).

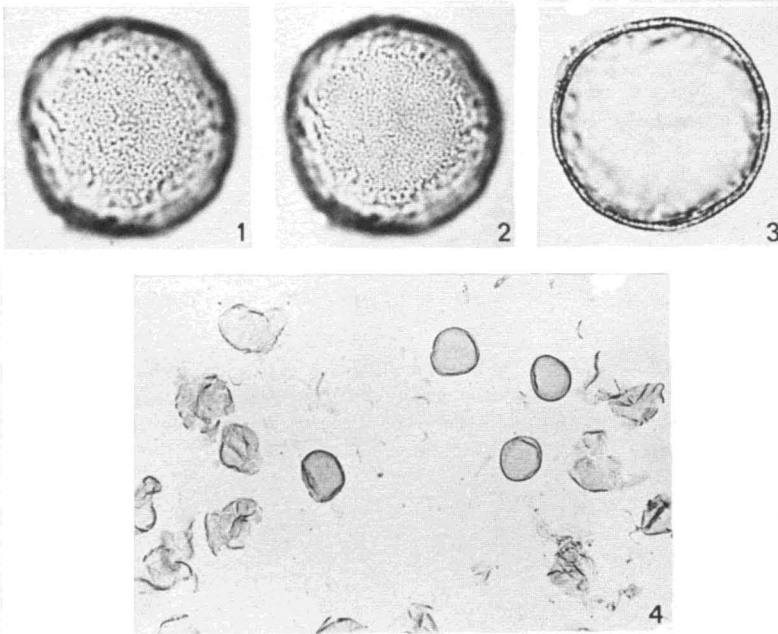
Préparation Richard n° 116.

SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, inaperturés, généralement sphériques.

DIMENSIONS : $E = 31,0 \mu \pm 1,9$ (N = 10).

EXINE : intectée ; ectexine très peu distincte de l'endexine ; la L-0 analyse révèle un fin réseau de surface (mailles $0,3 \mu$) supporté par des bacules régulièrement disposés. Contour de la coupe optique régulier. Épaisseur environ $0,8 \mu$; les grains sont généralement brisés.

Figures (1, 2, 3 : x 1000, 4 : x 200) : 1, exine en surface (remarquer le fin réseau sur certaines plages) ; 2, exine en profondeur ; 3, coupe optique (remarquer le contour presqu'entier, comparer à la fig. 3, pl. 16) ; 4, vue d'ensemble.



Populus grandidentata Michx.

PLANCHE 18

Populus deltoïdes Marsh.*(Salicaceae)*

Récolté à Saint-Germain, Québec, par P. Richard en 1966 (récolte n° 103).

Préparation Richard n° 239.

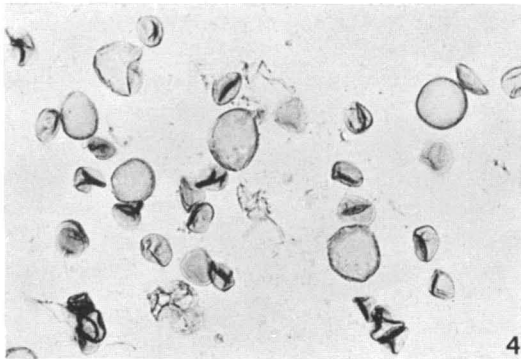
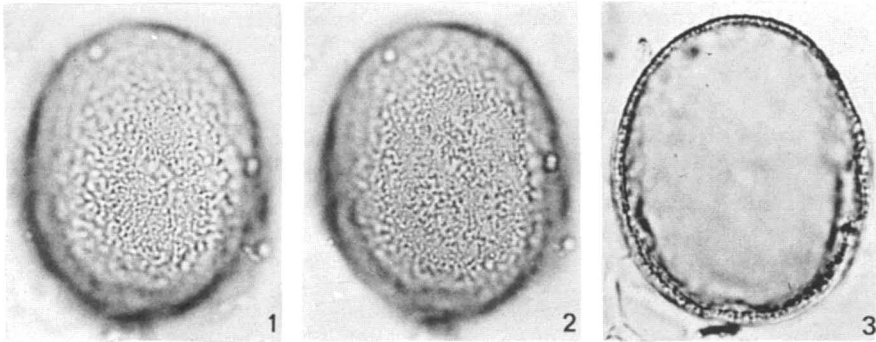
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, inaperturés, généralement sphériques, souvent elliptiques ou ovoïdes.

DIMENSIONS : $E = 31,0 \mu \pm 4,1$ ($N = 19$) ; les mesures ont porté sur des grains entiers, en évitant les grains manifestement avortés ou dont l'exine semblait distendue.

EXINE : intectée ; ectexine très peu distincte de l'endexine, finement granuleuse, microéchinulée. Contour de la coupe optique denticulé. Épaisseur environ 1-1,5 μ .

Remarque : le matériel étudié comporte de très nombreux grains avortés, ainsi que des grains de grande taille, ce qui peut être l'indice d'un individu hybride.

Figures (1, 2, 3, : x 1000, 4 : x 200) : 1, exine en surface (les points brillants sont des épines, certains granules forment des mailles) ; 2, exine en profondeur ; 3, coupe optique (remarquer le contour finement denticulé à la partie supérieure) ; 4, vue d'ensemble.



Populus deltoïdes Marsh.

PLANCHE 19

Populus balsamifera L.*(Salicaceae)*

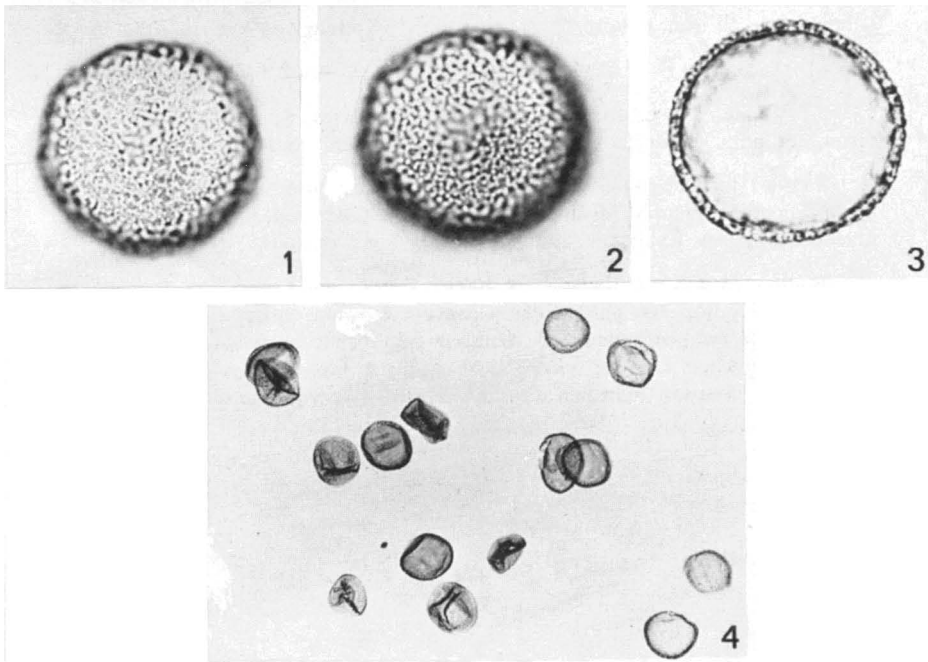
Récolté à Cap Rouge, Québec, par P. Richard en 1966 (récolte n° 115).
Préparation Richard n° 129.

SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, inaperturés, sphériques.

DIMENSIONS : $E = 30,5 \mu \pm 1,2$ ($N = 10$).

EXINE : intectée, subréticulée. Réseau à mur grossier, pas toujours continu ; mailles irrégulières de diamètre 0,5 à 1 μ . Endexine \pm distincte de l'ectexine. Épaisseur totale environ 1,5 μ ; ectexine $>$ endexine.

Figures (1, 2, 3 : x 1000, 4 : x 200) : 1, exine en surface (remarquer l'aspect fortement « réticulé ») ; 2, exine en profondeur (remarquer les bacules sous les amas d'ectexine) ; 3, coupe optique ; 4, vue d'ensemble.



Populus balsamifera L.

PLANCHE 20

Myrica gale L.*(Myricaceae)*

Récolté au Lac Gagnon (Papineau), Québec, par P. Richard en 1966 (récolte n° 122).

Préparation Richard n° 127.

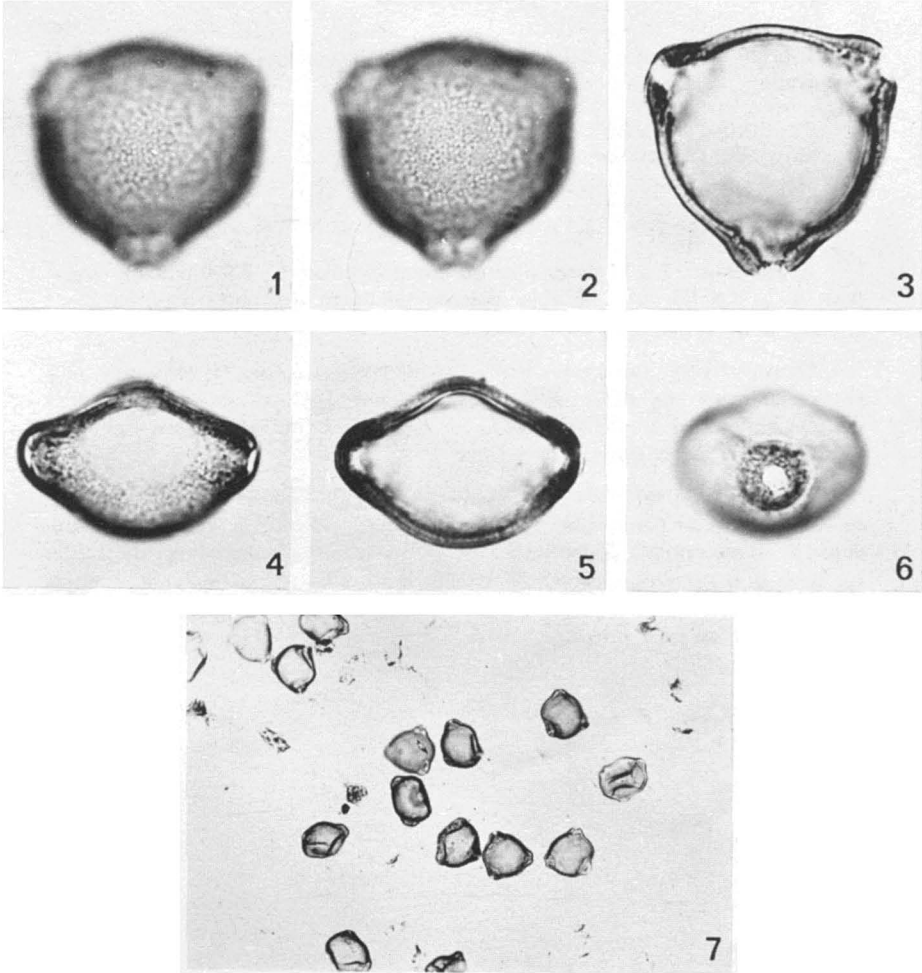
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, 3-porés ; bréviaxes, sub-triangulaires en vue polaire, plus ou moins elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $22,6 \mu \pm 1,1$ (N = 8), E = $32,5 \mu \pm 1,2$ (N = 9).

APERTURES : 3 pores équatoriaux, \pm circulaires, de diamètre $2,5 \mu$ environ, saillants, entourés d'un annulus de 10μ de diamètre environ.

EXINE : tectée ; pas de structures supratectales observées ; *ectexine* épaisse aux pores, bacules distincts en L-0 analyse ; *endexine* granuleuse au niveau des pores. Épaisseur totale environ $1,5 \mu$; *endexine* < *ectexine*.

Figures (1 à 6 : x 1000, 7 : x 200) : 1, 2, 3 : *vues polaires* ; 1, exine en surface (les points les plus brillants peuvent être des structures supratectales ?) ; 2, exine en profondeur ; 3, contour équatorial, les bacules sont visibles en bas, à gauche ; 4, 5, 6 : *vues méridiennes* ; 4, contour des pores ; 5, pore de face, 6, contour méridien (paraisopolarie) ; 7, vue d'ensemble.



Myrica gale L.

PLANCHE 21

Juglans cinerea L.*(Juglandaceae)*

Récolté à Cap Rouge, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 42b.

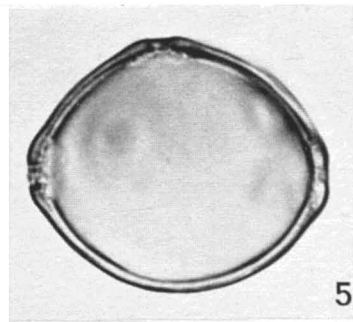
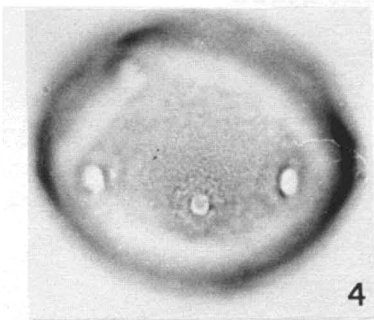
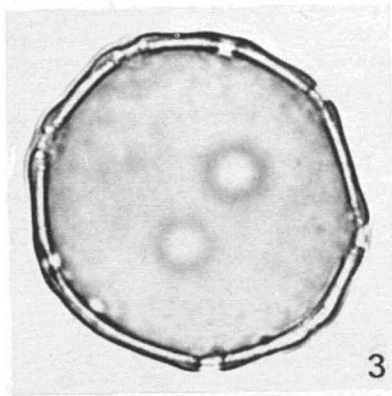
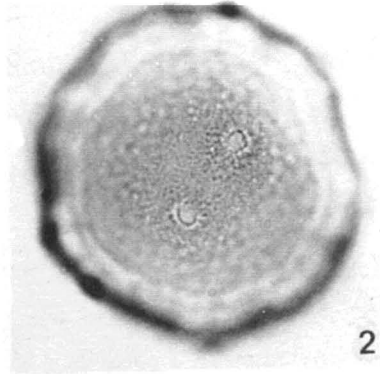
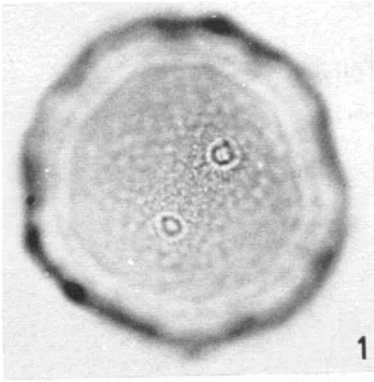
SYMÉTRIE ET FORME : pollens hétéropolaires, périporés, pores groupés sur un hémisphère ; bréviaxes, plus ou moins circulaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $33,5 \mu \pm 2,7$ (N = 10), E = $42,4 \mu \pm 2,0$ (N = 15).

APERTURES : 7 à 12 pores plus ou moins circulaires ; 7 à 9 pores à l'équateur, 1 à 3 pores sur une zone polaire. Diamètre des pores environ 2μ ; annulus à bord externe peu net, de diamètre 8μ environ.

EXINE : tectée ; structures suprategales (petites épines ?) observées plus particulièrement aux pores. *Ectexine* légèrement épaissie aux pores, bacules petits, visibles en L-0 analyse. *Endexine* granuleuse près des pores. Épaisseur totale 1 à $1,5 \mu$; endexine < ectexine.

Figures (x 1000) : 1, 2, 3 : vues polaires proximales ; 1, exine en surface, les points brillants sont les structures suprategales ; 2, exine en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale (remarquer les fines indentations du tectum sur le pore à l'extrême gauche, en haut) ; 4-5 : vues méridiennes ; 4, contour des pores, remarquer l'annulus du pore central ; 5, coupe optique méridienne, avec un pore au pôle proximal.



Juglans cinerea L.

PLANCHE 22

Carya cordiformis (Wang.) K. Koch*(Juglandaceae)*

Récolté à Dundie-Centre, Québec, par M. Bélanger en 1960.
Préparation Bélanger n° 59c.

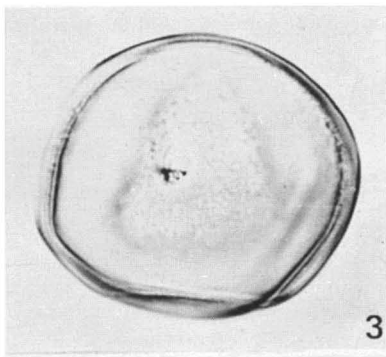
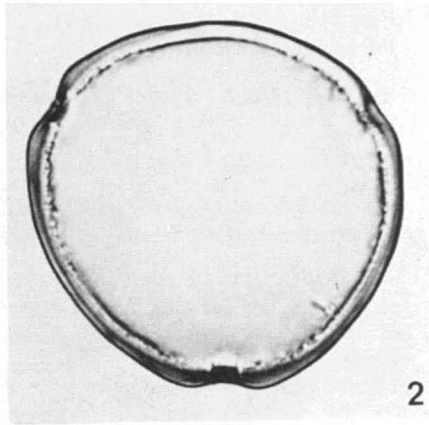
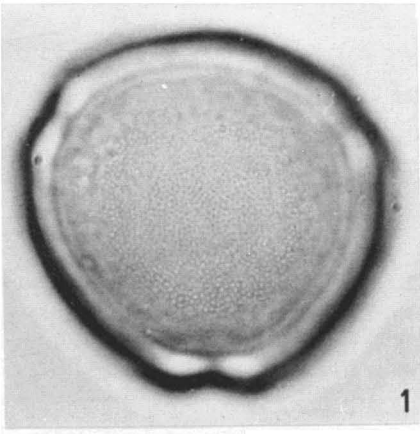
SYMÉTRIE ET FORME : pollens sub-isopolaires, 3-porés ; très bréviaxes, subtriangulaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : $P = 35,8 \mu \pm 3,2$ (N = 8), $E = 45,1 \mu \pm 2,1$ (N = 15).

APERTURES : 3 pores plus ou moins circulaires, de diamètre 3 à 4 μ , en position très légèrement sub-équatoriale.

EXINE : tectée ; pas de structures supratectales observées. *Ectexine* légèrement épaissie près des pores ; bacules petits et très courts, très nets en L-0 analyse. *Endexine* continue dans la région interaperturale, granuleuse près des pores. Épaisseur totale environ 2,2 μ : endexine < ectexine.

Figures (x 1000) : 1, 2 : vues polaires ; 1, exine en profondeur, la partie centrale montre le pied des bacules, la partie périphérique, le sommet des bacules ; 2, coupe optique équatoriale ; 3, vue méridienne, contour.



Carya cordiformis (Wang.) K. Koch

PLANCHE 23

Carya ovata (Mill.) K. Koch*(Juglandaceae)*

Récolté à Northampton, Massachusetts, par Manning en 1942. (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 228.

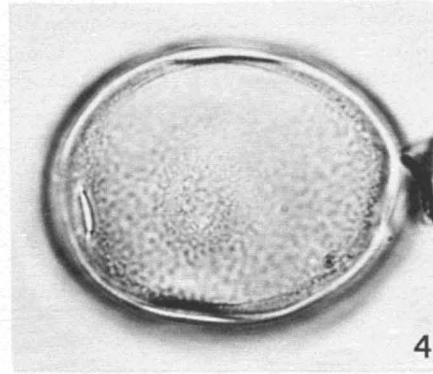
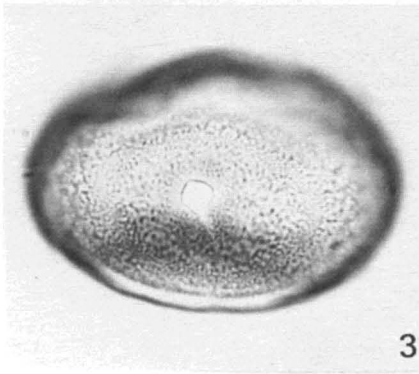
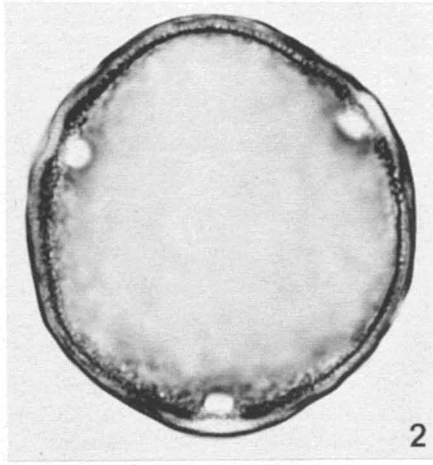
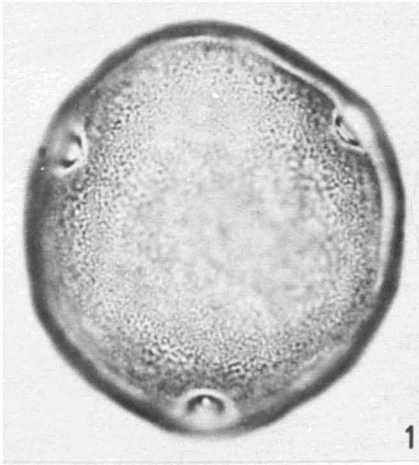
SYMÉTRIE ET FORME : pollens hétéropolaires, 3-porés ; très bréviaxes, subcirculaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : $P = 34,1 \mu \pm 3,1$ ($N = 10$), $E = 48,2 \pm 1,3$ ($N = 5$).

APERTURES : 3 pores plus ou moins circulaires, de diamètre environ 4μ , en position nettement sub-équatoriale.

EXINE : tectée ; pas de structures supratectales observées. *Ectexine* légèrement épaissie près des pores ; bacules petits et courts, observables en coupe et très nets en L-0 analyse. *Endexine* très mince à peu près continue dans la région interaperturale, granuleuse près des pores. Épaisseur totale environ $2,2 \mu$; *endexine* < *ectexine*.

Figures (x 1000) : 1,2 : vues polaires ; 1, plan médian dans l'exine ; 2, coupe optique équatoriale, bacules visibles à la partie supérieure ; 3,4, vues méridiennes ; 3, contour d'un pore ; 4, contour méridien.



Carya ovata (Mill.) K. Koch

PLANCHE 24

Corylus cornuta Marsh.*(Corylaceae)*

Récolte à la Cité Universitaire Laval, Québec, par P. Richard en 1966 (récolte n° 101) dans un peuplement naturel.

Préparation Richard n° 101.

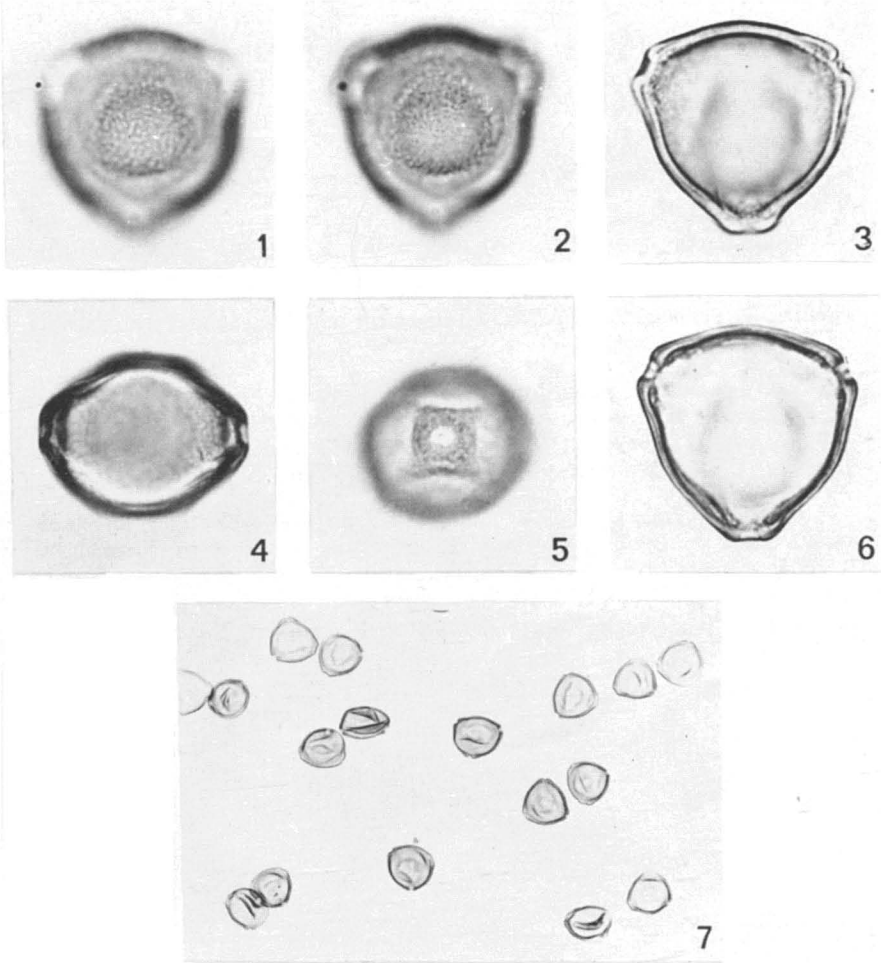
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-porés ; bréviaxes, subtriangulaires à subcirculaires en vue polaire, elliptiques à subcirculaires en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $21,8 \mu \pm 0,7$ (N = 5), E = $27,7 \mu \pm 1,3$ (N = 7).

APERTURES : 3 pores équatoriaux, plus ou moins circulaires, de diamètre $2,5 \mu$ environ, très légèrement saillants, souvent munis d'un opercule.

EXINE : tectée ; tectum rugulé-scabre. *Ectexine* épaissie et légèrement détachée de l'endexine au niveau des pores ; bacules non-observés en L-0 analyse ni en coupe. *Endexine* granuleuse aux pores. En vue polaire, de légers arcs sont souvent visibles, qui circonscrivent la zone polaire ou joignent plus ou moins les pores. Épaisseur totale environ $1,2 \mu$.

Figures (1 à 6 : x 1000, 7 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique subéquatoriale montrant l'exine aux pores ; 4, 5 : vues méridiennes ; 4, contour des pores ; 5, contour d'un pore (remarquer les épaississements arqués) ; 6, vue polaire, coupe équatoriale ; 7, vue d'ensemble.



Corylus cornuta Marsh.

PLANCHE 25

Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch*(Corylaceae)*

Récolté à Saint-Vincent-de-Paul, Québec, par P. Richard en 1966 (récolte n° 109).

Préparation Richard n° 104.

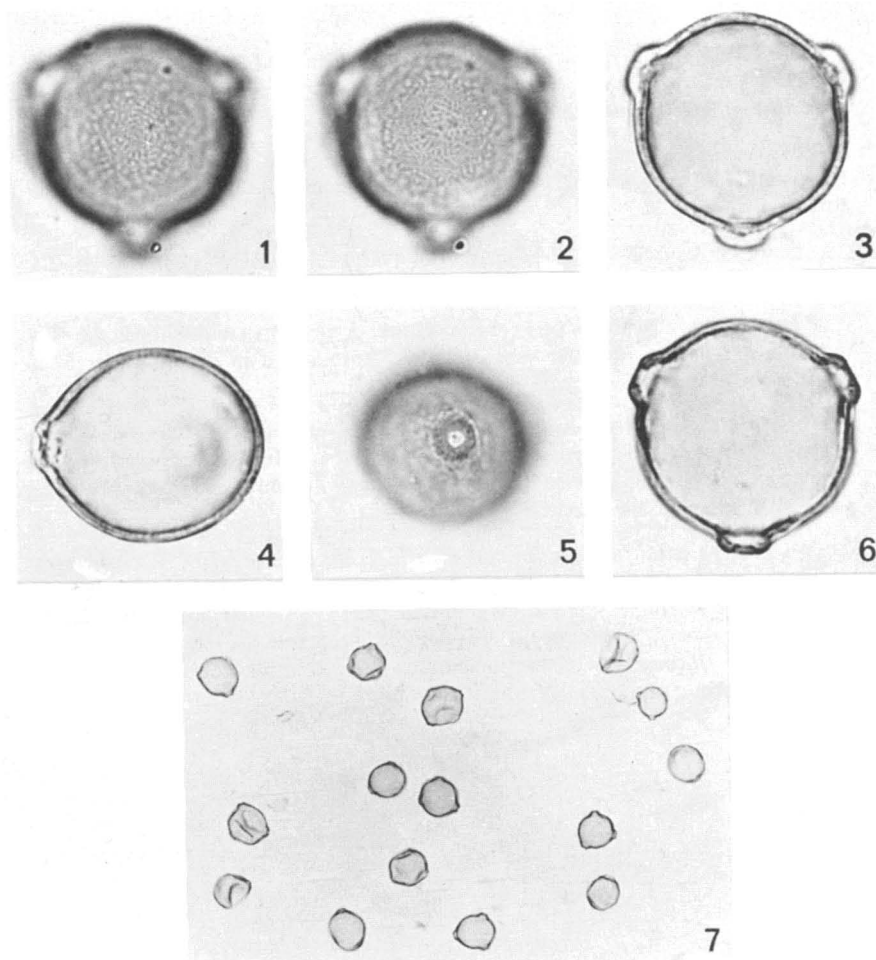
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-porés ; plus ou moins équiaxes, subcirculaires en vue polaire, elliptiques à subcirculaires en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $21,7 \mu \pm 2,1$ (N = 16), E = $24,9 \mu \pm 1,6$ (N = 10).

APERTURES : 3 pores (4,5) plus ou moins équatoriaux, à peu près circulaires, de diamètre 2μ environ, brusquement saillants, entourés d'un annulus de 6μ de diamètre environ.

EXINE : tectée ; tectum rugulé-scabre. *Ectexine* brusquement infléchie vers l'extérieur aux pores sans épaissement marqué ; bacules visibles en L-0 analyse de l'annulus. *Endexine* très mince, granuleuse près des pores. Épaisseur totale $1,2 \mu$ environ ; endexine < ectexine.

Figures (1 à 6 : x 1000, 7 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale, les bacules sont visibles près des pores du haut ; 4, 5 : vues méridiennes ; 4, coupe optique ; 5, pore et annulus (remarquer les bacules) ; 6, vue polaire, coupe subéquatoriale, structure des pores ; 7, vue d'ensemble.



Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch

PLANCHE 26

Carpinus caroliniana Walt.*(Corylaceae)*

Récolté à Pointe Châteauguay, Québec, par P. Richard en 1966 (récolte n° 119).

Préparation Richard n° 125.

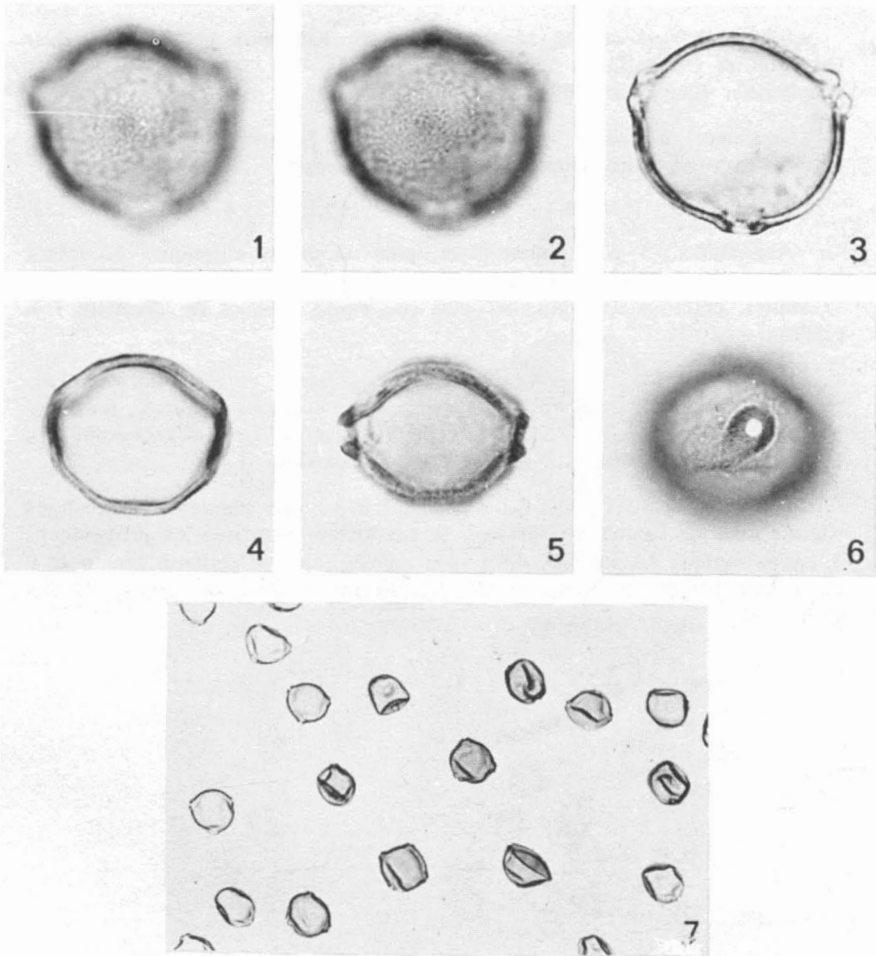
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3, (4) ; porés plus ou moins équiaxes, subcirculaires en vue polaire, elliptiques à subcirculaires en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $23,2 \mu \pm 1,3$ (N = 10), E = $28,9 \mu \pm 2,5$ (N = 10).

APERTURES : 3 pores (4,5) équatoriaux, à peu près circulaires, de diamètre 2μ environ, brusquement saillants, entourés d'un annulus de 5 à 6μ de diamètre.

EXINE : tectée ; tectum scabre. *Ectexine* brusquement infléchiée vers l'extérieur aux pores, sans épaisissements marqués. Bacules non observés en L-O analyse, à peine visibles en coupe. *Endexine* granuleuse tout près des pores. Épaisseur totale environ 1μ .

Figures (1 à 6 : x 1000, 7 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures ponctuelles en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale ; 4, 5, 6 : vues méridiennes ; 4, contour méridien ; l'endexine est distincte de l'ectexine au bas, les structures supratectales forment de fines indentations ; 5, contour des pores ; 6, contour d'un pore et annulus ; 7, vue d'ensemble.



Carpinus caroliniana Walt.

PLANCHE 27

Betula lenta L.

(Corylaceae)

Récolté à York county, Maine, par C. H. Knowlton en 1941 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 229.

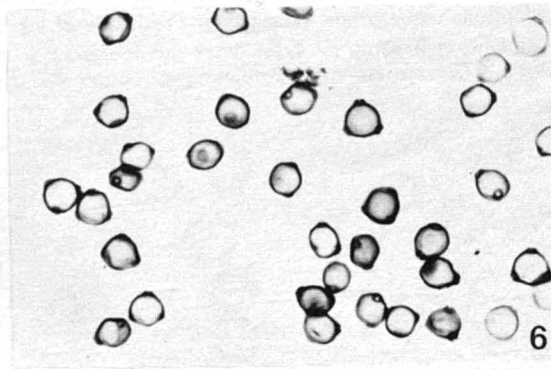
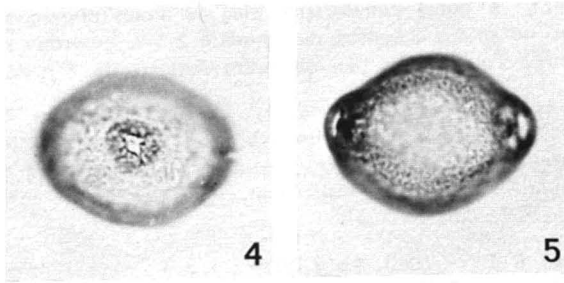
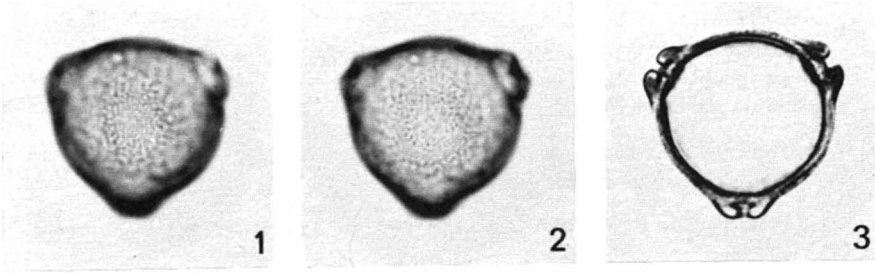
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-porés ; bréviaxes, subcirculaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $20,4 \mu \pm 1,1$ (N = 10), E = $25,4 \mu \pm 1,1$ (N = 15).

APERTURES : 3 pores équatoriaux, plus ou moins elliptiques, à contour irrégulier, plus ou moins échancré, de diamètre $1,5 \mu$ environ ; très saillants, vestibulés, entourés d'un annulus plus ou moins distinct de diamètre 7μ environ.

EXINE : tectée ; tectum scabre. *Ectexine* épaissie et infléchie vers l'extérieur aux pores ; bacules non observés en L-0 analyse ni en coupe. *Endexine* distincte de l'*ectexine*, et détachée de celle-ci aux pores formant un vestibulum. Épaisseur totale environ $1,3 \mu$; *endexine* < *ectexine*.

Figures (1 à 5 : x 1000, 6 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale, 4, 5 : vues méridiennes ; 4, contour d'un pore à un niveau médian ; 5, forme en vue méridienne et coupe des pores ; 6, vue d'ensemble.



Betula lenta L.

PLANCHE 28

Betula lutea Michx. f.*(Corylaceae)*

Récolté à la Cité Universitaire Laval, Québec, par M. Bélanger en 1962, dans un peuplement naturel.
Préparation Bélanger n° 21a.

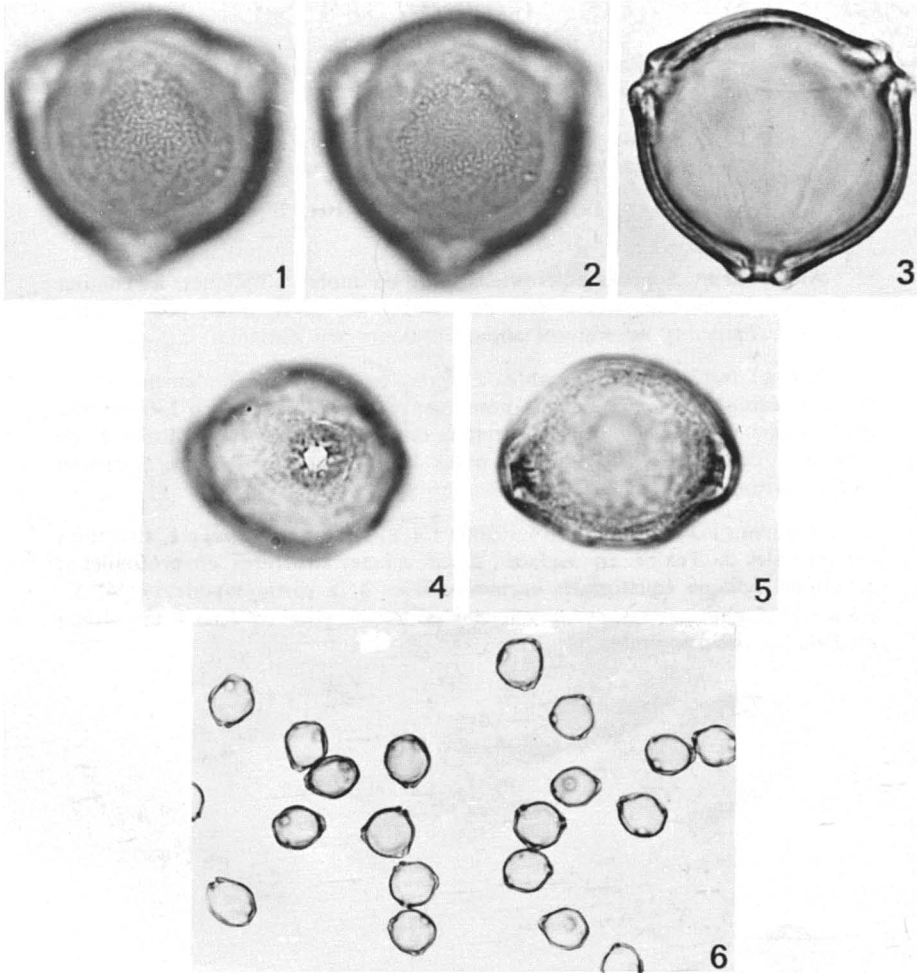
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-porés ; légèrement bréviaxes, subcirculaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $26,6 \mu \pm 0,6$ (N = 15), E = $33,4 \mu \pm 0,8$ (N = 15).

APERTURES : 3 pores équatoriaux, plus ou moins elliptiques, à contour irrégulier, plus ou moins échancré, de diamètre $2,5 \mu$ environ ; saillants, vestibulés, entourés d'un annulus plus ou moins distincts de 8μ de diamètre.

EXINE : tectée ; tectum rugulé-scabre. *Ectexine* épaissie et infléchie vers l'extérieur aux pores ; bacules non observés en L-0 analyse, quelquefois visibles en coupe optique. *Endexine* mince, distincte de l'*ectexine* et détachée de celle-ci aux pores, formant un vestibulum. Épaisseur totale environ $1,7 \mu$: *endexine* = $\frac{1}{2}$ *ectexine*.

Figures (1 à 5 : x 1000, 6 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale (remarquer l'*endexine* et les bacules visibles au bas, à gauche et à droite) ; 4, 5 : vues méridiennes ; 4, contour d'un pore et l'annulus ; 5, forme en vue méridienne et coupe des pores ; 6, vue d'ensemble.



Betula lutea Michx. f.

PLANCHE 29

Betula populifolia Marsh.

(Corylaceae)

Récolté à Saint-Raymond, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 11c.

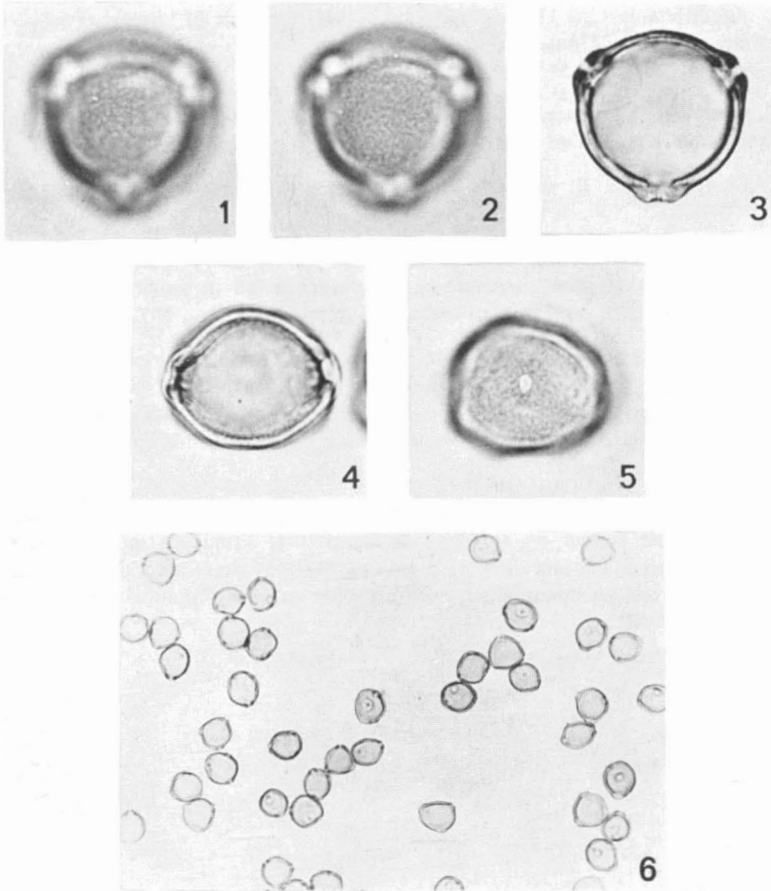
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, 3-porés ; légèrement bréviaxes, subcirculaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $17,9 \mu \pm 0,8$ (N = 10), E = $21,8 \mu \pm 0,7$ (N = 15).

APERTURES : 3 pores équatoriaux plus ou moins elliptiques, à contour irrégulier, plus ou moins échancré, de diamètre $1,5 \mu$ environ ; peu saillants, vestibulés, l'annulus est souvent absent, toujours peu distinct.

EXINE : tectée ; tectum scabre. *Ectexine* épaissie et généralement légèrement infléchie vers l'extérieur aux pores ; bacules non observés en L-0 analyse, quelquefois visibles en coupe optique. *Endexine* mince, peu distincte de l'*ectexine*, détachée de celle-ci aux pores formant un vestibulum. Épaisseur totale environ 1μ ; *endexine* < *ectexine*.

Figures (1 à 5 : x 1000, 6 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale, bacules visibles à la partie supérieure ; 4, 5 : vues méridiennes ; 4, coupe optique des pores ; 5, pore de face à un niveau médian ; 6, vue d'ensemble.



Betula populifolia Marsh.

PLANCHE 30

Betula papyrifera Marsh.

(Corylaceae)

Récolté à la Cité Universitaire Laval, Québec, par M. Bélanger en 1962, dans un peuplement naturel.
Préparation Bélanger n° 13a.

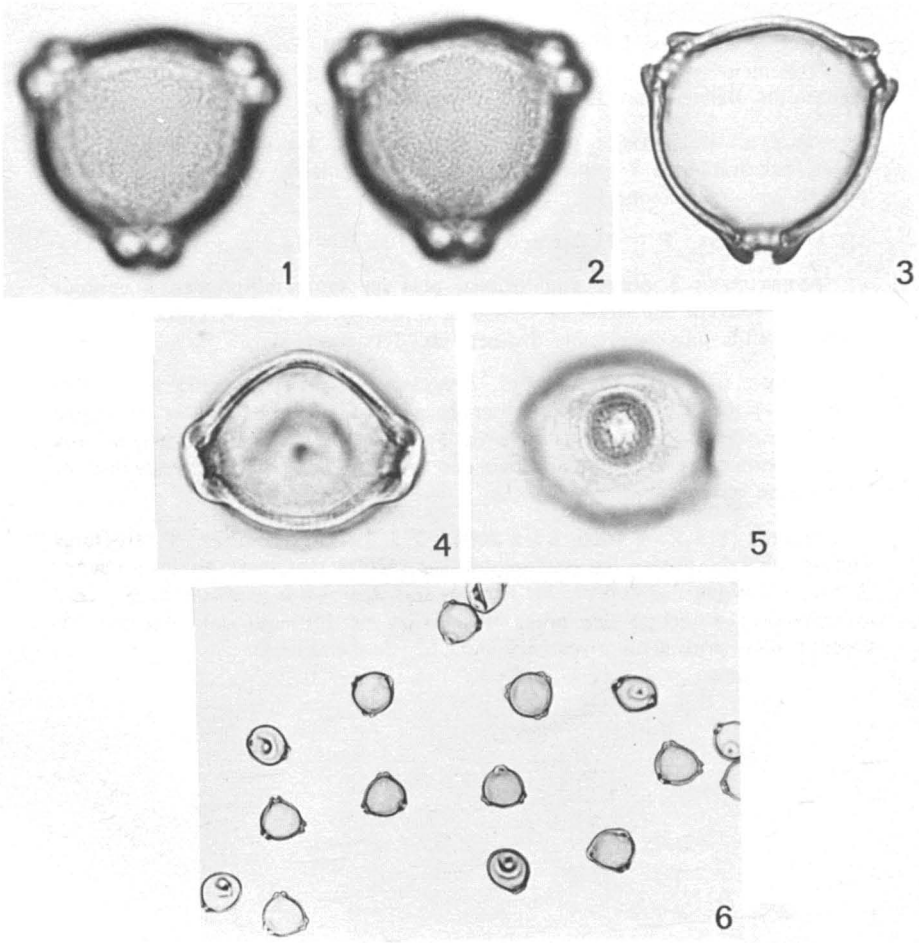
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, 3-porés ; légèrement bréviaxes, subcirculaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $24,7 \mu \pm 1,3$ (N = 10), E = $29,4 \mu \pm 1,0$ (N = 15).

APERTURES : 3 pores équatoriaux, plus ou moins elliptiques, à contour irrégulier, le plus souvent échancré, de diamètre $2,5 \mu$ environ ; pores très saillants, vestibulés, annulus très net, de diamètre environ 8μ .

EXINE : tectée ; tectum scabre. *Ectexine* épaissie et fortement infléchie vers l'extérieur aux pores ; bacules non observés en L-0 analyse, parfois visibles en coupe optique. *Endexine* mince, *distincte* de l'ectexine, détachée de celle-ci aux pores, formant un vestibulum. Épaisseur totale environ $1,5 \mu$; endexine = $\frac{1}{3}$ ectexine.

Figures (1 à 5 : x 1000, 6 : x 200) : 1 à 3 : *vues polaires* ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale ; 4, 5 : *vues méridiennes* ; 4, coupe des pores et forme en vue méridienne ; 5, contour d'un pore et l'annulus très marqué ; 6, vue d'ensemble.



Betula papyrifera Marsh.

PLANCHE 31

Betula pumila L.*(Corylaceae)*

Récolté à la Cité Universitaire, Québec, par M. Bélanger en 1962, dans un peuplement naturel.

Préparation Bélanger n° 22a.

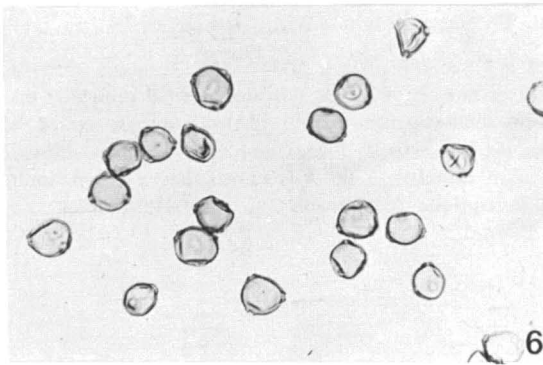
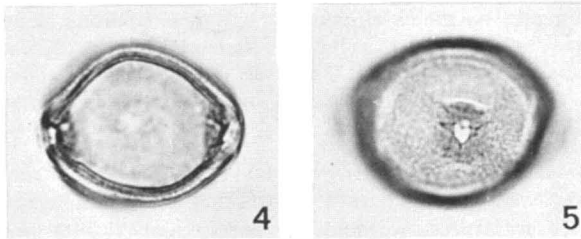
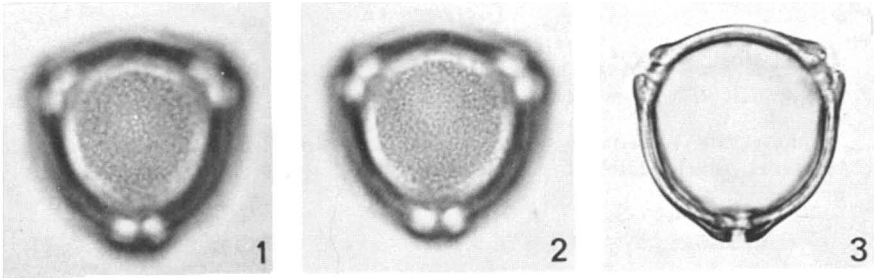
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, 3-porés ; légèrement bréviaxes, subcirculaires à subtriangulaires en vue polaire, circulaires à elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $21,0 \mu \pm 0,8$ (N = 10), E = $24,7 \mu \pm 1,0$ (N = 15).

APERTURES : 3 pores équatoriaux, plus ou moins elliptiques, à contour irrégulier, souvent échancré, de diamètre 2μ environ ; pores saillants, vestibulés, annulus plus ou moins distinct, de diamètre 5-6 μ .

EXINE : tectée ; tectum scabre. *Ectexine* épaissie et infléchie vers l'extérieur aux pores ; bacules non observés en L-0 analyse, visibles en coupe optique. *Endexine* mince, distincte de l'ectexine, détachée de celle-ci aux pores, formant un vestibulum. Épaisseur totale $1,3 \mu$ environ ; endexine = $\frac{1}{3}$ ectexine environ.

Figures (1 à 5 : x 1000, 6 : x 200) : 1, 2, 3 : *vues polaires* ; 1, structures supratectales de l'exine en surface ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale, les bacules sont visibles à gauche ; 4, 5 : *vues méridiennes* ; 4, coupe des pores, l'endexine est distincte de l'ectexine ; 5, contour d'un pore à un niveau médian ; 6, vue d'ensemble.



Betula pumila L.

PLANCHE 32

Alnus crispa (Ait.) Pursh
var. *mollis* Fern.

(Corylaceae)

Récolté au pont de Québec, Québec, par P. Richard en 1966.
Préparation Richard n° 114.

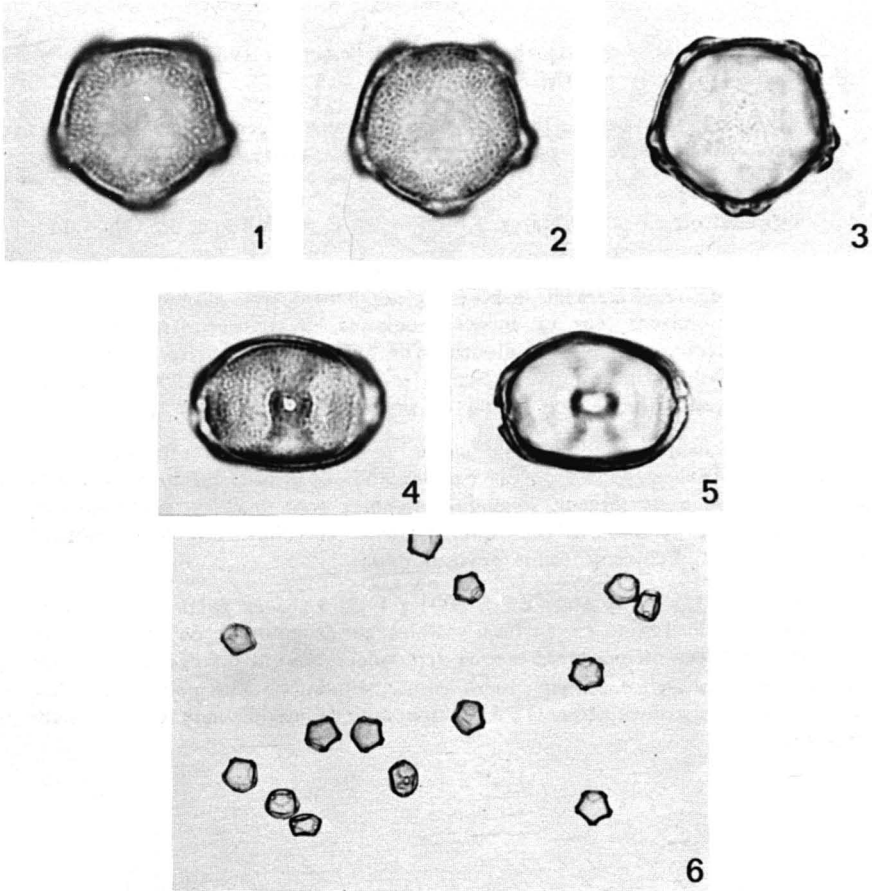
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, généralement 5-porés ; bréviaxes, subcirculaires à pentagonaux en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $18,1 \mu \pm 0,9$ (N = 5), E = $21,5 \mu \pm 0,6$ (N = 7).

APERTURES : généralement 5 pores (4,6) équatoriaux, assez régulièrement disposés, plus ou moins elliptiques ($1 \times 2 \mu$ environ), souvent plus ou moins circulaires, à contour irrégulier ; saillants, vestibulés, entourés d'un annulus de diamètre 5-6 μ . La L-0 analyse du pore montre souvent la superposition de deux contours elliptiques à angle droit (endoaperture allongée suivant l'équateur).

EXINE : tectée ; tectum scabre-rugulé. *Ectexine* épaissie et légèrement infléchiée vers l'extérieur aux pores ; bacules non-observés. Des épaississements arqués de 1,8 μ largeur, joignant les pores, sont visibles. *Endexine* très mince, à peine distincte de l'ectexine, détachée de celle-ci aux pores, formant un vestibulum. Épaisseur totale environ 0,8 μ .

Figures (1 à 5 : x 1000, 6 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales de l'exine en surface, visibles sur le pourtour du grain (centre déprimé) ; 2, ces mêmes structures en profondeur ; 3, coupe optique équatoriale, l'endexine est distincte de l'ectexine ; 4, 5 : vues méridiennes ; 4, contour d'un pore et d'un annulus à un niveau médian, épaississements arqués distincts ; 5, coupe optique méridienne ; 6, vue d'ensemble.



Alnus crisper (Ait.) Pursh
var. *mollis* Fern.

PLANCHE 33

Ainus rugosa (Du Roi) Spreng.
var. *americana* (Regel) Fern.

(*Corylaceae*)

Récolté à Duchesnay, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 37a.

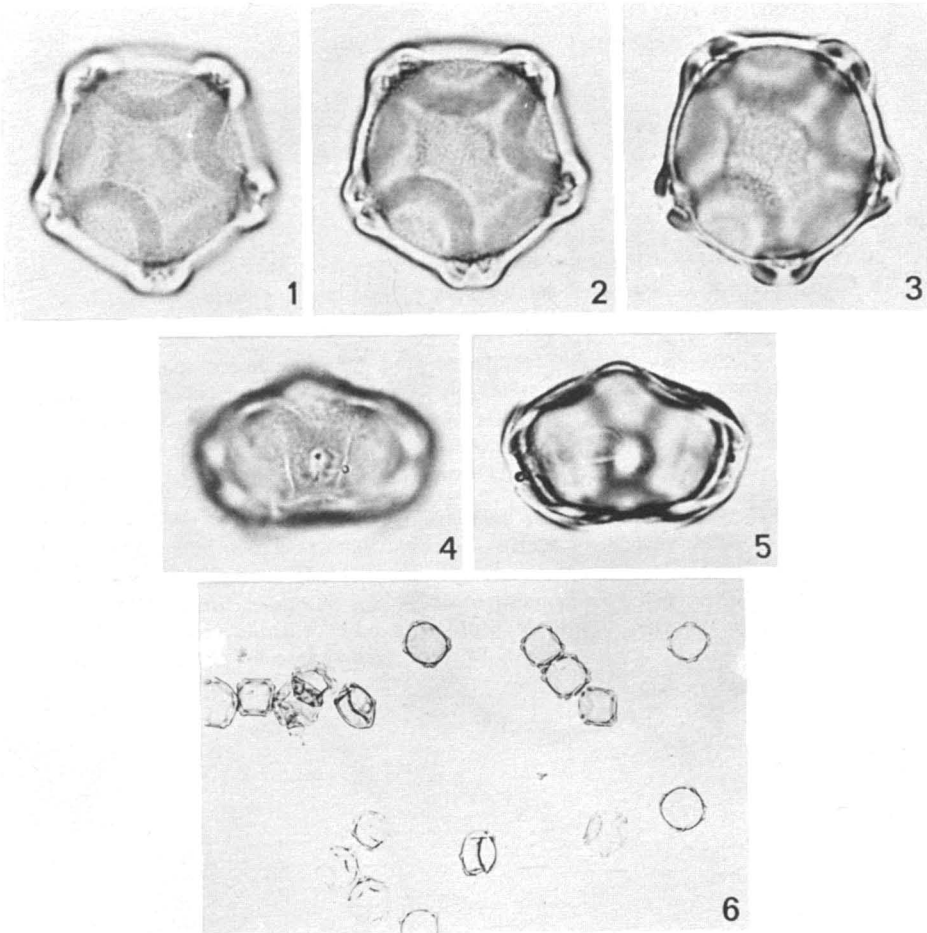
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, généralement 4-porés ; bréviaxes, subcirculaires à pentagonaux en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : $P = 20,7 \mu \pm 1,6$ (N = 7), $E = 28,4 \mu \pm 3,7$ (N = 15).

APERTURES : 4 ou 5 pores équatoriaux (env. 60% 4-porés, 40% 5-porés) assez régulièrement disposés, généralement très elliptiques ($1 \times 3 \mu$ environ), souvent plus ou moins circulaires, à contour irrégulier ; très saillants, nettement vestibulés, entourés d'un annulus de diamètre 8μ environ. La L-0 analyse du pore montre le plus souvent une ellipse allongée suivant l'axe polaire en surface et un cercle en profondeur.

EXINE : tectée ; tectum rugulé-scabre. *Ectexine* épaissie et fortement infléchie vers l'extérieur aux pores ; bacules non-observés. Des épaississements arqués de $3-4 \mu$ de largeur joignant les pores sont visibles. *Endexine* très mince à peine distincte de l'ectexine, détachée de celle-ci aux pores formant un vestibulum. Épaisseur totale environ 1μ .

Figures (1 à 5 : x 1000, 6 : x 200) : 1, 2, 3 : vues polaires ; structures supratactales de l'exine en surface, visibles sur le pourtour du grain (centre déprimé) ; 2, ces mêmes structures en profondeur au centre du grain ; 3, coupe optique équatoriale ; 4, 5 : vues méridiennes ; 4, contour d'un pore et annulus, épaississements arqués présents ; 5, coupe optique méridienne ; 6, vue d'ensemble.



Alnus rugosa (Du Roi) Spreng.
var. *americana* (Regel) Fern.

PLANCHE 34

Fagus grandifolia Ehrh.*(Fagaceae)*

Récolté à Québec (ville), Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 55b.

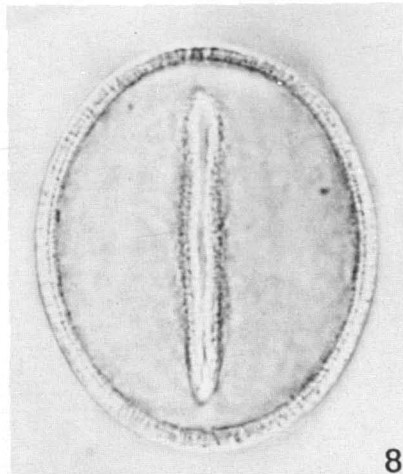
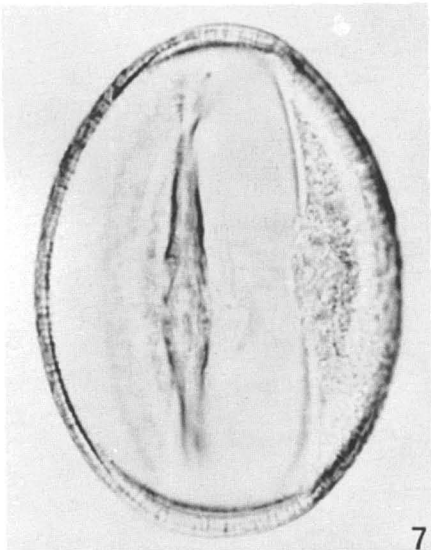
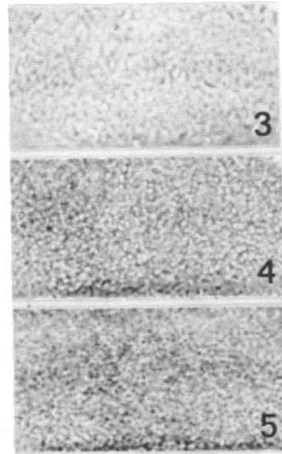
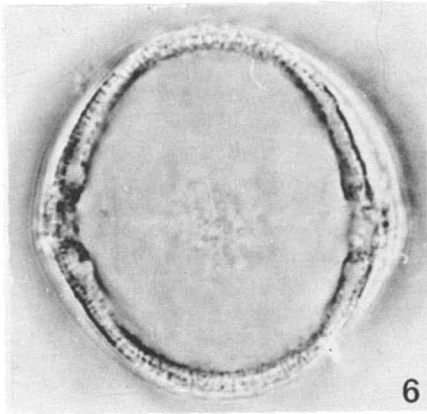
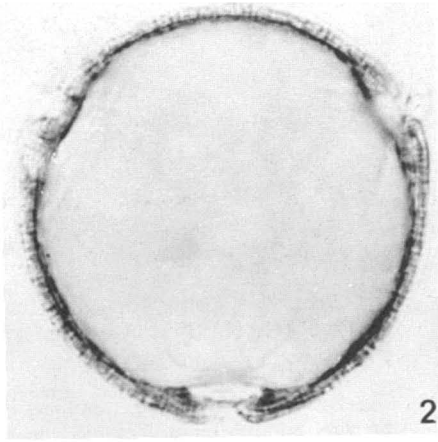
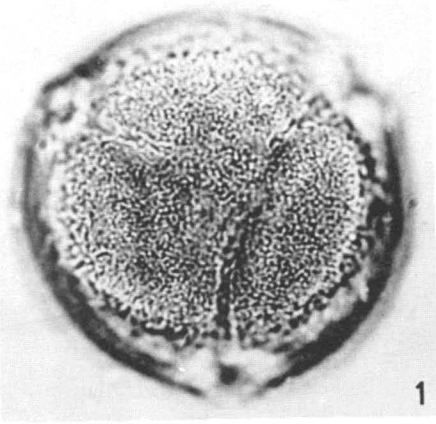
SYMÉTRIE ET FORME : pollens 3-colporés, isopolaires ; plus ou moins équiauxes, circulaires en vue polaire, subcirculaires à elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $47,3 \mu \pm 3,0$ (N = 10), E = $47,2 \mu \pm 2,1$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon assez long ($t = 10-15 \mu$), étroit, à bords nets ; l'*endoaperture* est un pore elliptique de dimensions $10-15 \mu$ environ, à contour peu distinct.

EXINE : intectée. *Ectexine* formée de pilas plus ou moins réunis à leur partie supérieure, formant des crêtes plus ou moins anastomosées, donnant par endroits un aspect réticulé ; bacules longs, nets en L-0 analyse et en coupe. *Endexine* mince, très légèrement détachée de l'*ectexine* près des pores. Épaisseur totale $2-3 \mu$; *endexine* = $\frac{1}{4}$ *ectexine*.

Figures (x 1000) : 1, 2 : *vues polaires* ; 1, exine à un niveau médian, partie supérieure des bacules au centre ; 2, coupe optique équatoriale ; 3, 4, 5 : L-0 analyse de l'exine ; 3, en surface ; 4, sommet des bacules ; 5, pied des bacules ; 6, 7, 8 : *vues méridiennes* ; 6, coupe des sillons et forme du méso-colpium (grain moyen) ; 7, vue de profil d'un pore, à droite (grain de grande taille, très longiaxe) ; 8, sillon de face (remarquer la stratification de l'exine en coupe).



Fagus grandifolia Ehrh.

PLANCHE 35

Quercus alba L.*(Fagaceae)*

Récolté à Deux-Montagnes (comté), Québec, par le père Louis-Marie en 1930 (Herbier Fac. Agriculture, Univ. Laval).
Préparation Richard n° 224.

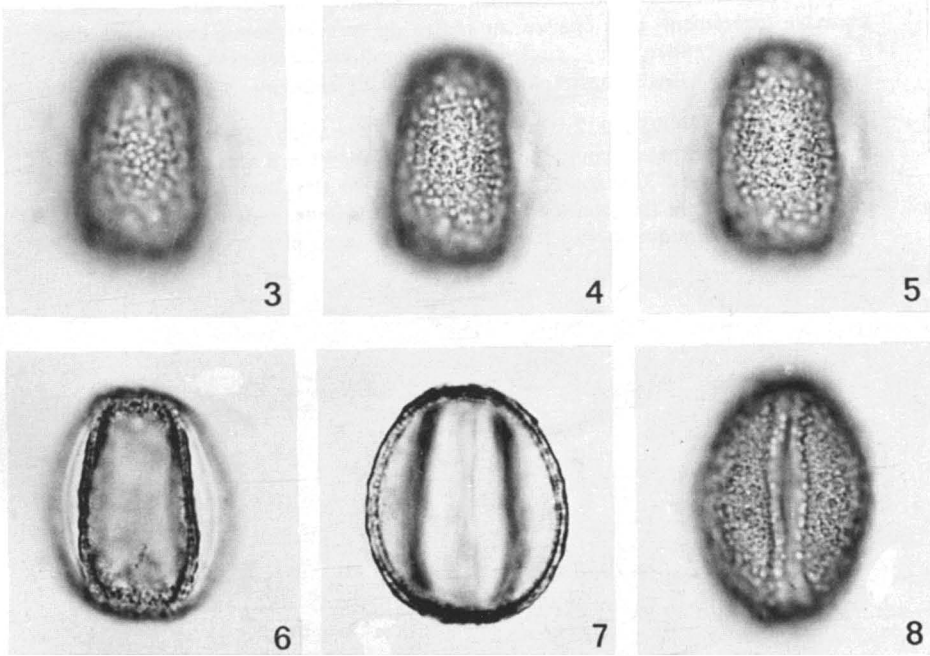
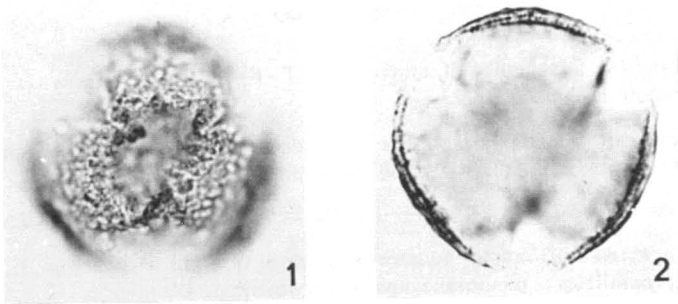
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, circulaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $30,6 \mu \pm 1,4$ (N = 12), E = $26,3 \mu \pm 1,1$ (N = 8).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux, longs ($t = 8 \mu$: $6-10 \mu$), à bords nets et parallèles ; membrane aperturale finement granuleuse.

EXINE : tectée ; tectum grossièrement verruqueux, aminci vers les sillons. *Ectexine* plus épaisse au centre du mésocolpium ; bacules de diamètre variable ; plus courts vers les sillons, groupés par plages. *Endexine* mince. Épaisseur totale environ $1,5 \mu$; *endexine* < *ectexine*.

Figures (x 1000) : 1, 2 : *vues polaires* ; 1, triangle polaire et exine sur le pourtour du grain ; 2, coupe optique équatoriale ; 3 à 8, *vues méridiennes* ; 3, 4, 5 : L-0 analyse de l'exine ; 3, en surface ; 4, sommet des bacules ; 5, pied des bacules ; 6, forme du mésocolpium ; 7, coupe optique méridienne ; 8, sillon de face, plan médian.



Quercus alba L.

PLANCHE 36

Quercus macrocarpa Michx.*(Fagaceae)*

Récolté à Deschambault, Québec, par P. Richard en 1966.
Préparation Richard n° 123.

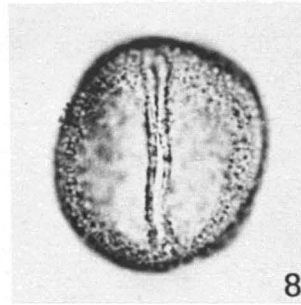
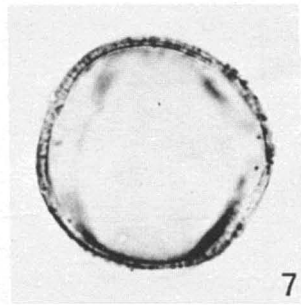
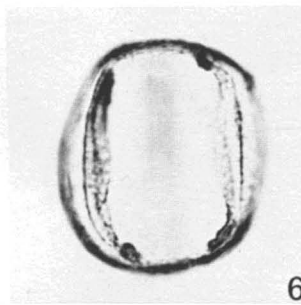
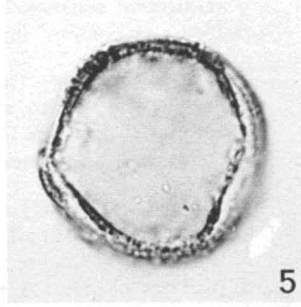
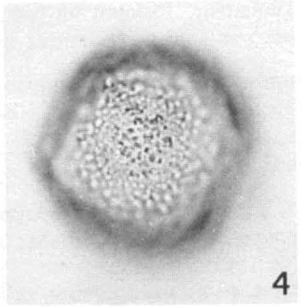
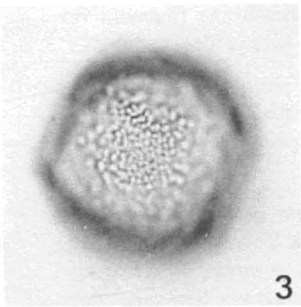
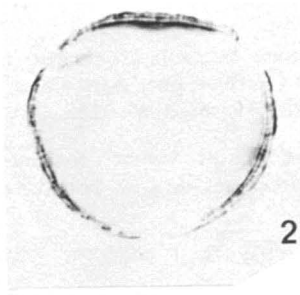
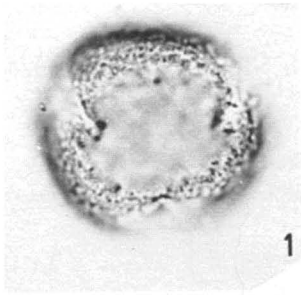
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, circulaires en vue polaire, elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $28,6 \mu \pm 1,2$ (N = 9), E = $25,5 \mu \pm 1,8$ (N = 9).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux, longs ($t = 11 \mu : 9-14 \mu$), à bords nets, et parallèles ; membrane aperturale finement granuleuse.

EXINE : tectée ; tectum finement verruqueux, aminci vers les sillons. *Ectexine* légèrement plus épaisse au centre du mésocolpium ; bacules de diamètre assez régulier, plus courts vers les sillons, irrégulièrement groupés. *Endexine* mince. Épaisseur totale environ $1,2 \mu$; *endexine* = $\frac{1}{2}$ *ectexine*.

Figures (x 1000) : 1, 2 : *vues polaires* ; 1, triangle polaire et exine sur le pourtour du grain ; 2, coupe optique équatoriale ; 3 à 8 : *vues méridiennes* ; 3, 4 : L-0 analyse ; 3, verrues de surface ; 4, pied des bacules ; 5, forme du mésocolpium (grain très gonflé) ; 6, contour des sillons, indentations à l'équateur ; 7, coupe optique méridienne ; 8, sillon de face, plan médian.



Quercus macrocarpa Michx.

PLANCHE 37

Quercus bicolor Willd.*(Fagaceae)*

Récolté à Deux-Montagnes (comté), Québec, par le père Louis-Marie en 1929 (Herbier Fac. Agriculture, Univ. Laval).
Préparation Richard n° 225.

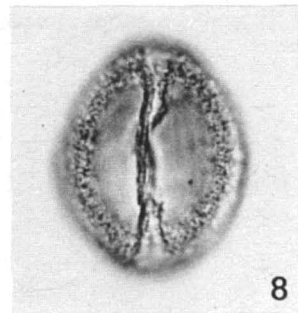
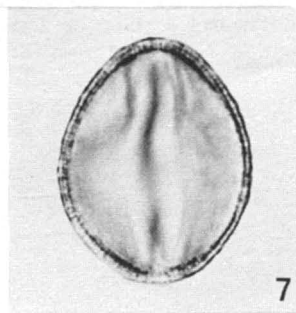
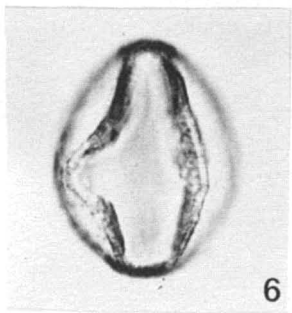
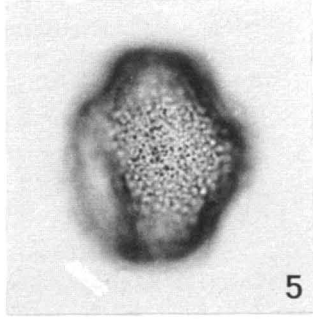
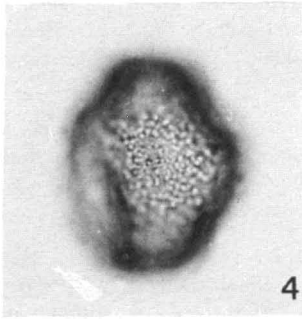
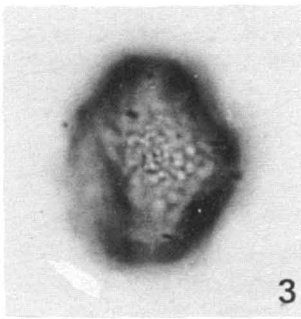
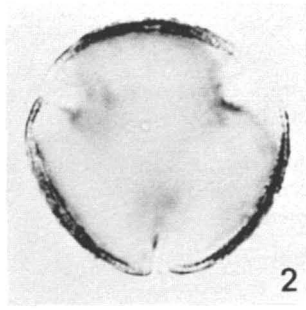
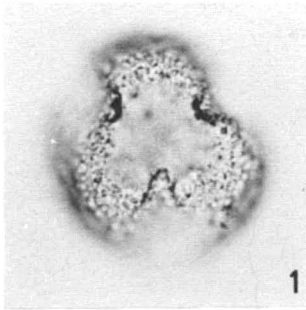
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, plus ou moins circulaires en vue polaire, elliptiques à subrhomboidal en vue méridienne.

DIMENSIONS : $P = 32,7 \mu \pm 1,8$ (N = 15), $E = 27,1 \mu \pm 2,1$ (N = 9).

APERTURES : 3 sillons équatoriaux, longs ($t = 8 \mu : 6-9 \mu$), à bords nets généralement soulevés à l'équateur, formant un bec ; membrane finement verruqueuse, à contour interne très souvent échancré au niveau de l'équateur.

EXINE : tectée ; tectum grossièrement verruqueux, aminci vers les sillons. *Ectexine* plus épaisse au centre du mésocolpium ; bacules de diamètre variable, plus courts vers les sillons. *Endexine* mince. Épaisseur totale environ $1,3 \mu$ endexine < ectexine.

Figures (x 1000) : 1, 2 : vues polaires ; 1, triangle polaire et exine sur le pourtour du grain ; 2, coupe optique équatoriale ; 3 à 8 : vues méridiennes ; 3, 4, 5 : L-0 analyse ; 3, verrues de surface ; 4, sommet des bacules ; 5, pied des bacules ; 6, forme du mésocolpium et coupe des sillons ; 7, coupe optique méridienne ; 8, sillon de face, plan médian (remarquer la constriction équatoriale).



Quercus bicolor Willd.

PLANCHE 38

Quercus rubra L.
var. *borealis* (Michx. f.) Farw.

(*Fagaceae*)

Récolté à Duchesnay, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 41a.

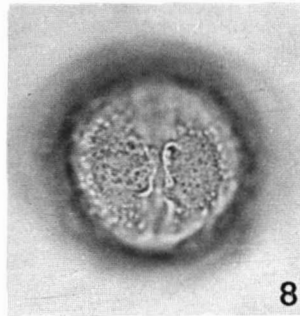
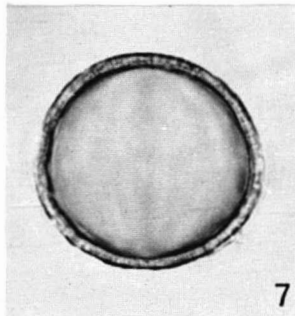
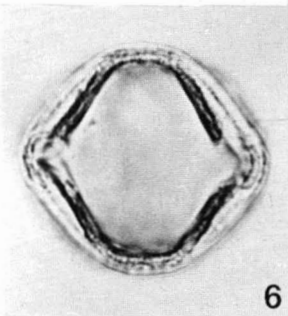
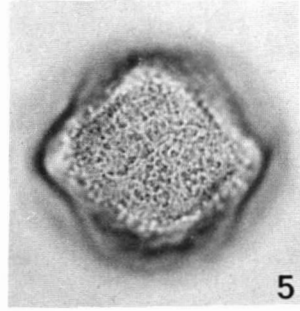
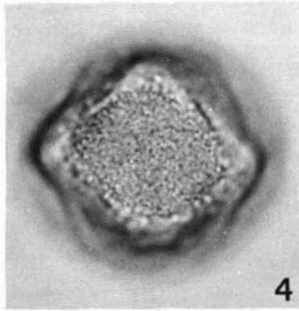
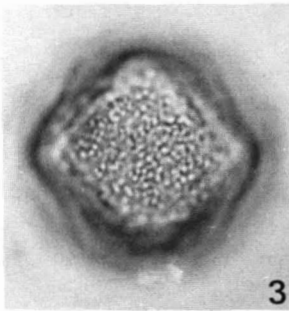
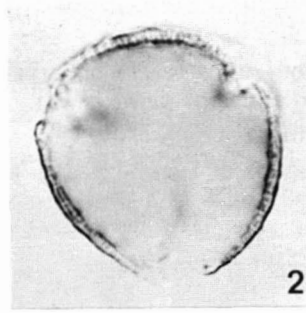
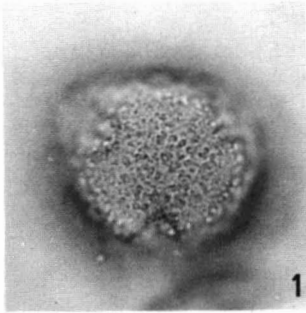
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporoïdés ; longi- à équi-axes, plus ou moins circulaires en vue polaire, elliptiques à subcirculaires en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = 31,8 μ \pm 2,1 (N = 14), E = 27,8 μ \pm 2,6 (N = 14).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 10 \mu : 9-11 \mu$), à bords nets généralement soulevés à l'équateur, formant un bec ; membrane aperturale finement verruqueuse ; l'*endoaperture* est peu distincte, formée par un poroïde arrondi.

EXINE : tectée ; tectum verruqueux, aminci vers les sillons. *Ectexine* plus épaisse au centre du mésocolpium ; bacules de diamètre assez régulier, groupés par paquets, plus courts vers les sillons ; *endexine* mince, interrompue au niveau des pores. Épaisseur totale environ 1,2 μ ; *endexine* = $\frac{1}{2}$ *ectexine*.

Figures (x 1000) : 1, 2 : *vues polaires* ; 1, triangle polaire et pied des bacules ; 2, coupe optique équatoriale ; 3 à 8 : *vues méridiennes* ; 3, 4, 5 : L-0 analyse ; 3, verrues en surface ; 4, sommet des bacules ; 5, pied des bacules ; 6, coupe des sillons et forme du mésocolpium (*geniculus* à l'équateur) ; 7, coupe optique méridienne ; 8 sillon de face, plan médian.



Quercus rubra L.
var. *borealis* (Michx. f.) Farw.

PLANCHE 39

Ulmus rubra Mühl.*(Ulmaceae)*

Récolté à Québec (ville), Québec, par M. Bélanger en 1962 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparations Bélanger n° 51a, b.

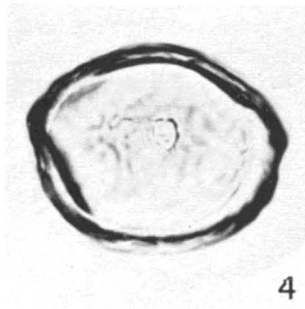
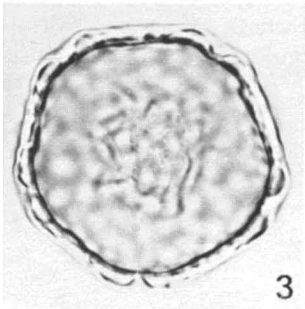
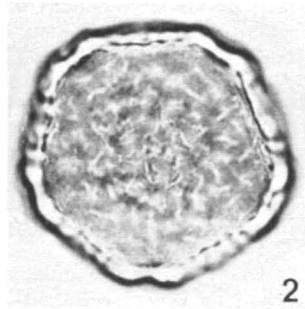
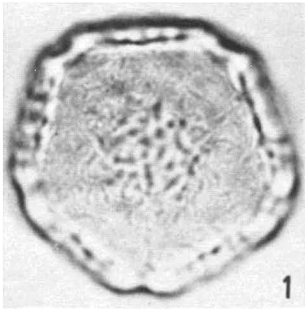
SYMÉTRIE ET FORME : pollens hétéropolaires, généralement 5-porés ; bréviaxes, subcirculaires à pentagonaux en vue polaire, sub-elliptiques avec une face plus convexe que l'autre en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $28,7 \mu \pm 1,4$ (N = 6), E = $34,1 \mu \pm 5,8$ (N = 20).

APERTURES : généralement 5 pores (4,6) équatoriaux, à contour elliptique, allongés suivant le méridien, de dimensions 2,5 par 4μ , disposés à peu près symétriquement ; saillants, annulus peu distinct.

EXINE : tectée ; tectum ondulé, scabre portant des crêtes courtes et larges donnant en surface un aspect vermiculé. *Ectexine* fortement épaissie aux pores ; bacules non-observés. *Endexine* mince. Épaisseur totale moyenne 1μ environ ; pôle proximal (le plus convexe) plus épais que le pôle distal.

Figures (x 1000) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratectales en surface (aspect scabre) ; 2, ces mêmes structures en profondeur (aspect vermiculé) ; 3, coupe optique équatoriale ; 4, vue méridienne, contour du pore et forme générale.



Ulmus rubra Mühl.

PLANCHE 40

Ulmus americana L.*(Ulmaceae)*

Récolté à Québec (ville), Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 10a.

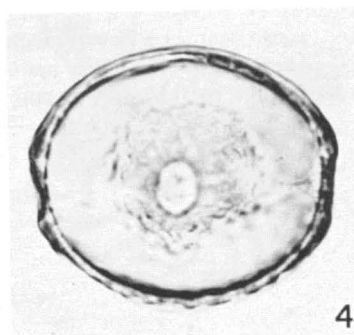
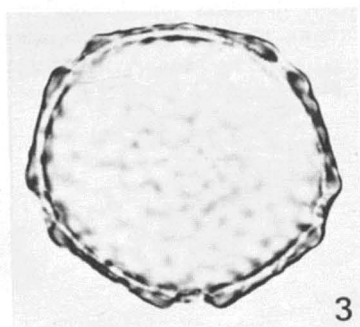
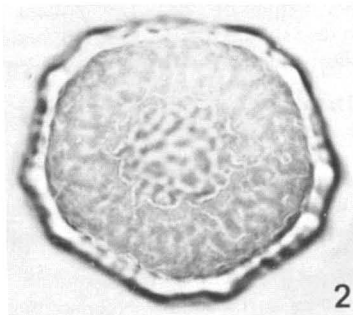
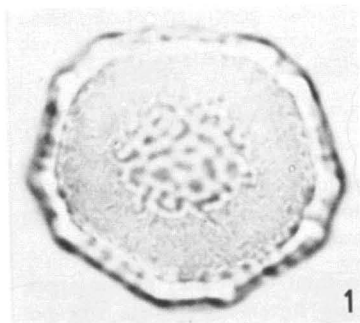
SYMÉTRIE ET FORME : pollens hétéropolaires, généralement 5-porés ; bréviaxes, subcirculaires à pentagonaux en vue polaire, sub-elliptiques avec une face plus convexe que l'autre en vue méridienne.

DIMENSIONS : $P = 30,8 \mu \pm 1,5$ ($N = 20$), $E = 39,7 \mu \pm 2,9$ ($N = 20$).

APERTURES : généralement 5 pores (4,6) équatoriaux, à contour elliptique, allongés suivant le méridien, de dimensions 3 par 5 μ , disposés à peu près symétriquement ; légèrement saillants, annulus peu distinct.

EXINE : tectée ; tectum ondulé, scabre, portant des crêtes allongées, donnant en surface un aspect vermiculé. *Ectexine* fortement épaissie aux pores ; bacules non-observés. *Endexine* mince, distincte de l'*ectexine*. Épaisseur totale environ 2 μ ; *endexine* = $\frac{1}{2}$ *ectexine*.

Figures (x 1000) : 1, 2, 3 : vues polaires ; 1, structures supratactales en surfaces (aspect scabre) ; 2, ces mêmes structures en profondeur (aspect plus nettement vermiculé) ; 3, coupe optique équatoriale ; 4, vue méridienne, coupe de l'exine et forme d'un pore.



Ulmus americana L.

PLANCHE 41

Ulmus thomasi Sarg.*(Ulmaceae)*

Récolté à Saint-Vincent-de-Paul, Québec, par M. Bélanger en 1966.
Préparations Richard n° 103, 108.

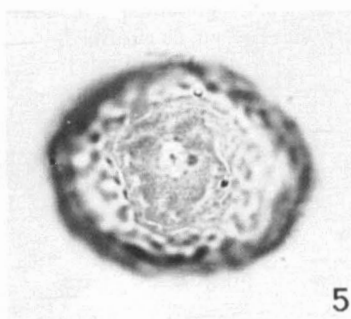
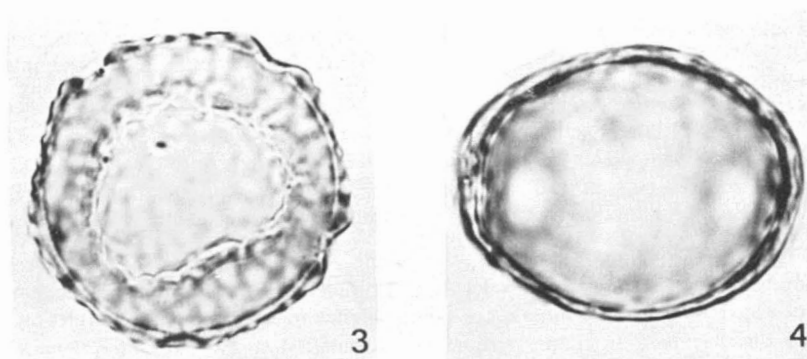
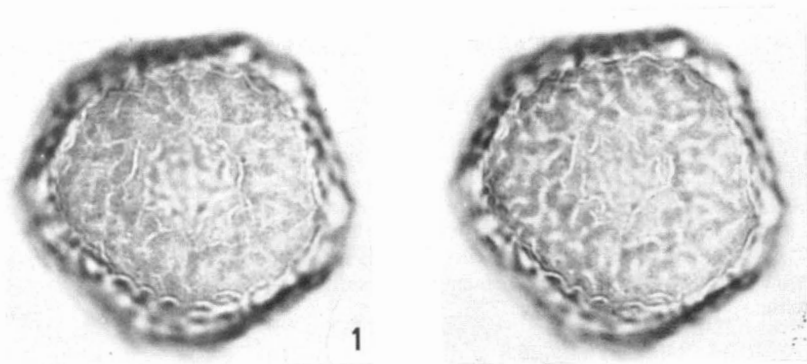
SYMÉTRIE ET FORME : pollens hétéropolaires, généralement 5-porés ; bréviaxes, subcirculaires à pentagonaux en vue polaire, sub-elliptiques avec une face plus convexe que l'autre en vue méridienne.

DIMENSIONS : P = $31,4 \mu \pm 1,6$ (N = 10), E = $37,5 \mu \pm 2,1$ (N = 15).

APERTURES : généralement 5 pores (4,6) équatoriaux, à contour elliptique, allongés suivant le méridien, de dimensions 3 par 4μ , disposés à peu près symétriquement ; saillants, annulus généralement assez distinct.

EXINE : tectée ; tectum ondulé, scabre, portant des crêtes assez larges, donnant en surface un aspect vermiculé. *Ectexine* fortement épaissie aux pores ; bacules à peine distincts en coupe optique. *Endexine* mince, distincte de l'*ectexine*. Épaisseur totale environ 2μ .

Figures (x 1000) : 1 à 3 : *vues polaires* ; 1, structures supratectales en surface (aspect scabre) ; 2, ces mêmes structures en profondeur (aspect plus nettement vermiculé) ; 3, coupe optique équatoriale ; 4, 5 : *vues méridiennes* ; 4, coupe optique méridienne ; 5, pore de face, plan médian.



Ulmus thomasi Sarg.

PLANCHE 42

Celtis occidentalis L.*(Ulmaceae)*

Récolté à l'Île Léonard, Québec, par L. Cinq-Mars et G. Lemieux en 1963 (Herbier Fac. Agriculture, Univ. Laval).
Préparation Richard n° 219.

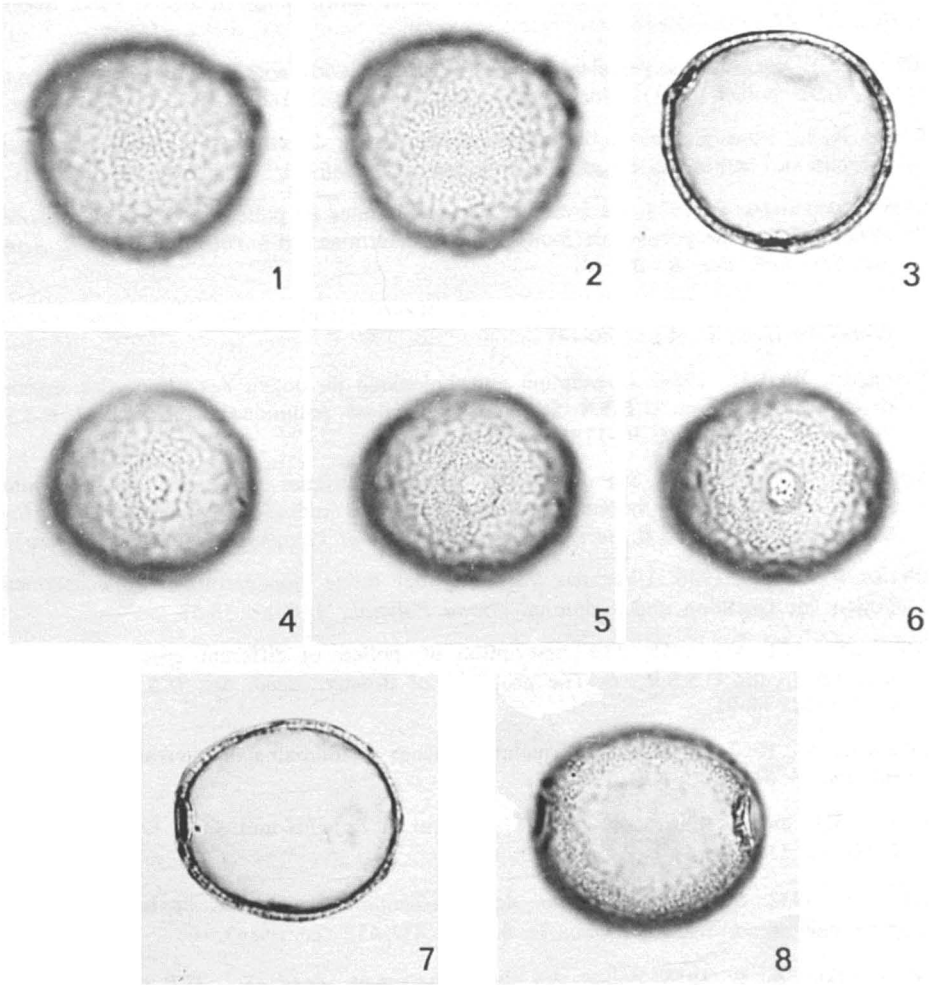
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, généralement 3-porés ; légèrement bréviaxes, subcirculaires en vue polaire, sub-elliptiques en vue méridienne.

DIMENSIONS : $P = 26,8 \mu \pm 0,9$ (N = 10), $E = 29,9 \mu \pm 1,6$ (N = 10).

APERTURES : généralement 3 pores (4) équatoriaux à peu près circulaires ou allongés suivant le méridien ; diamètre $3,5 \mu$ environ ; non saillants, entourés d'un annulus net, de diamètre environ 6μ ; munis d'un opercule granuleux.

EXINE : tectée, tectum très finement perforé, épaissi près des pores, structures supratectales très finement verruqueuses. *Ectexine* d'épaisseur uniforme ; bacules nets en L-0 analyse, visibles en coupe optique. *Endexine* très mince. Épaisseur totale environ $1,2 \mu$; endexine = $\frac{1}{2}$ ectexine.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, vue de surface, structures supratectales peu nettes (points les plus brillants), les perforations du tectum sont apparentes (points noirs), les points blancs réguliers sont les bacules ; 2, pied des bacules ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 8 : vues méridiennes ; 4, 5 : L-0 analyse de l'annulus ; 4, les points noirs autour de l'annulus sont des perforations ; 5, perforations nettes, sommet des bacules ; 6, plan médian dans le pore montrant l'opercule granuleux ; 7, coupe optique méridienne ; 8, plan médian à travers un pore vu de profil.



Celtis occidentalis L.

Références

- CLAUSEN, K. E., 1960. A survey of variation in pollen size within individual plants and catkins of three taxa of *Betula*. *Pollen Spores*, **2** (2) : 299-304.
- ERDTMAN, G., 1953. On the difference between the pollen grains in *Alnus glutinosa* and those in *Alnus incana*. *Svensk bot. Tidskr.*, **47** (3) : 449-450.
- ERDTMAN, G. and J. TERASMAE, 1951. On the pollen morphology of *Betula nana*. *Svensk bot. F.*, **45** (2) : 358-361.
- FAEGRI, K., 1953. On the periglacial flora of Jaeren (with notes on the morphology of the *Salix* pollen grain). *Norsk geogr. F.*, **14** (1-4) : 61-76.
- HUYNH, K.-L., 1968. Étude de l'arrangement du pollen dans la tétrade chez les Angiospermes sur la base de données cytologiques. *Ber. schweiz. bot. Ges.*, **78**: 152-191.
- JENTYS-SZAFEROWA, J., 1928. La structure des membranes du pollen de *Corylus* et *Myrica* et des espèces européennes de *Betula* et leur détermination à l'état fossile. *Bull. Acad. pol. Sci. Let., Sér. B, Bot.*
- LEOPOLD, E. B., 1956. Pollen size-frequency in New-England species of the genus *Betula*. *Grana Palynol.*, **1** (2) : 140-147.
- MONOSZON, W. KH., 1954. Description morphologique du pollen des principales espèces de chêne croissant en U.R.S.S. (en vue de l'analyse pollinique). *Acad. Sci. U.R.S.S., Trav. Inst. Géogr.*, **61**: 93-118 (en russe).
- MONOSZON, M. KH., 1964. Sur les variations intraspécifiques des caractères morphologiques des pollens, in Systématique et méthodes d'études des pollens et spores fossiles. *Acad. Sci., U.S.S.R., sect. Sibérienne, Inst. Géol. Géophys.* : 177-189 (en russe).
- MÜLLER-STOLL, W., 1956. Über das Verhalten der Exine nonaperturater Angiospermen. Pollen bei Quellung und Keimung. *Grana Palynol.*, **1** (2) : 38-58.
- OSCHURKOVA, M. V., 1959. The description of pollen of different species of *Betula* occurring in the U.S.S.R., in The problems of Botany, *Acad. Sc., U.S.S.R., Moscou, Leningrad* : 68-91.
- PLANCHAIS, N., 1962. Le pollen de quelques chênes du domaine méditerranéen occidental. *Pollen Spores*, **4** (1) : 87-93.
- ROWLEY, J.R. and G. ERDTMAN, 1967. Sporoderm in *Populus* and *Salix*. *Grana palynol.*, **7** (2-3) : 517-567.
- SHTEPA, I., 1942. Structure du pollen des représentants caucasiens de la famille des *Fagaceae*. *Acad. Sci. Rép. Georgie*, **3** (5) : 451-457 (en russe).
- SOKOLOVSKAÏA, A. P., 1958. Pollen des plantes arctiques. *Acad. Sci., U.R.S.S., Inst. Bot., U. L. Komarov.*
- STACHURSKA, A., 1961. Morphology of pollen grains of the *Juglandaceae*. *Monographiae bot.*, **12**: 121-143.
- STANLEY, E. A. and G. O. W. KREMP, 1959. Some observations on the geniculus in the pollen of *Quercus prinoides*. *Micropaleontology*, **5** (3) : 351-354.
- STRAKA, H., 1952. Zur Feinmorphologie des Pollens von *Salix* und von *Artemisia*. *Grana palynol.*, **14**: 204-227.

- STRAKA, H., 1966. Palynologia Madagassica et Mascarenica. *Pollen Spores*, **8** (2) : 241-264.
- TAKEOKA, M., 1965. Electronmicroscopic investigations on the surface structure of pollen membrane of trees. *Sci. Rep. Kyoto Prefect. Univ. Agr.*, **17**: 43-69.
- TAKEOKA, M. and E. STIX, 1963. On the fine structure of the pollen walls in some scandinavian *Betulaceae*. *Grana palynol.*, **4** (2) : 161-188.
- VAN CAMPO, M., 1961. Mécanique aperturale. *Grana palynol.*, **2** (3) : 95-97.
- VAN CAMPO, M., 1966. Variations polliniques intraflorales. *Adansonia*, **6** (1) : 55-64.
- VAN CAMPO, M., et H. ELHAÏ, 1956. Étude comparative des pollens de quelques chênes. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **103**: 254-260.
- YAMAZAKI, T. and M. Takeoka, 1958. Electronmicroscope investigations on the surface structure of the pollen membrane based on the replica method IV. *Sci. Rep., Saikyo Univ. Agr.*, **10**: 28-36.

LES MYCORRHIZES DE *PICEA MARIANA* (MILL.) BSP. :
ASPECTS MORPHOLOGIQUES, ANATOMIQUES
ET SYSTÉMATIQUES ¹

CLAUDE RICHARD et J. ANDRÉ FORTIN

Faculté de Foresterie et de Géodésie
Université Laval, Québec

Résumé

À partir de racines récoltées dans des stations variées, nous avons reconnu deux catégories de radicelles chez *Picea mariana* (Mill.) BSP. Un premier groupe comprend des ectomycorrhizes typiques ; elles ont été classées selon la méthode de Dominik. Un deuxième groupe réunit des radicelles brunâtres, grêles, irrégulières, striées transversalement et sans manchon ; toutes sont infectées, à divers degrés, inter- et intracellulairement.

Nous avons obtenu des ectomycorrhizes *in vitro*, avec les huit espèces de champignons suivants : *Paxillus involutus* (Batsch ex Fr.) Fr., *Suillus granulatus* (L. ex Fr.) O. Kuntze, *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray, *Leccinum chromapes* (Frost) Sing., *Cenococcum graniforme* (Sow.) Ferd. et Winge, *Boletinus pictus* (Peck) Peck, *Boletinus cavipes* (Opat.) Kalchb. et *Fuscoboletinus glandulosus* (Peck) Pom. et Smith.

D'autre part, *Polyporus tomentosus* Fr. et la variété *circinatus* (Fr.) Sartory et Maire, ainsi que *Mycelium radices atrovirens* (sensu Levisohn, 1963), ont exercé un effet dépressif sur la croissance des semis.

Abstract

From material collected on various sites, we recognized two kinds of short roots of *Picea mariana* (Mill.) BSP. The first were ectomycorrhizae which were classified according to Dominik's key. The other type were brownish, slender, irregularly-beaded, transversally-striped and lacked mantles. They were all infected to some degree, inter- and intracellularly.

Artificial mycorrhizae were synthesized *in vitro* with *Paxillus involutus* (Batsch ex Fr.) Fr., *Suillus granulatus* (L. ex Fr.) O. Kuntze *Suillus luteus* (L. ex Fr.) S. F. Gray, *Leccinum chromapes* (Frost) Sing., *Cenococcum graniforme* (Sow.) Ferd. and Winge, *Boletinus pictus*

1) Partie d'un travail effectué à l'Université Laval, Québec, grâce aux subventions et bourses du Conseil National de Recherches du Canada et du Ministère des Pêches et Forêts.

(Peck) Peck, *Boletinus cavipes* (Opat.) Kalchb. and *Fuscoboletinus glandulosus* (Peck) Pom. and Smith.

Conversely, *Polyporus tomentosus* Fr., its variety *circinatus* (Fr.) Sartory and Maire and *Mycelium radice atrovirens* (sensu Levisohn, 1963), depressed seedling growth.

Introduction

Si la structure, la morphologie, l'anatomie et la physiologie des parties aériennes des arbres sont bien connues, il faut admettre qu'à propos de leur système racinaire, surtout au niveau des structures primaires, l'information reste rudimentaire. En effet, les radicelles mycorrhizées des arbres dans leur milieu naturel, ne supportent pas la comparaison avec la classique racine d'oignon. En forêt, c'est pourtant symbiotiquement qu'existent et fonctionnent la majorité des radicelles des arbres.

Il n'existe actuellement pas d'information substantielle sur les mycorrhizes de *Picea mariana* (Mill.) BSP. Ainsi, Trappe (1962) mentionne brièvement l'existence de mycorrhizes produites par *Cenococcum graniforme* (Sow.) Ferd. et Winge. D'autre part, Singer (1959), à la suite d'observations sur le terrain, considère *Gomphidius septentrionalis* Sing. comme un champignon associé à *P. mariana*; il ne précise cependant pas la nature de l'association. Enfin Gosse (1944), après ses observations sur *P. mariana* et *Picea rubra* Link, a émis l'hypothèse que *Polyporus tomentosus* var. *circinatus* (Fr.) Sartory et Maire pénétrait la racine et provoquait une carie du pied, après avoir d'abord formé des mycorrhizes. Whitney (1965) a cependant soutenu une thèse opposée.

Dans ce contexte, nous avons étudié la morphologie et l'anatomie des radicelles de *P. mariana*, telles qu'elles se présentent en forêt. Par des essais de synthèse en culture pure, nous avons tenté de connaître l'identité de quelques champignons capables de s'associer à cet arbre pour y former des mycorrhizes. Par ce même procédé, nous avons refait l'expérience de Whitney en remplaçant *Picea glauca* (Moench) Voss. et *Pinus resinosa* Ait. par *P. mariana*.

Matériel et méthode

Les radicelles étudiées ont été récoltées au cours de l'été et de l'automne 1967 et 1968. Afin de couvrir la plus grande amplitude écologique possible et ainsi saisir les variations morphologiques du milieu, nous avons échantillonné trois stations qui diffèrent surtout par leur régime hydrique. Il s'agit d'une pessière noire à sphaignes (*Sphagno-Piceetum* Grandtner, 1960, sous-association *chamaedaphnetosum* Hatcher et Jurdant, 1965), d'une pessière noire aux mousses hypnacées (*Hypno-Piceetum* Lafond, 1964) et d'une pessière noire à cladonies (*Cladonio-Piceetum* Lafond, 1964). Elles correspondent respecti-

vement aux classes de drainage 6, 4 et 2 du « *National Soil Survey Committee of Canada* ».

Dans ces stations, des racines sont prélevées avec le sol y adhérent et transportées dans une glacière portative. Au laboratoire, les échantillons sont disséqués et les segments de racines portant des radicelles sont placés dans l'eau afin d'éviter le dessèchement. Ces radicelles sont observées à la loupe binoculaire ; la couleur et l'allure générale sont notées, ainsi que la présence des caractères morphologiques suivants : manchon, rhizomorphes, hyphes radiants, etc. Les spécimens représentatifs sont photographiés et schématisés.

Pour l'étude anatomique, les radicelles sont d'abord fixées au FAA, puis déshydratées et incluses dans la paraffine selon les méthodes décrites par Johansen (1940). Des sections de 10 μ d'épaisseur, colorées à la « Safranine O » et au « Vert-lumière », conviennent très bien aux besoins de l'étude.

En réunissant les informations recueillies sur la couleur, la morphologie et l'anatomie, les mycorrhizes peuvent être classées selon le système de Dominik (1959).

Les cultures pures de champignons ont été obtenues à partir des sporophores, sauf pour *C. graniforme* et *Mycelium radicis atrovirens* (sensu Levisohn, 1963) qui ont été isolés de radicelles mycorrhizées selon la méthode décrite par Zak et Marx (1964).

Les essais de synthèse sont effectués en culture pure selon la méthode de HacsKaylo (1953), compte tenu des modifications apportées par Marx et Zak (1965). Le substrat, contenu dans des fioles de 500 ml, est un mélange comprenant 220 ml de vermiculite, 30 ml de tourbe de mousse pulvérisée et 166 ml de la solution Melin-Norkrans (Norkrans, 1949).

Les graines de *P. mariana* sont stérilisées par immersion dans du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) à 30% pendant 30 secondes, puis mises à germer sur eau gélosée, à l'obscurité. Elles sont prêtes à être ensemencées lorsque la radicule a atteint un à deux centimètres.

Parallèlement, les champignons sont cultivés sur milieu de Melin et Rama Das modifié (Fortin, 1967). Habituellement, l'inoculation du substrat est assurée par une masse de mycélium sur milieu gélosé ; cependant, dans le cas des espèces à Mycélium coriace (*C. graniforme* et *Leccinum chromapes* (Frost) Sing., une suspension de mycélium homogénéisé fut utilisée.

Pour chaque espèce de champignon inoculé, cinq répétitions sont effectuées. Cinq témoins sont prévus pour l'ensemble de l'expérience. Les semis sont

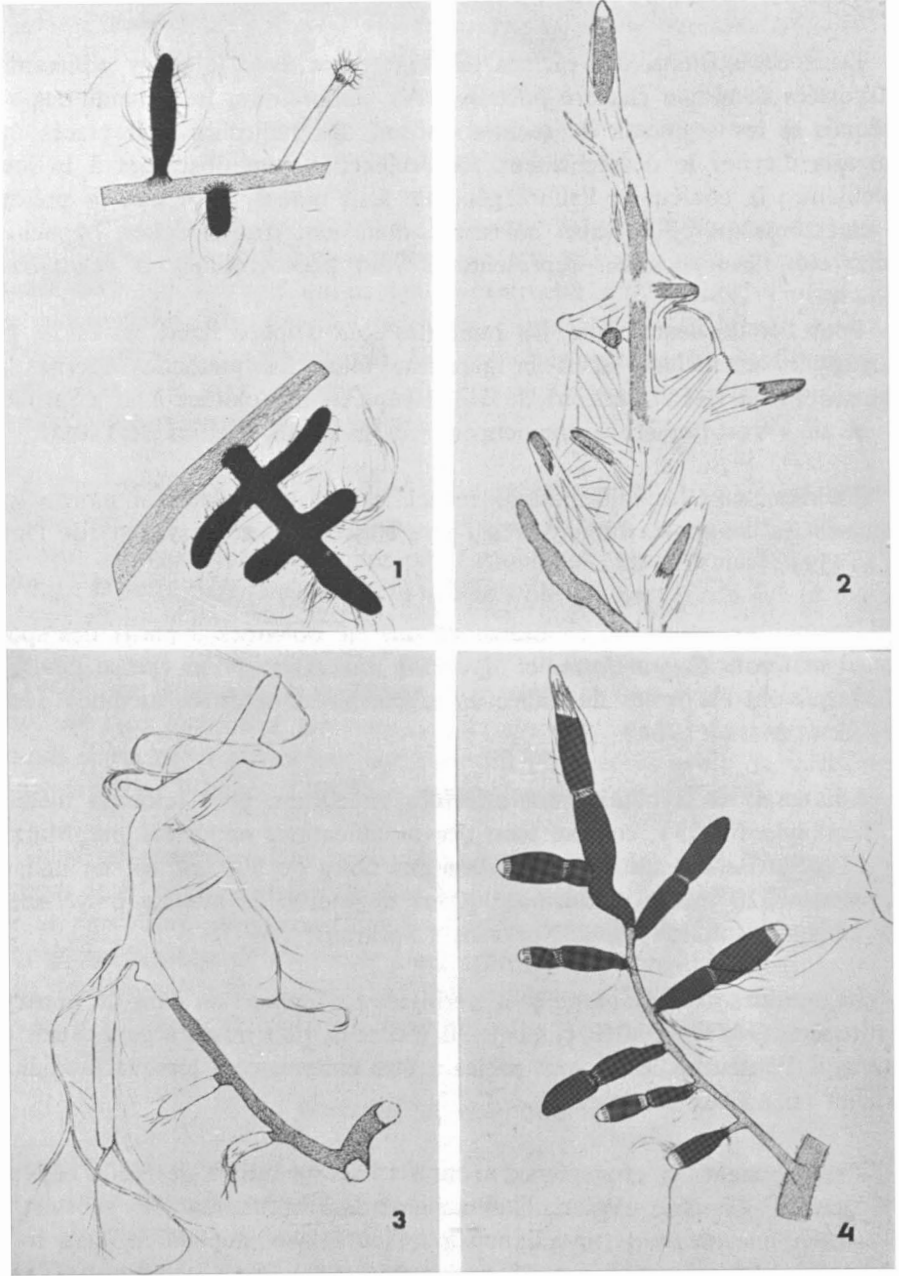


PLANCHE I, FIG. 1. Schémas d'ectomycorrhizes noires à *C. graniforme* du genre *Ga.* (x 15). FIG. 2. Schéma d'une ectomycorrhize blanche du genre *Aa.* (x 15). FIG. 3. Schéma d'un ectomycorrhize jaune du genre *Ac.* (x 15). FIG. 4. Schéma typique des ectomycorrhizes brun pâle, brun foncé et roses (x 15).

incubés dans une chambre de croissance pendant 12 à 13 semaines, sous une photopériode de 16 heures assurée par des ampoules incandescentes et des tubes fluorescents qui fournissent ensemble 32,000 lux. La température diurne est de 24°C, tandis que celle correspondant à la période d'obscurité est ajustée à 18°C. L'humidité relative est maintenue à 80%.

À la fin de l'expérience, les semis sont examinés et le nombre des radicelles enveloppées par le mycélium du champignon est noté. Au début, pour l'examen cytologique, ces radicelles étaient incluses dans la paraffine, puis sectionnées au microtome rotatif. Par la suite, nous avons employé la méthode plus rapide des coupes à la main levée, suivie d'une coloration au bleu coton dans le lactophénol.

Résultats

L'observation du matériel récolté a révélé la présence de mycélium dans toutes les radicelles vivantes examinées. L'existence de deux catégories de radicelles bien distinctes a été reconnue aussi bien à la loupe binoculaire qu'en coupe histologique.

Un premier groupe comprend les ectomycorrhizes. Elles sont simples, pyramidales ou racémeuses et de couleurs variées. Nous y avons reconnu les mycorrhizes noires à *C. graniforme* du genre Ga (fig. 1, 7 et 8), les blanches du genre Aa (fig. 2), les jaunes du genre Ac (fig. 3 et 5), les roses, les brun pâle et les brun foncé respectivement des genres Fe, Ff et Fg (fig. 4 et 6).

Le deuxième groupe est constitué par des radicelles grêles et sans manchon (fig. 9). Elles sont beaucoup plus longues que les ectomycorrhizes, minces, striées transversalement et sans manchon apparent. Une suite de renflements et de constriction, à peine perceptibles à l'oeil nu, leur donnent une allure en chapelet ou en collier de perles (« beaded »). En coupe (fig. 10), le cortex présente des cellules bourrées de tannins et des pénétrations inter- et intracellulaires à des degrés divers. Plusieurs sont déformées et certaines semblent mortes.

Les tentatives d'isolement effectuées directement à partir des mycorrhizes n'ont donné que peu de résultats. Sur 300 cultures obtenues de 1,200 tentatives d'isolement, 2 champignons seulement ont formé des mycorrhizes. Il s'agit d'une souche de *C. graniforme* et une d'un basidiomycète non identifié.

Des mycorrhizes furent synthétisées avec *Paxillus involutus* (Batsch ex Fr.) Fr., *Suillus granulatus* (L. ex Fr.) O. Kuntze, *Suillus luteus* (L. ex Fr.) S. F. Gray, *L. chromapes*, *C. graniforme*, *Boletinus pictus* (Peck) Peck, *Boletinus cavipes* (Opat.) Kalchb. et *Fuscoboletinus glandulosus* (Peck) Pom. et

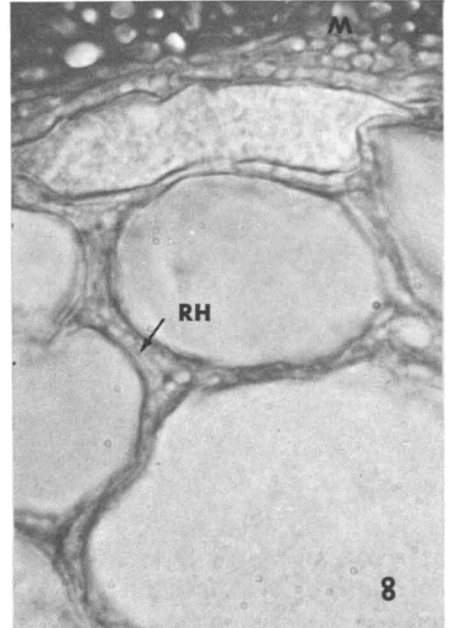
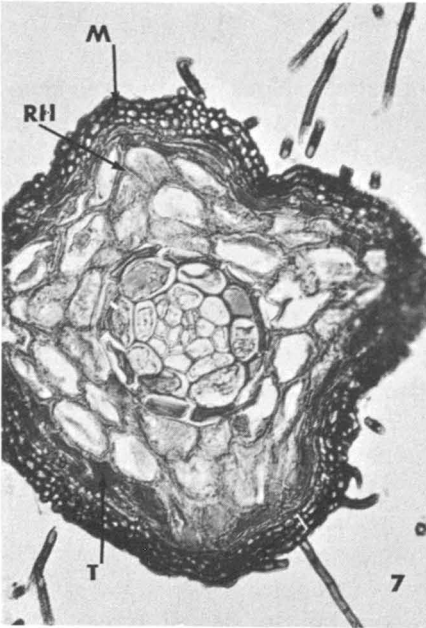
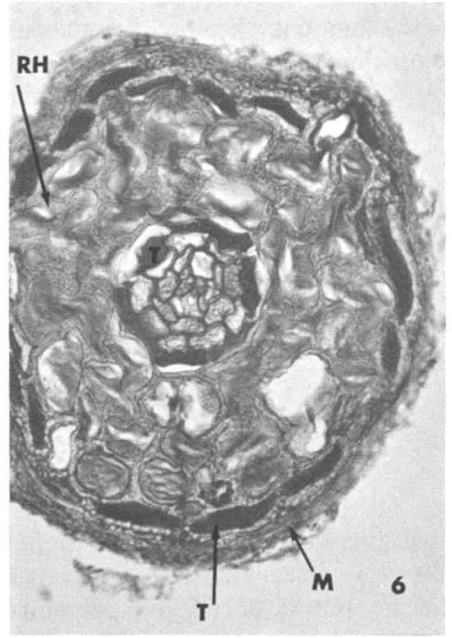
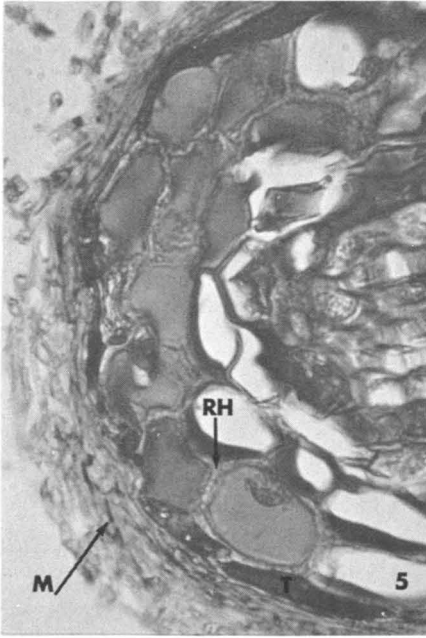


PLANCHE II, FIG. 5. Coupe transversale dans une ectomycorrhize jaune du genre *Ac* (environ $\times 720$). M, manchon; RH, réseau de Hartig. FIG. 6. Coupe transversale dans une ectomycorrhize rose du genre *Fe* (environ $\times 400$). M, manchon; RH, réseau de Hartig; T, cellules à tannins. FIG. 7. Coupe transversale dans une ectomycorrhize noire à *C. graniforme* du genre *Ca* (environ $\times 400$). M, manchon; RH, réseau de Hartig; T, cellules à tannins. FIG. 8. Détail du réseau de Hartig dans une coupe transversale d'une mycorrhize à *C. graniforme* (environ $\times 1600$). RH, réseau de Hartig.

Smith. Cependant, *Fuscoboletinus aeruginescens* (Secr.) Pom. et Smith n'a pas formé de mycorrhize. Cette dernière observation corrobore sa réputation d'être spécifique au mélèze.

TABLEAU I

Comparaison entre la croissance de quelques semis mycorrhizés et celle de semis infectés

Champignons	Nombre de répétitions à la fin de l'expérience	Nombre de mycorrhizes par semis (en moyenne)	Hauteur moyenne (cm)	Poids frais moyen (mg)	Poids sec moyen (mg)
<i>L. chromapes</i>	3	19	12.7	366	145
<i>C. graniforme</i>	3	414	8.7	326	76
Basidiomycète (no 977)	3	—*	9.7	366	84
<i>M. radialis atrovirens</i>	5	0	2.5	19	6
<i>P. tomentosus</i>	5	0	5.6	128	28
<i>P. tomentosus</i> var. <i>circinatus</i>	5	0	2.1	81	24
Témoins	7	0	8.5	329	129

* Impossible à compter, le système racinaire étant enveloppé dans un manchon.

Les témoins et tous les semis mycorrhizés étaient bien portants (fig. 12) tandis que les semis inoculés avec *M. radialis atrovirens* (fig. 11) ou les deux *Polyporus* étaient déprimés (tableau I). Leurs racines étaient molles, déliquescents (*M. radialis atrovirens*) ou rigides, cassantes et désorganisées (*P. tomentosus*). Les coupes y révélèrent de nombreuses pénétrations intracellulaires.

La fragmentation de l'inoculum, dans le cas de *C. graniforme* et *L. chromapes*, décupla le nombre de mycorrhizes synthétisées comparativement au nombre obtenu lors d'essais préliminaires avec inoculum massif.

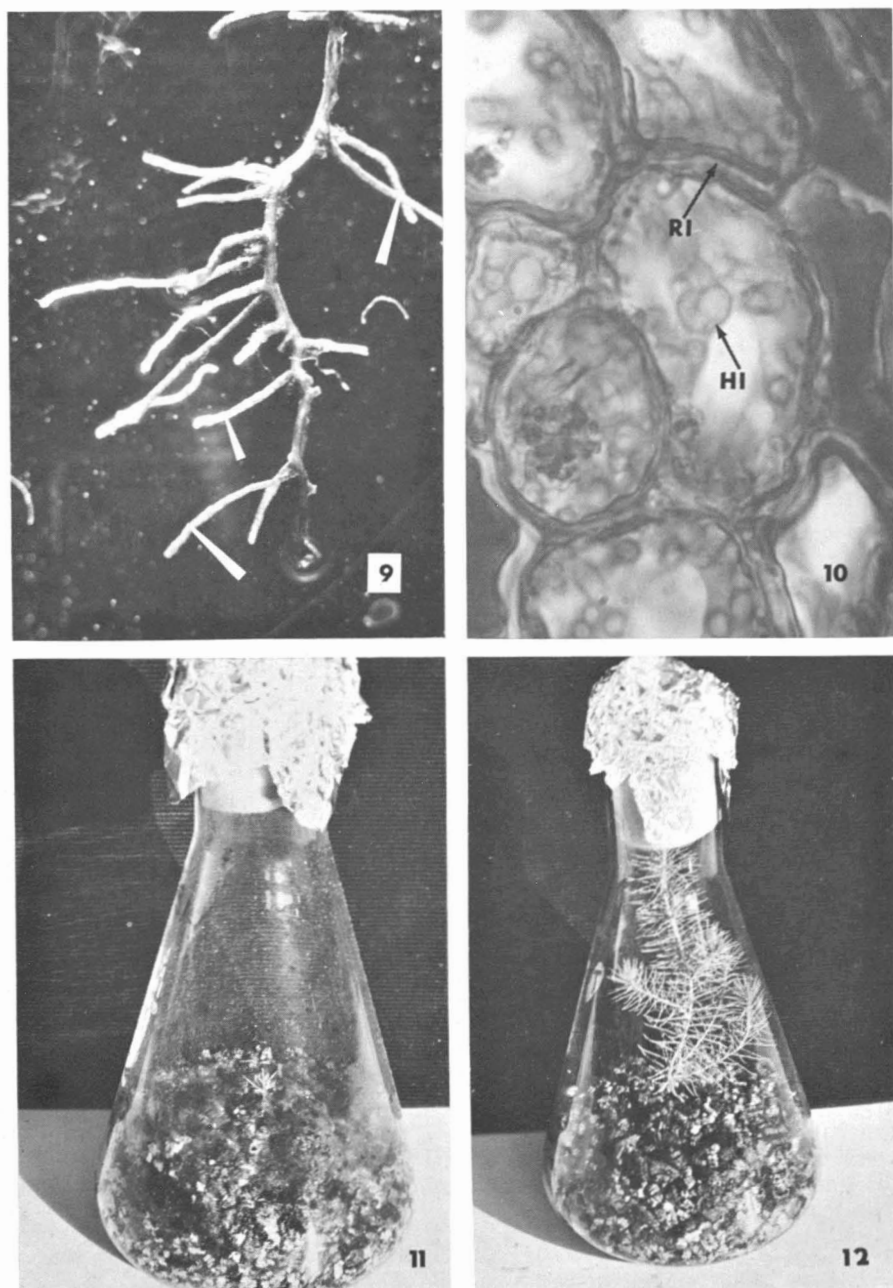


PLANCHE III, FIG. 9. Groupe de pseudomycorrhizes. FIG. 10. Coupe transversale dans une pseudomycorrhize montrant le réseau intercellulaire et les hyphes intracellulaires (environ $\times 1600$). RI, réseau intercellulaire, HI, hyphes intracellulaires. FIG. 11. Un des semis inoculés avec *M. radidis atrovirens* (environ $\times 2/3$). FIG. 12. Un des semis témoins (environ $\times 2/3$).

Discussion et conclusion

Les deux grands groupes de radicelles rencontrés chez *P. mariana*, comme chez d'autres essences d'ailleurs, se distinguent bien, tant morphologiquement et anatomiquement que physiologiquement. Les mycorrhizes du premier groupe, ectotrophes, à manchon et réseau de Hartig typiques sont indiscutablement symbiotiques. Par contre, les radicelles grêles de l'autre groupe présentent très souvent des cellules corticales déformées et même fréquemment mortes ou dégénérées. Ces radicelles, abondantes dans certaines stations, représentent vraisemblablement un phénomène pathologique dont il faut tenir compte. Leur description correspond sensiblement à celle des pseudomycorrhizes décrites par Melin (1923), Rayner et Levisohn (1941), Levisohn (1954, 1963) et Robertson (1954). Par contre, Goss (1960), Laiho (1965) et Mikola (1965), convaincus du rôle symbiotique de ces radicelles, les qualifient d'ectendotrophes (ectendomycorrhizes).

M. radialis atrovirens, que nous avons isolé en grand nombre de la surface des mycorrhizes, est un champignon reconnu pseudomycorrhizateur (Melin, 1923 ; Rayner et Levisohn, 1941 ; Levisohn, 1963). De plus, Levisohn (1954) a démontré qu'un champignon du type *Rhizoctonia*, qu'elle tient responsable de la formation de pseudomycorrhizes, peut avoir un effet dépressif sur des semis de *Pinus sylvestris* L. élevés en culture semi-aseptique. Si ces deux types de champignons sont liés à la mauvaise croissance des arbres comme le suggèrent nos expériences (tableau I) et celles de Levisohn (1954), des traitements sylvicoles, qui auraient pour effet de diminuer la quantité des radicelles infectées par ces champignons au profit des mycorrhizes, pourraient vraisemblablement augmenter la santé du peuplement et, par là, la croissance des arbres. Levisohn (1965) a d'ailleurs rapporté que l'acidification du milieu en pépinière supprimait les pseudomycorrhizes et favorisait la formation d'ectomycorrhizes typiques.

La plupart des synthèses de mycorrhizes ont été effectuées avec des champignons cultivés à partir de la chair des basidiocarpes trouvés dans des stations d'épinettes noires. La méthode suivie pour les essais de synthèse s'est avérée efficace. Si de nombreuses mycorrhizes typiques furent obtenues avec plusieurs champignons, c'est grâce à l'addition de tourbe (12%) qui a permis de tamponner le pH aux environs de l'optimum pour l'épinette noire. L'homogénéisation des champignons coriaces fut également une modification heureuse puisqu'elle multiplia considérablement le nombre de mycorrhizes. Étant inoculé sous la forme d'une suspension de milliers de fragments d'hyphes, le champignon envahit le milieu de plusieurs points à la fois.

Les résultats obtenus avec *P. tomentosus* et *P. tomentosus* var. *circinatus* confirment ceux obtenus par Whitney (1965). En effet, ces deux champignons

n'ont formé aucune structure pouvant se rapprocher de la symbiose mycorrhizienne.

La majorité des radicelles de l'épinette noire sont mycorrhizées par divers champignons tels *C. graniforme*, ou par d'autres comme *P. involutus*, *S. granulatus*, *S. luteus*, *L. chromapes*, *B. pictus*, *B. cavipes* et *F. grandulosus*. Les autres radicelles sont envahies par des champignons du sol et semblent connaître un état pathologique. L'identité de ces champignons et leur rôle restent à préciser.

Références

- DOMINIK, T., 1959. Synopsis of a new classification of the ectotrophic mycorrhizae established on morphological and anatomical characteristics. *Mycopathologia* **11**: 359-367.
- FORTIN, J.A., 1967. Action inhibitrice de l'acide 3-indolyl-acétique sur la croissance de quelques Basidiomycètes mycorrhizateurs. *Physiol. Plant.* **20**: 528-532.
- GOSS, R.W., 1960. Mycorrhizae of Ponderosa Pine in Nebraska grassland soils. *Univ. Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* **192**.
- GOSSELIN, R., 1944. Studies on *Polystictus circinatus* and its relation to butt-rot of spruce. *Farlowia* **1**: 525-568.
- GRANDTNER, M.M., 1960. La forêt de Beauséjour, comté de Lévis, Québec. Étude phytosociologique. *Fonds Rech. For. Univ. Laval, Contr.* **7**.
- HACSKAYLO, E., 1953. Pure culture synthesis of pine mycorrhizae in terra-lite. *Mycologia* **45**: 971-975.
- HATCHER, R.J. et M. JURDANT, 1965. Chibougamou Research Forest, Québec. *Project Q-120, Min. For. Land.* 14 pp. *Polycopié*.
- JOHANSEN, D.A., 1940. Plant microtechnique. *Mc Graw-Hill Book Co., London.* 523 pp.
- LAFOND, A., 1964. La classification écologique des forêts par la végétation, application à la province de Québec. *Fac. Arp. et Génie for., Univ. Laval.* 106 pp. *Polycopié*.
- LAIHO, O., 1965. Further studies on the ectendotrophic mycorrhiza. *Acta Forest. Fenn.* **79** (3): 1-25.
- LEVISOHN, I., 1954. Aberrant root infections of pine and spruce seedlings. *New Phytol.* **53**: 284-290.
- LEVISOHN, I., 1963. About mycorrhizas and pseudomycorrhizas. *Mykorrhiza, Intern. Mykorrhizasymposium, Weimar, 1960*, p. 27-34, *Gustav Fischer Verlag, Jena*, 482 pp.
- LEVISOHN, I., 1965. Mycorrhizal investigations. *Forestry Commission Bulletin* **37**: 228-235.
- MARX, H.D. et B. ZAK., 1965. Effect of pH on mycorrhizal formation of Slash Pine in aseptic culture. *For. Sc.* **11**: 66-75.
- MELIN, E., 1917. Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild häsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. *Norrl. Handbibl.* **7**, 1-426.

- MELIN, E., 1923. Experimentelle Untersuchungen über die Konstitution und Ökologie der Mykorrhizen von *Pinus silvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. *Mykol. Untersuch. Ber.* **2**: 73-331.
- MIKOLA, P., 1965. Studies on ectendotrophic mycorrhiza of pine. *Acta Forest. Fenn.* **79** (2): 1-56.
- NORKRANS, B., 1949. Some mycorrhiza-forming *Tricholoma* species. *Svensk. Bot. tidskr.* **43**: 485-490.
- RAYNER, M.C. et I. LEVISOHN, 1941. The mycorrhizal habit in relation to forestry. IV. Studies on mycorrhizal response in *Pinus* and other conifers. *Forestry* **15**: 1-36.
- ROBERTSON, N.F., 1954. Studies on the mycorrhiza of *Pinus sylvestris*. I. The pattern of development of mycorrhizal roots and its significance for experimental studies. *New Phytol.* **53**: 253-283.
- SINGER, R., 1962. The Agaricales in modern taxonomy. *Cramer, New-York*, 915 pp.
- TRAPPE, J.M., 1962. *Cenococcum graniforme*. Its distribution, ecology, mycorrhiza formation, and inherent variation. *University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Michigan.* 148 pp.
- WHITNEY, R.D., 1965. Mycorrhiza-infection trials with *Polyporus tomentosus* on Spruce and Pine. *For. Sc.* **11**: 265-270.
- ZAK, B. et D.H. MARX, 1964. Isolation of mycorrhizal fungi from roots of individual Slash Pines. *For. Sc.* **10**: 214-222.

UNE NOUVELLE SCROFULARIACÉE POUR LE QUÉBEC ¹

CAMILLE ROUSSEAU, SERGE PAYETTE
Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec

et

ANDRÉ ASSELIN
Matagami, Abitibi-Est, Québec

Résumé

Les auteurs rapportent la première mention du *Mimulus glabratus* HBK. pour le Québec. Après avoir précisé la distribution de ce taxon en Amérique du Nord, ils apportent des commentaires sur la situation géographique, le climat, le sol et la végétation de l'habitat où croît cette plante.

Abstract

The occurrence of *Mimulus glabratus* HBK. is here quoted for the first time in the province of Québec. Precisions are given about its distribution on this continent. Details are also furnished on the location, climate, soil and vegetation of the habitat where this plant was found.

Au cours de l'hiver 1969, l'abbé André Asselin expédiait au premier auteur quelques centaines de récoltes pour en faire vérifier l'identité. L'une de ces plantes retint particulièrement notre attention ; c'était le *Mimulus glabratus* HBK. Le 1er septembre 1969, nous nous rendîmes sur place afin de voir cette espèce dans son milieu et d'étudier son habitat.

Distribution

Au nord de l'Arizona et du Texas, Pennell (1935) Fernald (1950) et Gleason (1952) sont d'avis que cette entité est représentée par le var. *Fremontii* (Benth.) Grant ; alors que ces auteurs restreignent la variété typique à l'Amérique centrale et à l'Amérique du Sud, Boivin (1966 et *in litt.*) renvoie le var. *Fremontii* en synonymie du var. *glabratus*.

Aux États-Unis, ce taxon semble particulièrement fréquent dans les États de la plaine centrale. Pennell (*loc. cit.*) résumait sa distribution et son habitat en ces termes : « A peculiarly broken distribution, over most of the range a plant of springheads or small stream-courses, open or shaded, but with a semi-isolated north-eastern occurrence by cold lakes in deciduous, or more usually coniferous, forests. »

1. Contribution no 79 de la Faculté d'Agriculture de l'Université Laval.



FIG. 1. L'habitat du *Mimulus glabratus*



FIG. 2. Une colonie de cette même espèce bordant immédiatement le ruisseau.

Au Canada, outre la station présente, cette plante n'est actuellement connue que dans les localités suivantes : lieu sourceux dans la vallée de la rivière qu'Apelle, près de Whitewood, Sask. (DAS et DAO, *vide* Breitung, 1957) ; eaux courantes sur un rivage de la rivière Souris, à Aweme, Man. (*vide* Scoggan, 1957) ; à Nipissing et Toronto (*vide* Pennell, *loc. cit.*) de même qu'à Matheson, Ont. (*vide* Baldwin, 1958).

Situation géographique

Cette nouvelle entité pour le Québec croît le long d'un petit ruisseau d'une largeur de deux à dix pieds ; celui-ci recoupe la route Amos - Matagami (route 61) au mille 62, c'est-à-dire à soixante-deux milles au nord de la ville d'Amos, comté d'Abitibi-Est, et à sept milles à l'est de la rivière Harricana. Située au 49°20' lat. N. par 78°05' long. W., cette région se caractérise par une altitude peu variable, environ 950 pieds. Relief de plaine, aux larges interfluves et aux faibles talwegs peu encaissés, quelques pointements rocheux émergent des vastes surfaces de sable et d'argile proglaciaires.

La présente station est localisée à l'intérieur de la région B.4 (*sensu* Halliday, 1937 et Rowe, 1959). Le paysage végétal est relativement diversifié. Arboraies continues de pin gris, de tremble et de sapin sur argile, telles sont les principales formations qui jalonnent de part et d'autre le ruisseau où a été découvert le *Mimulus*. Le ruisseau longe une petite tourbière et coule, plus loin, à travers des sables et des graviers. Tout à côté, les dépôts ont été mis à nu depuis que les hommes ont emprunté ces matériaux pour construire le chemin de Matagami.

Les colonies de *Mimulus* s'installent presque toujours en eau calme, à la fois sur les rives convexes et dans les baies minuscules, endroits propices à l'entourbement.

Sa présence au Québec pourrait-elle être le résultat d'une activité anthropozoïque ? Nous ne nions pas que l'homme lui ait probablement créé des habitats favorables, mais cette plante semble trop bien établie pour affirmer que sa présence en Abitibi puisse être le résultat d'une récente introduction. Retenons, cependant, que le manque de données sur cette entité suscite seulement des hypothèses.

CLIMAT

Dans une étude sur les relations sol-végétation du Québec méridional, Lemieux (1963) nous apprend que la température moyenne annuelle de cette région est de 33.7°F. ; cet auteur ajoute que juillet est le mois le plus chaud avec 62.4°F et janvier, le plus froid avec 1.1°F. Selon Hufty (1969), la précé-

piration pendant la saison de croissance est de 10.82 pouces ; celle-ci semble également bien répartie puisqu'elle varie entre 3.53 et 3.69 pouces par mois. Au dire de Ferland et Gagnon (1967), la précipitation annuelle totale varie entre 28 et 32 pouces ; de plus, la durée moyenne de la période sans gelée est d'environ 80 jours pour une probabilité de 50 pour cent, puisque le 15 juin semble être la date moyenne de la dernière gelée et le 1er septembre, celle de la première. En résumé, nous sommes probablement en présence du climat le plus continental que l'on puisse rencontrer dans le Québec habité.

SOL

La majorité des dépôts de cette région sont d'origine alluviale et marquent l'extension de l'ancien lac Barlow - Ojibway. Les colonies de *Mimulus* apparaissent surtout sur les marges humides d'un ruisseau. Ces dernières se disposent sous forme de légers replats de quelques pieds de largeur et de quelques pouces de hauteur au-dessus du plan d'eau. Ils sont alimentés sporadiquement par des sources. Des sables et des graviers dominent l'ensemble des replats.

Le sol est gorgé d'eau et se caractérise par trois horizons principaux. L'horizon superficiel, organique, est principalement constitué de débris de *Drepanocladus aduncus*, var. *aduncus*. L'humus est relativement bien décomposé, noir, truffé de rhizomes et de quelques graviers. L'épaisseur varie entre 0 et 3 pouces. Le pH est de 7.0. Le deuxième horizon est dominé par des graviers et des sables grossiers et contient de la matière organique de couleur noire. Le pH atteint 7.1. Quant au dernier horizon, il est uniquement constitué de graviers et de sable et se caractérise par un pH élevé, soit 7.4.

À la lecture des travaux de Pennell (*loc. cit.*) et de Baldwin (*loc. cit.*), on constate que ces auteurs n'auraient trouvé aucun plant de *Mimulus* dans des dépôts faiblement alcalins. Il semble que les eaux de drainage de ce ruisseau sont chargées de sels basiques. En aval des colonies de *Mimulus*, les argiles de l'horizon B (sols des pinèdes à pins gris) ont un pH de 5.4. Notons que les profils de sols des pinèdes à pins gris s'apparentent au luvisol gris. Il est possible que les argiles du matériel originel atteignent un pH plus élevé.

Description phytosociologique

Les plants de *Mimulus glabratus* sont accompagnés de plusieurs espèces, surtout des mousses et quelques plantes à fleurs. Le *Mimulus* apparaît tantôt en colonie serrée tantôt en mélange avec certaines espèces occupant une grande superficie, notamment *Drepanocladus aduncus*, var. *aduncus*, *Philonotis fontana*, *Epilobium glandulosum* et *Glyceria canadensis*. Les stations à *Mimulus* ne couvrent pas une grande superficie. Nous présentons ci-dessous les principales espèces présentes, ainsi que leur abondance-dominance et leur sociabilité selon les normes de Braun-Blanquet (1932):

MIMULUS GLABRATUS 3.4	<i>Potentilla palustris</i> , var. <i>palustris</i> + .1
<i>Cardamine pensylvanica</i> 1.1	<i>Ranunculus pensylvanicus</i> + .1
<i>Carex Bebbii</i> + .1	<i>Ranunculus trichophyllus</i> (4.4) (dans l'eau)
<i>Epilobium glandulosum</i> 3.2	<i>Stellaria longifolia</i> 3.2
<i>Galium labradoricum</i> 1.1	<i>Veronica americana</i> 1.1
<i>Glyceria canadensis</i> 2.2	<i>Bryum</i> sp. 3.3
<i>Glyceria striata</i> + .1	<i>Drepanocladus aduncus</i> , var. <i>aduncus</i> 4.4
<i>Juncus nodosus</i> 1.1	<i>Philonotis fontana</i> 3.3

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre vive gratitude à M. Jean-Marie Morin, agronome, pour son aide sur le terrain, de même qu'à Benoît Gauthier, géographe, pour sa précieuse collaboration lors de la préparation du présent article. Un cordial merci aux professeurs Lionel Cinq-Mars, taxonomiste et Victorin Lavoie, écologiste, qui ont revu notre texte.

Références

- BALDWIN, W. K. W., 1958. Plants of the clay belt of northern Ontario and Quebec. *Bull. natn. Mus. Can.*, **156**.
- BOIVIN, B., 1966. Énumération des plantes du Canada. *Naturaliste can.*, **93**: 995.
- BRAUN-BLANQUET, 1932. Plant sociology. (transl. H. H. Conard et G. D. Fuller). McGraw-Hill Book Co., New York.
- BREITUNG, A. J., 1957. Annotated catalogue of the vascular flora of Saskatchewan. *Am. Midl. Nat.*, **58**: 1-72.
- FERLAND, M. G. et R. M. GAGNON, 1967. Climat du Québec méridional. *Min. Rich. nat. Québec*, M.P.-13.
- FERNALD, M. L., 1950. Gray's manual of botany, 8th Ed. American Book Company, New York.
- GLEASON, H. A., 1952. The new Britton and Brown illustrated flora of the northeastern United States and adjacent Canada. 3 vols. Lancaster Press, Lancaster, Penna.
- HALLIDAY, W. E. D., 1937. A forest classification for Canada. *Bull. Dept. Mines and Resources, Forest Service, Canada*, **89**.
- HUFTY, A., 1969. Remarques sur le climat d'une région "marginale", l'Abitibi. Texte présenté au congrès de l'AGAF.
- LEMIEUX, G. J., 1963. Soil-vegetation relationships in the northern hardwoods of Quebec. *Contr. For. Res. Branch, Canada*, **563**.
- National Soil Survey Committee of Canada, 1968. Proceedings of the seventh meeting of the NSSC, Edmonton.
- PENNELL, F. W., 1935. The *Scrophulariaceae* of eastern temperate North America. *Monogr. Acad. nat. Sci. Philad.*, **1**.
- ROWE, J. S., 1959. Forest regions of Canada. *Bull. Dept. North Aff. and Nat. Res., For. Branch, Canada*, **123**.
- SCOGGAN, H. J., 1957. Flora of Manitoba. *Bull. natn. Mus. Can.*, 140.



LAC BÉDARD, FORÊT MONTMORENCY, QUÉBEC.

I. Facteurs géomorphométriques, physiques et chimiques

JEAN-GUY BERNARD et ROBERT LAGUEUX

*Département de Biologie, Faculté des Sciences
Université Laval, Québec*

Résumé

Des données limnologiques sur la géomorphométrie et les facteurs physico-chimiques du lac Bédard, forêt Montmorency, Québec, ont été recueillies au cours des étés 1967 et 1968, en vue d'une étude des biocénoses de ce lac. Les périodes d'observation s'étendent du 25 mai au 28 octobre 1967 où la station a été visitée tous les cinq jours, et du 16 mai au 28 octobre 1968 où les observations ont été faites tous les dix jours. Seule la dynamique de ces données de base est analysée ici. On a observé tout particulièrement, durant la période de brassage estival, une méromicticité partielle dont les conséquences peuvent être importantes.

Abstract

Limnological data on geomorphometry and physico-chemical factors of Lake Bédard, forêt Montmorency, Québec, have been collected in 1967 and 1968, in correlation with a study on the biocoenosis of this lake. In 1967, the period of observation extended from May 25th to October 28th, the station being visited every fifth day; in 1968, it was visited every 10th day from May 16th to October 28th. Only the dynamic of these factors is analysed here. A partial meromixy was observed during the Spring turnover, the consequence of which is important.

Introduction

Depuis 1925, une quantité considérable de travaux ont été entrepris sur les lacs du Québec, par l'Office de Biologie et par le Service de la Faune. Ces travaux ont surtout été faits en vue de prescriptions d'aménagement, mais, malheureusement, ils ont donné lieu à très peu de publications. Fry et Legendre (1963) le constatent : la plupart de ces ouvrages sont demeurés sous forme de rapports, de mémoires ou de thèses difficilement accessibles.

Parmi les travaux les plus importants qui sont accessibles, citons ceux de Phillips (1934), sur le plancton des lacs Manitou et Brôme, et ceux de

1. Contribution no 67 du Département de Biologie, Université Laval, Québec.

Honeyman (1939) sur les conditions physico-chimiques des lacs de la Gaspésie. Dans le cadre des recherches entreprises par l'Office de Biologie, Kleerekoper et Grenier (1952) présentent la première étude sur les sédiments des lacs du Québec. Dans le parc des Laurentides, Vladykov (1942a, 1942b) analyse les conditions physico-chimiques de 48 lacs ; Lanouette (1946) présente une étude détaillée du plancton du lac Horatio Walker, et Lagueur (1950) s'attache aux effets de l'introduction d'engrais dans le milieu lacustre. Les derniers travaux limnologiques publiés sur le parc des Laurentides semblent être ceux de Filteau (1955, 1960) sur le plancton de certains lacs.

L'étude que nous avons entreprise fait partie d'un projet d'ensemble portant sur les diverses biocénoses du lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec. Dans cette optique, et en tenant compte de l'extrême pauvreté de la littérature dans ce domaine, il nous a semblé utile de publier immédiatement les données concernant les conditions géomorphométriques, physiques et chimiques recueillies au cours des étés 1967 et 1968.

Méthodes

Les mesures de température, de transparence et de pH ainsi que les dosages chimiques de l'oxygène dissous, du gaz carbonique dissous, de l'hydrogène sulfuré et du fer ont été faits à des intervalles de cinq jours, du 25 mai au 28 octobre 1967 et de dix jours du 16 mai au 28 octobre 1968. Les méthodes utilisées sont les méthodes classiques proposées par Welch (1948) et par l'*American Public Health Association* (1960). Pour le dosage de l'oxygène dissous, nous avons utilisé une modification de la méthode de Winkler où le dosage final au thiosulfate a été remplacé par une lecture au colorimètre. Les mesures de pH ont été faites à l'aide d'un colorimètre comparateur (type HELIGE).

La cartographie du lac a été faite au cours de l'été 1967 par une équipe d'étudiants de géodésie sous la direction du professeur Lebrun, professeur à la faculté de Foresterie et de Géodésie de l'Université Laval, Québec.

Géomorphométrie

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La forêt Montmorency est située dans le parc des Laurentides, à proximité de la route 54, à une cinquantaine de milles au nord de Québec. Les coordonnées géographiques de l'ensemble sont : 47°13' et 47°22'N, 71°05' et 71°11'W. Le territoire occupé par cette forêt renferme quatre lacs dont deux sont naturels (Laflamme et Bédard) et deux (Piché et Joncas) sont des lacs de barrage. De ces quatre masses d'eau, seul le lac Bédard présente une profondeur suffi-

sante pour permettre un régime thermique du type classique dimictique. Le tout fait partie du bassin de drainage de la Montmorency. Le lac Bédard est situé à une altitude de 2300 pieds.

FORMATION GÉOLOGIQUE

Selon Richard (1966) le parc des Laurentides est caractérisé au point de vue géologique par deux étages distincts : « un plateau de 2,400 pieds d'élévation environ, et des sommets dépassant 3,000 pieds . . . Il s'agit d'un immense batholite précambrien, intrusion granitique de la période laurentienne, formé de roches dures composées de quartz et de feldspath qui ont résisté à l'érosion du Tertiaire ». On peut extrapoler cette description à la forêt Montmorency. Les facteurs édaphiques que nous allons décrire s'expliquent d'ailleurs par la nature géologique du sol.

FACTEURS ÉDAPHIQUES

Le relevé et la classification des associations végétales et des sols de la forêt Montmorency ont été faits par Bernier (1966). Autour du lac Bédard, on distingue trois zones principales de végétation : le versant ouest et nord du lac comporte une association du type sapinière à bouleau blanc, avec sous-association aulnaie à sapin ; les rivages sud et est sont caractérisés par la sapinière à bouleau blanc et à dryoptéris, variante hyloconium, et sous-association sapinière à bouleau blanc et hyloconium, variante sphaigne ; et enfin, la partie est, nord-est, se présente comme une tourbière à éricacées, formant une enclave dans les deux types précédents.

Sauf pour la tourbière, qui est constituée d'une tourbe oligotrophe, les sols sont caractérisés surtout par un podzol humique tourbeux. Les podzols se forment dans les régions où la précipitation dépasse l'évaporation ; ils sont caractérisés par une zone d'accumulation de la matière organique en surface où la minéralisation est très lente, suivie d'une zone de podzolisation ou de délavage des éléments nutritifs. De façon générale, nous sommes donc en présence d'une roche mère très dure, acide, se dissolvant peu dans l'eau. Les sols eux aussi sont acides et assez mal pourvus en éléments nutritifs. On peut donc s'attendre à ce que les eaux du lac reflètent ces conditions.

MORPHOMÉTRIE

Comme la carte bathymétrique (figure 1) le montre, le lac Bédard est une cuvette d'origine glaciaire, simple, petite, et de forme grossièrement elliptique. Le principal tributaire est situé à l'extrémité nord-est du lac : il s'agit d'un ruisseau drainant les eaux de ruissellement des collines avoisinantes ; le débit en est assez faible. Le long du rivage nord et nord-ouest, nous avons pu localiser quelques sources de peu d'importance, et nous croyons que leur effet

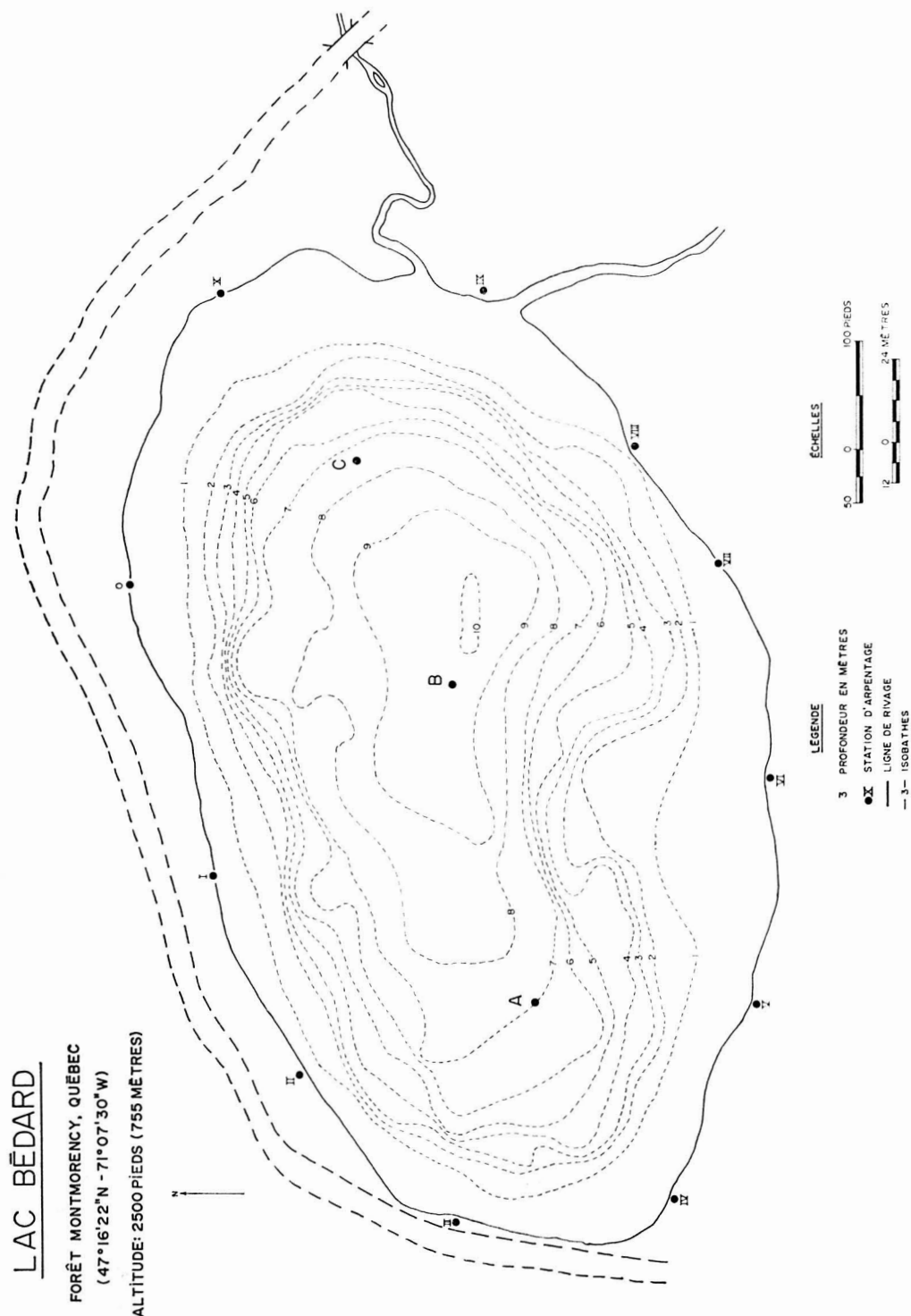


FIG. 1. Lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec. Carte bathymétrique. A, B, C : stations d'échantillonnage.

sur le lac est négligeable. L'émissaire est situé à l'extrémité est du lac, à 20 mètres à peine du tributaire. Cette situation a comme conséquence un renouvellement très lent des eaux, sauf à l'extrême partie nord-est.

Les facteurs morphométriques ont été mesurés et des indices de développement de forme calculés selon les méthodes proposées par Welch (1948); les symboles utilisés sont ceux de Hutchinson (1957). Les données principales, présentées dans le tableau I, laissent entrevoir ce que pourra être le métabolisme du lac Bédard.

TABLEAU I

Indices morphométriques et développement de ces indices
lac Bédard, forêt Montmorency, 1967

Paramètres	symboles	
INDICES MESURÉS		
Longueur maximum	l	290 mètres
Largeur maximum	b_x	150 mètres
Ligne de rivage	L	750 mètres
Profondeur maximum	zm	10 mètres
Surface totale	A	3.6 hectares
Volume total	V	157,600 kilolitres
INDICES CALCULÉS		
Développement de la ligne de rivage	D_L	1.10
Profondeur moyenne	\bar{z}	4.2 mètres
Développement de forme	$\bar{z} : zm$	0.42

Indice de développement du rivage (D_L). L'indice de développement du rivage du lac Bédard est de 1.10. La forme du lac peut donc être considérée comme circulaire ou légèrement elliptique. D'après la limnologie classique nous aurions donc là un développement de rivage typique d'un lac oligotrophe.

Profondeur moyenne (V/A). Une profondeur moyenne faible, dans le cas de lacs dont la cuvette originale était profonde, est un indice d'eutrophisation avancée; dans le cas de lacs dont la cuvette originale est peu profonde, elle devient un indice d'eutrophisation rapide. C'est, nous semble-t-il, le cas du lac Bédard, où on peut s'attendre à trouver un lac à vie relativement courte et dont les processus d'eutrophisation seront très rapides. Si on s'en rapporte aux travaux

de Rawson (1939, 1955) une profondeur moyenne inférieure à 32 mètres serait caractéristique d'un lac eutrophe. Le lac Bédard, ayant une profondeur moyenne de 4.2 m., serait donc de ce point de vue nettement eutrophe.

Indice de développement de forme (\bar{z} : zm). Cet indice donne pour le lac Bédard, une valeur de 0.42. Nous avons donc une forme grossièrement conique qui est généralement considérée comme une caractéristique d'un lac oligotrophe. Rawson (1939) nous met cependant en garde contre cet indice : une forme de bassin conique et une profondeur moyenne faible (ce qui est notre cas) conduisent plutôt à l'eutrophisation.

Cette typologie morphométrique, reconnue comme classique en limnologie a prouvé son utilité dans le cas des lacs alpins de fortes dimensions (Forel, 1892, 1895, 1904 ; Naumann, 1932 ; Rawson, 1939, 1955). Son utilité peut être mise en doute dans la classification des petites cuvettes. Les caractères morphométriques actuels peuvent être du type oligotrophe ou eutrophe alors que tous les autres paramètres (chimiques, physiques, biotiques) peuvent nous indiquer une situation inverse.

Physico-chimie

En 1967, une seule station d'échantillonnage située au centre du lac (station B, figure 1) a été visitée. Deux stations supplémentaires (stations A et C, figure 1) ont été ajoutées en 1968 afin de vérifier l'homogénéité des conditions physico-chimiques des couches horizontales des eaux du lac. Ces deux stations étaient situées aux extrémités de la zone limnétique et orientées dans la direction des vents dominants. Nous avons à quinze reprises au cours

TABLEAU II

Analyse de variance entre les stations A, B, C. Valeurs de « F » calculées et valeurs de « F » théoriques pour les probabilités de 95 et 99%.
Lac Bédard, forêt Montmorency, 1968.

Facteurs	N.D.L.		F calculé	F théorique	
	(K-1)	(N-K)		95%	99%
Température	2	222	0.03	3.04	4.71
Transparence	2	41	0.01	3.22	5.15
Oxygène dissous (mg/l)	2	222	0.10	3.04	4.71
Gaz carbonique dissous (mg/l)	2	222	0.04	3.04	4.71

de l'été 1968, mesuré la température, dosé l'oxygène et le gaz carbonique dissous à 0, 1, 2, 4 et 6 mètres de profondeur et mesuré la transparence. Une analyse de variance appliquée à ces données ne révèle aucune différence significative entre les stations A, B et C. Le tableau II donne les valeurs de « F » obtenues pour chacun des facteurs que nous avons étudiés.

La station unique est donc représentative des conditions générales de la zone limnétique. La dynamique simple du lac Bédard et l'homogénéité de ses eaux sur le plan horizontal du point de vue physico-chimique nous autorisent à étendre à l'ensemble de la zone limnétique les observations faites à la station centrale. Seuls les résultats obtenus à la station centrale (station B) au cours des deux saisons d'observations seront donc étudiés.

TEMPÉRATURE

Les températures ont été prises avec une précision de $\pm 0.5^\circ\text{C}$ au moyen d'un thermomètre électronique et les lectures faites à des intervalles de un mètre. La figure 2 nous montre l'évolution des températures du lac Bédard du 26 mai au 28 octobre 1967. Les premières mesures ont été effectuées au moment où la glace n'était disparue à la surface du lac que depuis deux jours. Le réchauffement de l'eau de surface a donc été très rapide puisque, le 26 mai, on obtient 6°C en surface. Cette température demeure constante jusqu'à une

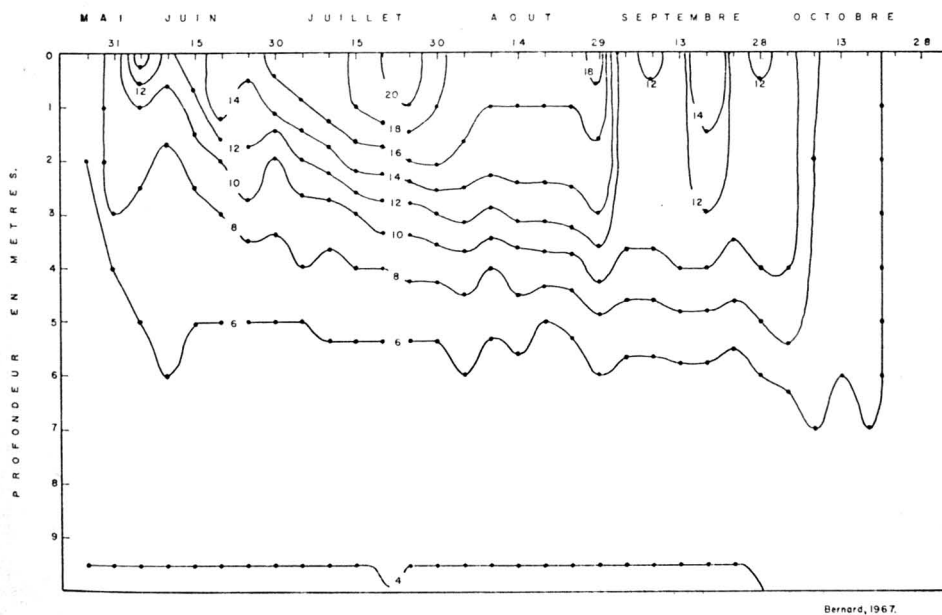


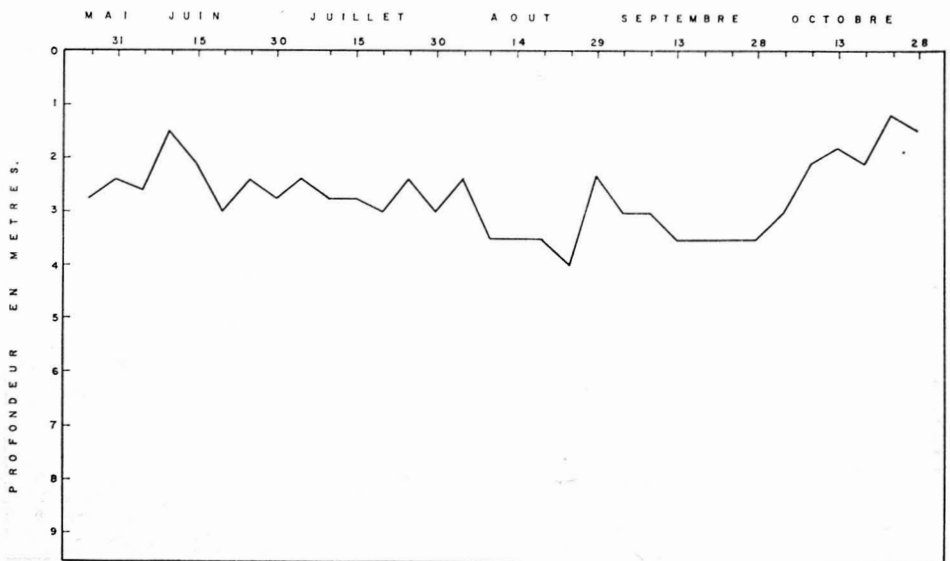
FIG. 2. Lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec, 1967. Isothermes ($^\circ\text{C}$).

profondeur de deux mètres et diminue graduellement jusqu'au fond où on obtient un minimum de 4°C. Dans la couche de fond, ce minimum se maintiendra jusqu'au brassage d'automne.

La stratification est déjà amorcée et le réchauffement des couches supérieures se continue. Le 31 mai, on enregistre 8°C en surface ; on obtiendra la température la plus élevée vers le 20 juillet. À ce moment là, la stratification est à son maximum.

Entre le 25 et le 30 juillet, on assiste à une première baisse de la température. Le refroidissement s'accroît ensuite jusqu'au 3 septembre mais jusqu'au 13 octobre, l'eau se maintient entre 10°C et 14°C en surface. À partir du 28 septembre, la couche profonde qui s'était maintenue à 4°C, pendant l'été, passe à 5°C. Finalement, l'isothermie totale sera atteinte le 28 octobre, avec une température de 5°C de haut en bas. Théoriquement, c'est à 4°C qu'on atteint l'isothermie, mais à cause de la turbulence de l'eau et de l'action des vents, cette isothermie s'est produite un peu plus tôt.

En 1968, les observations commencent le 16 mai, la glace est disparue à la surface du lac depuis déjà cinq jours, de telle sorte que la stratification est assez bien établie ; les températures s'étalent de 14°C en surface à 4°C à sept mètres. Contrairement à ce que nous avons pu observer en 1967, où l'eau se maintenait à 4°C pendant tout l'été dans la couche de fond, il y a réchauffement de cette couche en 1968 : du 31 mai au 18 octobre, la température de



Bernard, 1967.

FIG. 3. Lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec, 1967. Tranparence (Secchi).

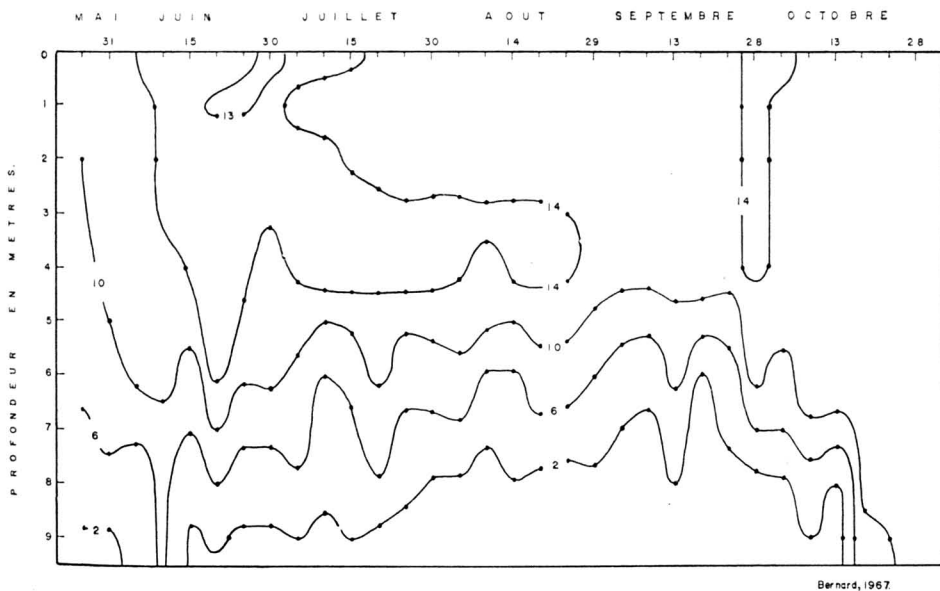
l'eau s'y maintient entre 4.5 et 5.5°C. L'isothermie totale est atteinte le 28 octobre avec une température de 6.5°C. Mis à part ces quelques détails, le comportement thermique du lac est sensiblement le même au cours de ces deux saisons.

On ne peut douter qu'une isothermie ait lieu au printemps, mais il est évident qu'elle est éphémère (lac couvert de glace le 24 mai et déjà en stratification légère le 26 mai 1967). La circulation vernale est donc peu efficace et nous en verrons toutes les conséquences dans l'étude des facteurs chimiques. Les deux phases subséquentes (stratification estivale et isothermie automnale) sont caractéristiques des lacs dimictiques peu profonds. En conclusion, on peut soupçonner, au printemps, une méromicticité partielle.

TRANSPARENCE

Le deuxième facteur physique sur lequel nous avons des données complètes pour la période d'été est la transparence. Nous l'avons mesurée à l'aide du disque de Secchi.

La figure 3 nous donne l'allure générale de l'évolution de la transparence en 1967 : le 26 mai, la transparence est de 2.75 m ; elle diminue jusqu'au 10 juin (1.5 m) pour augmenter ensuite jusqu'au 24 août (4.0 m). À partir de cette date, la transparence diminue, et au moment de l'isothermie, on obtient le minimum pour la saison (1.25 m). Le brassage de l'eau ramène alors en



Bernard, 1967.

FIG. 4. Lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec, 1967. Isoplèthes de l'oxygène dissous (mg/l).

surface une partie de la vase floculante qui s'est déposée au cours de l'été et, à ce moment, c'est elle qui contribue à réduire la pénétration de la lumière.

En 1968, la transparence est légèrement plus élevée que l'année précédente : la valeur maximale a été enregistrée les 8 et 18 septembre (5.0 m) et le minimum, le 28 octobre (1.0 m).

Ces données devront être interprétées à la lumière des analyses du seston. Au moment où le plancton est dominant, une faible transparence devient un indice de haute productivité ; au contraire, au moment où la vase floculante est ramenée en surface, une faible transparence devient un indice de faible productivité.

OXYGÈNE DISSOUS

La figure 4 nous montre le cycle de l'oxygène dissous au cours de la saison 1967. Il s'agit de l'oxygène actuel, exprimé en mg/l. Les isoplèthes ont été tracées à partir de dosages effectués à 0, 1, 2, 4, 6, 8 et 9 mètres de

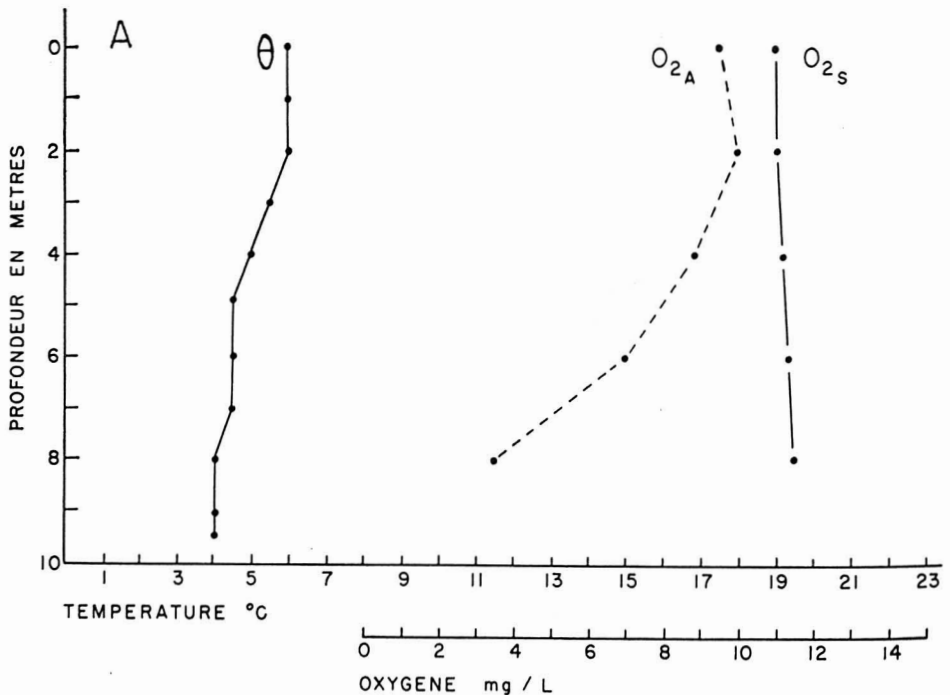


FIG. 5 A. — Lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec, 1967. Température (θ), Oxygène dissous actuel (O_{2A}) et Oxygène dissous à saturation (O_{2S}) en regard de la profondeur. 26 mai.

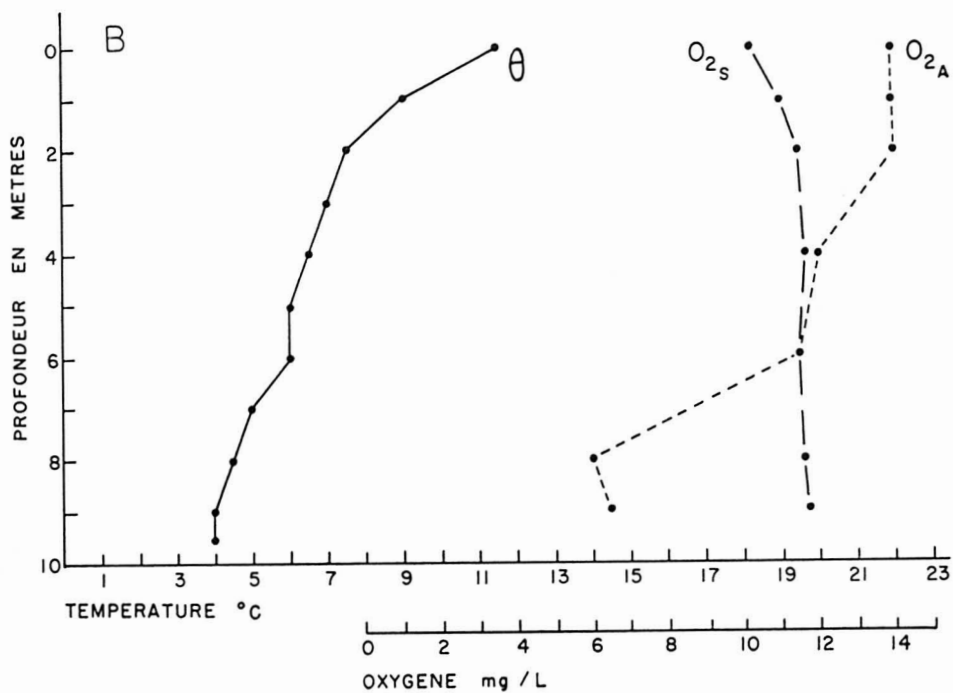


FIG. 5 B. — 10 juin.

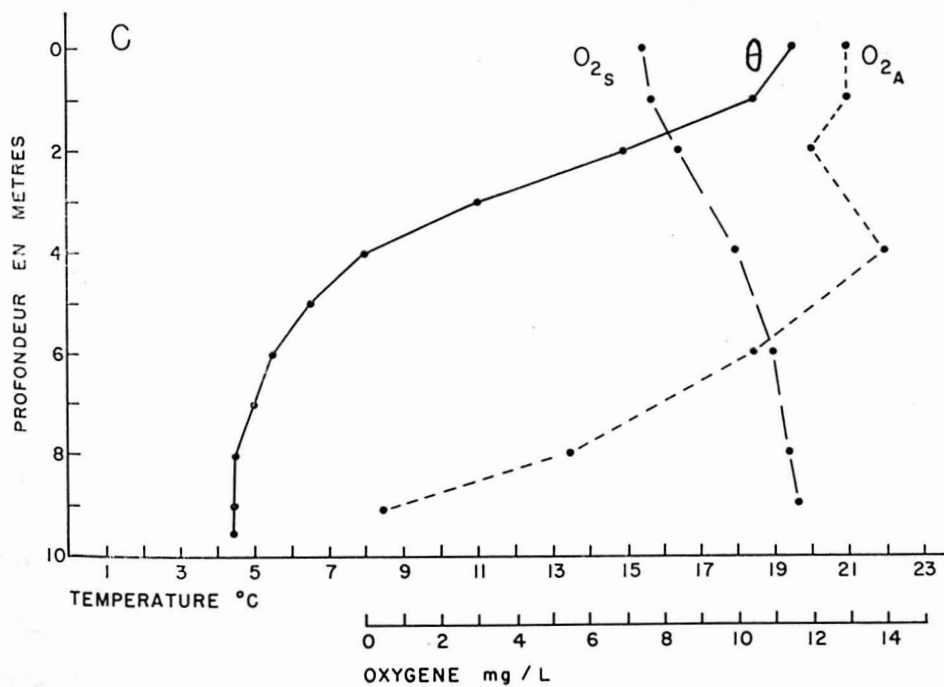


FIG. 5 C. — 20 juillet.

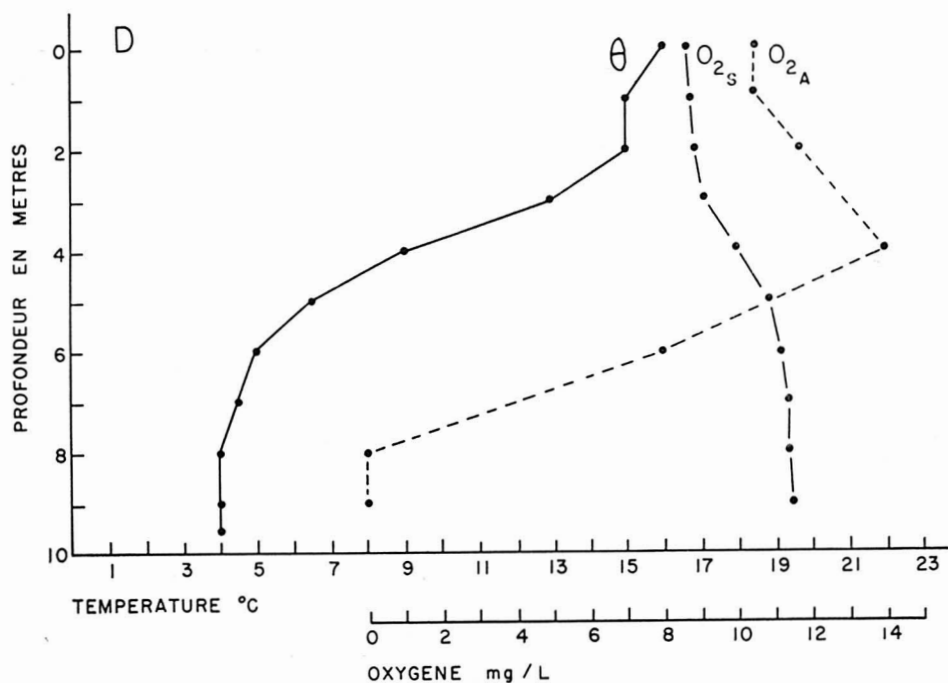


FIG. 5 D. — 24 août.

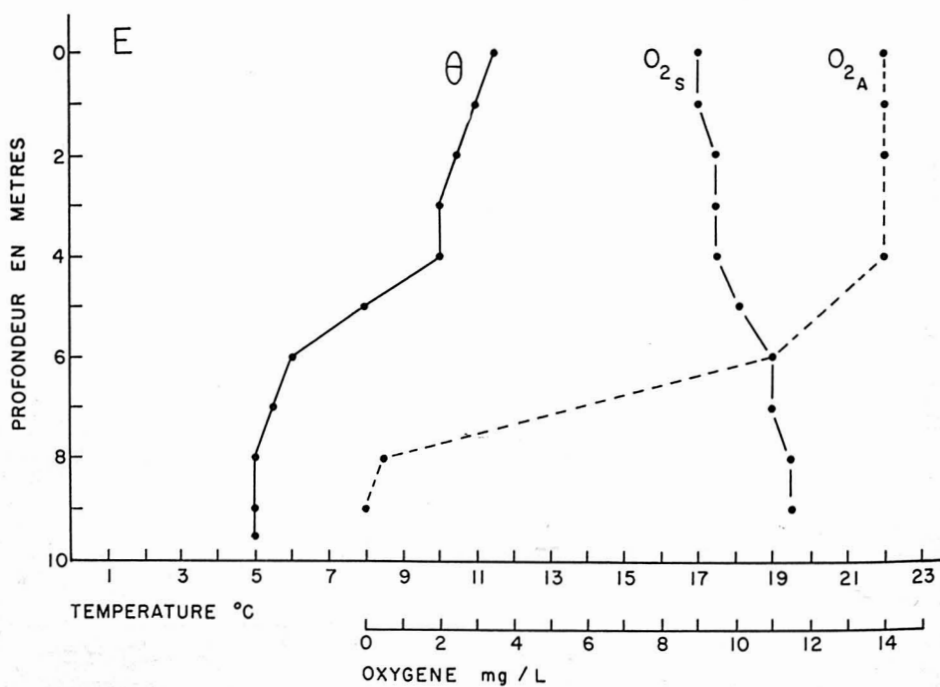


FIG. 5 E. — 28 septembre.

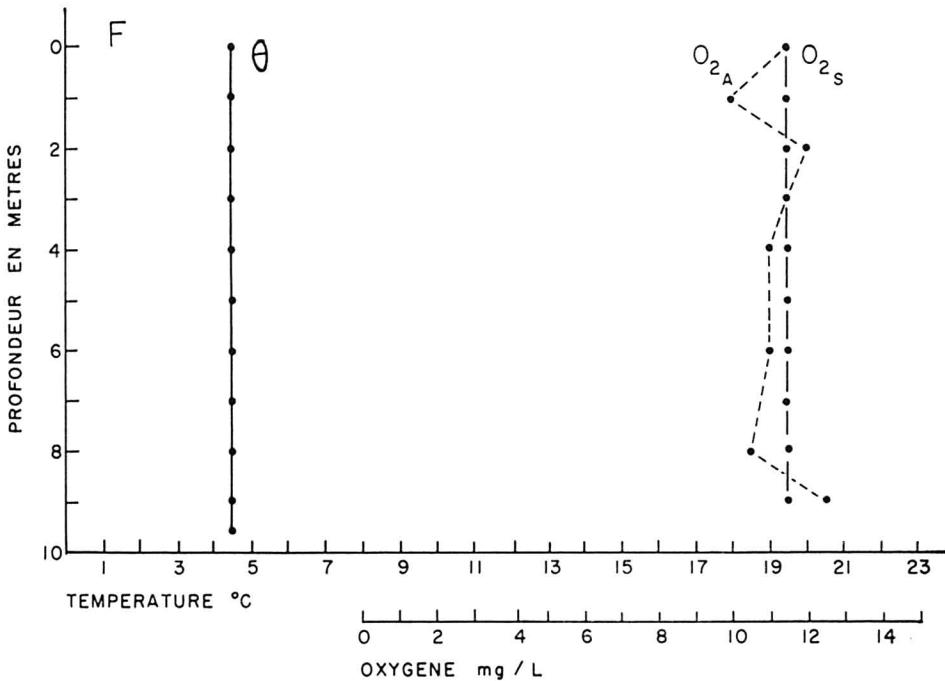


Fig. 5 F. — 28 octobre.

profondeur. Dès le début de la période des observations, le lac Bédard présente déjà une stratification thermique ; le réchauffement trop rapide des couches de surface a eu comme conséquence d'empêcher l'homogénéisation totale qu'on attendait au moment de l'isothermie du printemps. On voit qu'au 26 mai, on obtient des valeurs de 10 mg/l à 2 mètres et de 6 mg/l à 6.5 mètres, alors qu'on pouvait espérer une saturation dans les environs de 12 mg/l. Le brassage des couches intermédiaires se continuerait donc jusqu'au 10 juin puisqu'on voit augmenter la quantité d'oxygène à 9 mètres jusqu'à 6 mg/l. Après cette date, la stratification thermique s'accroît, le comportement de l'oxygène est normal et on assiste à une diminution graduelle dans l'hypolimnion. À partir du début de septembre, le brassage automnal s'amorce en surface et se communique aux couches profondes ; le 13 octobre, l'homogénéisation est déjà avancée et le 23 octobre, elle est complétée ; l'oxygène dissous se rapproche graduellement de l'état de saturation.

En surface, comme il fallait s'y attendre, on a assisté à de très importantes variations allant de 10 à 14 mg/l dues à l'activité photosynthétique et au brassage continu dans cette couche. La figure 5 reprend certains cas particuliers caractéristiques de la saison, illustrant avec peut-être plus de clarté l'évolution de l'oxygène dissous en regard de la stratification thermique. En plus de donner la courbe de température verticale, cette figure met en parallèle l'oxygène actuel (O_{2A}) et l'oxygène à saturation (O_{2s}) qui devrait exister

à la température du lieu. L'écart entre ces deux courbes nous indique soit un déficit ou une sursaturation selon qu'il s'agit de hypo ou le épilimnion. La récolte des données ayant été faite au moment où l'intensité lumineuse journalière était à son maximum, on est toujours en sursaturation dans l'épilimnion, ce qui ne serait pas nécessairement le cas si les données avaient été prises à tout autre moment de la journée. Dans l'hypolimnion, privé de toute source possible d'oxygène, on constate un déficit qui s'accroît avec la progression de la saison. Cette couche atteint la saturation au moment du brassage d'automne.

En 1968, la situation est à peu près similaire à celle de 1967 ; le réchauffement rapide des couches de surface freine le brassage que l'isothermie avait amorcé et la saison commence encore ici avec un déficit en oxygène dissous assez important, et ce déficit s'accroît avec la saison. Il ne semble pas y avoir eu, comme en 1967, de brassage prolongé des couches intermédiaires. L'isothermie atteinte le 28 octobre, amène le brassage d'automne qui réoxygène les couches profondes.

De façon générale, l'évolution de l'oxygène au lac Bédard, surtout dans l'hypolimnion est caractéristique d'un lac où l'eutrophisation est avancée, les courbes clinogrades de la figure 7 démontrent un déficit considérable en oxygène dissous dans l'hypolimnion, déficit qui s'accroît à mesure que la saison progresse.

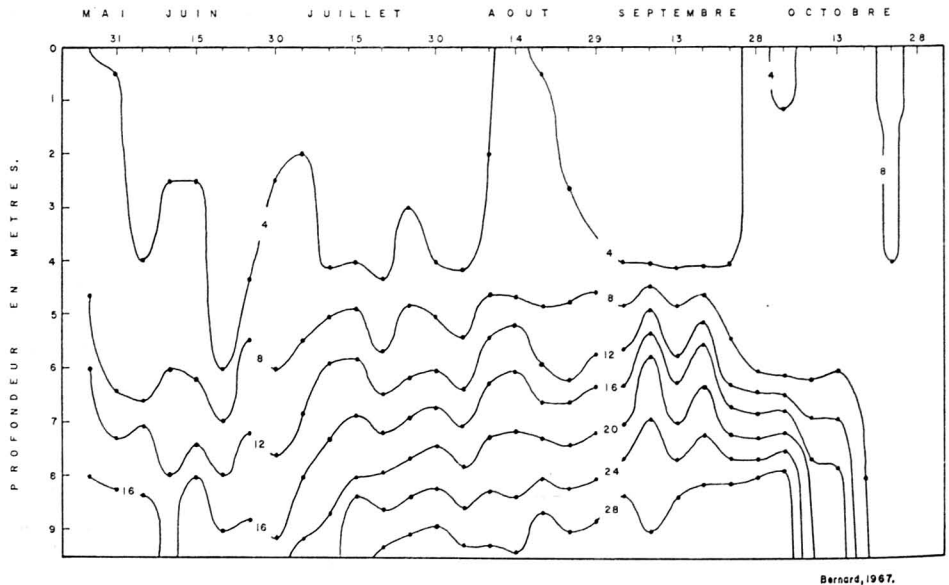


FIG. 6. Lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec, 1967. Isoplèthes du CO_2 dissous (mg/l).

GAZ CARBONIQUE DISSOUS

La figure 6 donne l'allure générale de l'évolution du CO_2 au cours de la saison 1967. Dans l'épilimnion, on constate que la concentration en CO_2 est la plupart du temps inférieure à 4 mg/l, sauf pour la journée du 14 août, où la valeur enregistrée en surface est de 4.5 mg/l et de 5 mg/l jusqu'à 4 mètres. Au début de l'automne, au moment où le brassage des couches profondes s'amorce, on voit augmenter la concentration en surface, et le 23 octobre, nous avons une zone où la concentration est de 8 mg/l ou plus. Dans l'hypolimnion, la stratification thermique, qui s'est établie trop rapidement, a empêché l'homogénéisation et on commence la saison avec une accumulation de CO_2 (16 mg/l) tout comme on avait un déficit en oxygène. Cette quantité diminue jusqu'au 10 juin à cause du brassage partiel mentionné, pour augmenter par la suite : du 20 juillet au 3 octobre, on enregistrera 28 mg/l près du fond. Il est à noter qu'une partie de l'isoplethe 28 mg/l a été extrapolée à partir des isoplethes des zones susjacentes. Avec l'isothermie et la circulation d'automne, tout le CO_2 accumulé se répand dans la masse d'eau et s'échappe en surface.

Les données de 1968 n'apportent que peu de faits nouveaux : dans l'épilimnion, la situation est semblable à celle qu'on rencontre en 1967, c'est-à-dire que la concentration en CO_2 est la plupart du temps inférieure à 4 mg/l sauf pour le début d'août. Dans l'hypolimnion, dès le 31 mai 1968, la concentration est de 24 mg/l, le brassage du printemps a donc été encore moins efficace qu'en 1967, puisque, à la même date en 1967, on enregistrait 16 mg/l. De plus, l'élévation de la température de 4°C à 5.5°C qu'on a déjà constatée en profondeur au cours de 1968 est sans doute l'une des causes de la quantité de CO_2 beaucoup plus grande en 1968 qu'en 1967 (en 1967 elle était de 28 mg/l et en 1968, elle atteignait 40 mg/l).

Nous avons encore ici un indice chimique d'eutrophisation qui vient corroborer nos données sur l'oxygène.

IONS HYDROGÈNE (pH).

Le tableau III nous donne un aperçu de quelques cas types au cours des saisons 1967 et 1968.

En général, les pH de surfaces sont plus élevés que les pH de profondeur. L'isothermie d'automne, représentée ici par les données du 28 octobre, correspond à une homogénéisation de toute la masse d'eau, et les pH deviennent uniformes (6.2).

Les pH mesurés au lac Bédard sont dans l'ordre de ceux que Vladykov (1942b) a rencontrés, dans le parc des Laurentides (5.9 à 6.3 en surface et 5.1 à 6.1 en profondeur). Cet ensemble reflète les conditions des sols et de la roche mère dont nous avons déjà parlé.

TABLEAU III

Variation du pH selon la profondeur
Lac Bédard, forêt Montmorency, Québec
1967-1968

Date	Profondeur en mètres					
	0	1	2	4	6	8
26/05/67	5.6	—	5.8	5.7	5.6	5.4
20/07/67	6.0	6.1	6.0	6.0	5.7	5.6
24/08/67	6.4	6.4	6.4	6.6	6.0	5.8
24/07/67	6.4	6.4	6.4	6.2	5.8	6.0
28/09/67	6.2	6.2	6.2	6.2	5.8	5.9
28/10/67	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
30/06/68	6.5	6.4	6.4	6.4	5.8	5.8
30/07/68	6.6	6.4	6.4	6.4	5.8	6.0
8/09/68	6.4	6.4	6.4	6.4	5.8	5.8
28/10/68	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2

HYDROGÈNE SULFURÉ (H₂S)

En 1967, à une profondeur de 9 mètres, nous avons pu mesurer des quantités de H₂S allant de 0.1 mg/l le 19 août à 0.3 mg/l le 13 octobre. À 8 mètres de profondeur, l'hydrogène sulfuré fait son apparition le 3 septembre avec une quantité de 0.1 mg/l ; disparaît du 18 au 28 septembre, pour réapparaître le 3 octobre. Le 13 octobre, nous obtenons 0.3 mg/l. L'isothermie d'automne qui a entraîné l'oxygénation des eaux de profondeur, a provoqué aussi le dégagement de l'hydrogène sulfuré accumulé pendant l'été, et à partir du 18 octobre il nous sera impossible de déceler la présence de H₂S, même à 9 mètres. En 1968, l'hydrogène sulfuré apparaît à 9 m le 30 juillet (0.1 mg/l), atteint la quantité maximum de 0.3 mg/l le 8 septembre et disparaît complètement le 28 octobre. Contrairement à ce qui s'est produit en 1967, en 1968 nous n'avons pu déceler de H₂S à 8 m.

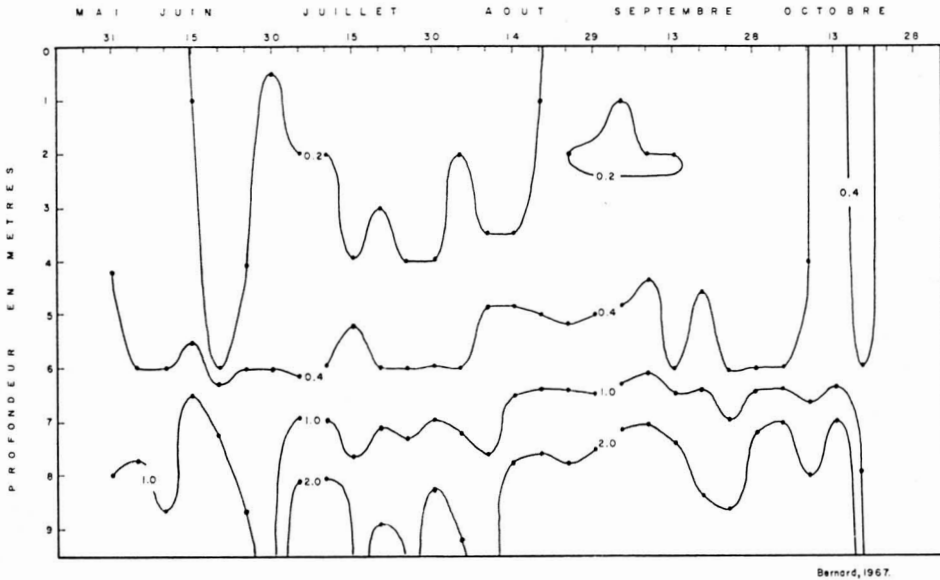


Fig. 7. Lac Bédard, forêt Montmorency, parc des Laurentides, Québec, 1967. Isoplèthes du Fer ferreux (mg/l).

MINÉRAUX

Nous avons tenté, au cours de la saison 1967, de faire les dosages des nitrates, nitrites, phosphates et de manganèse. Les concentrations de ces différents composés étant à la limite de détection de nos méthodes (Nitrates, 0.0 à 0.6 mg/l; nitrites, 0.0 à 0.1 mg/l; phosphates, 0.0 à 0.4 mg/l; manganèse, 0.0 à 0.2 mg/l), nous avons abandonné. Les quelques données que nous avons pu recueillir reflètent cependant les conditions générales qui prévalent dans le parc des Laurentides où les éléments nutritifs peuvent être considérés comme facteurs limitants (Lagueux 1950). Parmi les minéraux analysés, seul le fer a donné des résultats acceptables. La méthode utilisée pour doser le fer, celle de la phénantroline, ne tient compte que du fer ferreux. La figure 7 nous donne un aperçu du comportement du fer au lac Bédard; on observe un comportement analogue à celui du CO_2 et inverse à celui de l'oxygène: accumulation en profondeur durant la période de stratification estivale (2 mg/l à partir du 5 juillet); et variations de faibles amplitudes en surface. À la fin de la saison, l'isothermie ramène l'homogénéité complète.

Conclusion

Dans les conditions naturelles, l'évolution d'un lac, de l'oligotrophie à l'eutrophie est plus ou moins rapide, selon la nature de la roche mère et la nature du sol. Dans le parc des Laurentides, les processus d'eutrophisation sont

lents : la roche mère est formée surtout de quartz et de feldspaths. Les sols sont des podzols à réactions acides où la décomposition de la matière organique est très lente. Les minéraux dissous sont en conséquence très pauvres dans les eaux du lac Bédard et le pH est peu élevé ce qui tend à limiter la productivité du milieu. Par ailleurs, la forme du lac, le fait que le lac Bédard soit un milieu presque complètement fermé sur lui-même, que tout ce qui entre dans le lac y reste et se décompose sur place, le comportement des principaux gaz dissous (O_2 , CO_2 , H_2S) sont des facteurs qui nous laissent entrevoir un lac ayant atteint un degré d'eutrophisation avancée.

Nous poursuivons actuellement des études sur les diverses biocénoses du lac Bédard. Ces données sur les facteurs biotiques s'ajoutant aux données morphométriques et physico-chimiques, nous permettront d'établir une corrélation entre ces différents facteurs et de cataloguer définitivement le lac Bédard.

Remerciements

Les auteurs désirent remercier le Conseil National des Recherches du Canada dont les octrois ont permis la réalisation de ce travail. Les autorités de la forêt Montmorency de l'Université Laval ont de plus facilité notre travail en mettant à notre disposition leurs locaux et leur personnel ; nous tenons à remercier particulièrement M. A. Demers ingénieur résident de la forêt.

Références

- AM. PUBL. HEALTH ASS., 1960. Standard methods for the examination of water and wastewater. 11th ed. New York, N.Y. 626 p.
- BERNIER, B., 1966. Pédologie, Flore. *Dans* Plan général d'aménagement de la Forêt Montmorency de l'Université Laval, Québec. Presses Univ. Laval : 38-55.
- FILTEAU, G., 1955. Contribution à l'étude de la faune planctonique des lacs du parc des Laurentides. *Annls ACFAS*, 21 : 90-91.
- FILTEAU, G., 1960. Contribution à l'étude du plancton de la région de Québec. *Annls ACFAS*, 26 : 97.
- FOREL, F.A., 1892, 1895, 1904. Le Léman : monographie limnologique. Lausanne, F. Rouge, 3 tomes.
- FRY, F.E.F. and V. LEGENDRE, 1963. Ontario and Quebec. *In* Limnology in North America, Ed. Frey, Univ. Wisc. Press : 487-519.
- HONEYMAN, A.J.M., 1939. Lacustrine investigations in the Gaspé peninsula. *Can. J. Res.*, D, 17 : 212-224.
- HUTCHISON, G.E., 1957. A treatise on limnology, Vol. I. Geography physics and chemistry. New York, Wiley, 1015 p.

- KLEEEKOPER, H. and F. GRENIER, 1952. The bottom sediments of Lake Lauzon, Montcalm County, Province of Quebec. I. Chemical and physical investigations. *Can. J. Zool.*, 3 : 219-242.
- LAGUEUX, R., 1950. Étude sur les effets produits par l'introduction d'engrais dans le milieu lacustre. Thèse Maîtrise, Univ. Montréal.
- LANOUILLE, C., 1946. Le plancton du lac Horatio Walker, parc des Laurentides, étude quantitative et qualitative. Thèse Maîtrise, Univ. Montréal.
- NAUMANN, E., 1932. Principles of regional limnology. Stuttgart, Schweizerbart, 149 p.
- PHILLIPS, J.T., 1934. Plankton distribution in Manitou and Brome lakes. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 64 : 461-463.
- RAWSON, D.S., 1939. Some physical and chemical factors in the metabolism of lakes. *In* Problems of lake biology. AAAS. Publ. 10 : 9-26.
- RAWSON, D.S., 1955. Morphometry as a dominant factor in the productivity of large lakes. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 12 : 164-175.
- RICHARD, A., 1966. Caractères physiques du milieu en général. *Dans* : Plan général d'aménagement de la forêt Montmorency de l'Université Laval, Québec, Presses Univ. Laval : 28-32.
- VLADYKOV, V.D., 1942a. Étude des lacs du parc des Laurentides. 1938-41. Vol. I : Analyse générale des résultats. Office Biologie, notes inédites doc. 1488. 65 p.
- VLADYKOV, V.D., 1942b. Étude des lacs du parc des Laurentides, 1838-41. Vol. II : Conditions physico-chimiques et statistiques de pêche dans 48 lacs. Office Biologie, notes inédites, doc. 1489. 177 p.
- WELCH, P.S., 1948. Limnological methods. New York, McGraw-Hill, 381 p.



WILDLIFE IN AN URBAN AREA

A. I. DAGG

Department of Zoology, University of Guelph, Guelph, Ontario.

Résumé

Une enquête sur la faune sauvage urbaine a été effectuée auprès de 1421 propriétaires dans la petite ville de Waterloo, Ontario. Vingt-sept espèces furent observées par au moins 1% des propriétaires ; les plus communes furent observées par 79% de ceux-ci. Presque tous les propriétaires appréciaient la présence de toutes sortes d'oiseaux sur leur propriété ; la plupart appréciaient aussi les écureuils, tamias et lapins, mais non les autres mammifères. Les espèces préférées furent surtout observées dans les quartiers de la ville où se trouvaient des arbres, des parcs ou des terrains boisés. Si de tels habitats pouvaient être établis dans un milieu urbain, les animaux sauvages préférés seraient favorisés, au profit des habitants de la ville.

Abstract

A survey related to wildlife in the city was conducted among 1421 householders in the small city of Waterloo, Ontario. Twenty-seven species had been seen by 1% or more of the householders ; the commonest had been observed by 79% of them. Virtually all of the householders liked having all kinds of birds on their properties ; most also liked the squirrels, chipmunks and rabbits, but not the other mammals. The preferred species were often found near the trees, parks and bush areas within the city. If such areas could be established within an urban setting, the favoured wildlife species would be encouraged, to the urban dwellers' benefit.

Introduction

The study of urban wildlife is important not only because it is a field that has been largely overlooked by zoologists but also because it could lead to the proper management of these animals for the benefit of man. Field biologists have been primarily interested in animal populations of non-urban regions. This is understandable, since in time animal numbers will tend to decrease in such wild areas in direct proportion to man's increasing influence there. Indeed, eventually urban areas may be the very ones that will serve as oases for wildlife which have been driven from their natural habitats. Wildlife species in urban areas are also important at the present time however,

TABLE I
 Characteristics of Wildlife Species Observed in Waterloo, Ontario, Canada
 — of 1421 people censused

	Lot owners that have seen species %	Population index	Correlation between numbers and four environmental factors				« Likeability »						
			chi ²	test	*	P. < .05	**	P. < .01	***	P. < .001	Positive %	Neutral %	Negative %
Black squirrel — <i>Sciurus carolinensis</i>	79	257.1 #	***	—	**	***	68	16	16				
Rabbit — <i>Sylvilagus floridanus</i>	75	66.0	***	*	**	***	64	17	19				
Cardinal — <i>Richmondia cardinalis</i>	58	81.4 #	***	—	*	**	97	2	1				
Goldfinch — <i>Spinus tristis</i>	51	40.3	**	—	*	***	97	2	1				
Blue jay — <i>Cyanocitta cristata</i>	41	49.3	***	**	**	***	97	2	1				
Woodpeckers — <i>Dendrocopos villosus</i> ; <i>D. pubescens</i> ; <i>Hylatomus pileatus</i>	35	28.1 #	***	—	**	***	97	2	1				
Chipmunk — <i>Tamias striatus</i>	28	32.3	*	—	**	***	86	8	6				
Red-winged blackbird — <i>Agelaius phoeniceus</i>	24	9.6	**	—	—	**	97	2	1				
Hummingbird — <i>Archilochus colubris</i>	17	2.4	**	***	—	—	97	2	1				
Groundhog — <i>Marmota monax</i>	15	10.1	—	—	*	—	36	29	35				
Oriole — <i>Icterus galbula</i>	12	3.9	—	—	—	—	97	2	1				
Flicker — <i>Colaptes auratus</i>	12	11.6	—	—	—	*	98	2	0				
Skunk — <i>Mephitis mephitis</i>	8	1.2 #	—	**	—	—	10	24	66				
Chickadee — <i>Parus atricapillus</i>	7	3.3	—	—	*	—	97	3	0				
Red squirrel — <i>Tamiasciurus hudsonicus</i>	6	5.5	—	*	—	—	68	10	22				
Bats — Vespertilionidae	6	5.7	—	—	*	—	18	6	76				
Muskrat — <i>Ondatra zibethicus</i>	5	2.1	—	—	*	—	32	33	35				
Raccoon — <i>Procyon lotor</i>	4	0.5	—	—	*	—	39	34	27				
Hawks — Accipitridae	4	1.7	—	—	—	—	74	7	19				
Wrens — Troglodytidae	4	1.6	—	—	—	*	96	2	2				
Owls — Tytonidae and Strigidae	3	0.1	—	—	*	—	93	0	7				
Grosbeaks — <i>Pheucticus ludovicianus</i> ; <i>Hesperiphona vespertina</i>	2	2.2	—	—	*	*	100	0	0				
Nuthatch — <i>Sitta canadensis</i> ; <i>S. carolinensis</i>	2	1.7	—	—	—	—	100	0	0				
Pheasant — <i>Phasianus colchicus</i>	2	0.7	—	—	—	—	100	0	0				
Grackle — <i>Quiscalus quiscula</i>	2	2.9	—	—	—	—	77	0	23				
Cedar waxwing — <i>Bombycilla cedrorum</i>	1	0.1	—	—	—	—	100	0	0				
Warblers — Parulidae	1	0.8	—	—	—	*	100	0	0				

— Indices are high because these species are particularly noticeable compared to the others

because the general public's appreciation and knowledge of wildlife are largely confined to these urban-dwelling animals. It is this public that has the voting power that can affect wildlife conservation throughout the world.

Despite the political importance of urbanized wildlife, little is known about the relative numbers of species present in various urban habitats (with the exception of the few species that have been studied in detail because they have served as zoonoses reservoirs) or people's reaction to these species. To rectify this general gap a wildlife study was undertaken in Waterloo, Ontario, a city that has a variety of habitats for wildlife and yet is not too large to be studied in detail.

Study area and methods

Waterloo, which has a population of 34,000, is situated in the rich agricultural lands of southern Ontario 60 miles west of Toronto. Although this city was founded over 150 years ago, it has only increased greatly in size recently. It is bordered on the south by Kitchener, a city of 103,000, and on the east by Bridgeport, a town of under 1,000 people. Farmlands extend for many kilometres from the other boundaries. Waterloo includes a large university campus plus several large and small parks.

To determine the wildlife species present and their abundance in Waterloo, house owners were surveyed during August, 1969, by two university students. In all, people from 1421 houses were questioned in 17 locations. These locations, spread throughout the city, were felt to be representative of the city's population. They included four new expensive suburbs, four new medium-priced suburbs, one expensive old central area, and four each central older areas of middle-priced and inexpensive houses. The survey was carried out only at houses and not at apartments. It was not feasible to augment these data with trapping results because of the paucity of many of the species, the large area studied and the difficulty of working on private property.

The surveyors asked : a. what birds and mammals had been seen and in what numbers on each house's lot ; b. whether the owners liked or disliked these animals ; c. whether the owners gardened and to what extent ; and d. whether or not they fed birds. They also noted the age of each house, the number of trees present on the block and the nearness of each house to park, bush and/or rural areas. A *rural* area was defined as one that was being farmed, usually for hay or grain or pastureland ; a *bush* area was one with many trees and bushes and no grass ; and a *park* area was one covered with grass, either mown or unmown, that often also contained trees and bushes. Each area was at least $\frac{1}{4}$ acre in size.

TABLE II

Wildlife species seen by less than 1% of those surveyed

Species	Number of times seen	Comments
Junco — <i>Junco hyemalis</i>	8	
Crow — <i>Corvus brachyrhynchos</i>	8	
Thrush — Turidae (not <i>Turdus</i> or <i>Sialia</i>)	8	
Dove — <i>Zenaidura macroura</i>	7	
Scarlet tanager — <i>Piranga olivacea</i>	7	
Ducks — various tame species	6	near farm pond
Deer — <i>Odocoileus virginianus</i>	6	near city edge
Indigo bunting — <i>Passerina cyanea</i>	5	
Cowbird — <i>Molothrus ater</i>	5	
Mole — Talpidae	4	
Weasel — <i>Mustela</i> sp.	3	
Bluebird — <i>Sialia sialis</i> *	3	
Brown creeper — <i>Certhia familiaris</i>	3	
Geese — tame — Anserinae	2	near farm pond
Kingfisher — <i>Megaceryle alcyon</i>	2	
Flycatcher — Tyrannidae	2	
Swan — tame — Cygninae	2	near farm pond
Fox — <i>Vulpes vulpes</i>	1	
Bobolink — <i>Dolichonyx oryzivorus</i>	1	
Whippoorwill — <i>Caprimulgus vociferus</i>	1	
Sapsucker — <i>Sphyrapicus varius</i>	1	
Cuckoo — <i>Coccyzus</i> sp.	1	
Shrike — <i>Lanius</i> sp.	1	
Vireo — <i>Vireo</i> sp.	1	
Mink — <i>Mustela vison</i>	1	near marsh
Catbird — <i>Dumetella carolinensis</i>	1	
Snow bunting — <i>Plectrophenax nivalis</i>	1	
Night jar — <i>Chordeiles minor</i>	1	
Swallow — Hirundinidae	1	

* considered doubtful by Dr. A.L.A. Middleton.

Results

In a survey such as this the data analyzed are only as accurate as the information received from the people surveyed, in which there was undoubtedly some error. Therefore, this study does not concentrate on absolute values for any species, but stresses the relative differences between species.

RANGE OF SPECIES

The number of lots on which each species was seen reflects its distribution throughout the city (Table I, col. 1). Since this study involves wildlife rather than more strictly urbanized species, the populations of the ubiquitous robins (*Turdus migratorius*), starlings (*Sturnus vulgaris*), sparrows (*Passer domesticus*), pigeons (*Columba livia*) and rats (*Rattus norvegicus*) were not tabulated. The species that were seen by fewer than 1% of the people surveyed are listed in Table II. These will not be considered further.

RELATIVE NUMBERS OF SPECIES

Some species were observed much more often than were others. To determine such differences each person surveyed was asked if he saw a species about once a day (1), week (2), month (3), year (4) or once or twice ever (5). So that populations of different species could be compared, a population index was devised. This index, which is only valid relatively, is based on monthly sighting :

$$\text{Population Index} = \frac{30(1) + 4(2) + 1(3) + 1/12(4)}{\text{Total no. of people surveyed} - (5)}$$

These indices are listed in Table I, col. 2.

It is evident that even if those people surveyed were always entirely accurate in their answers, there are various sources of error related to the size, shape, colouration, and habits of each animal ; a bold, large, strikingly-coloured species will be seen far more often than a secretive, small, cryptic one, even if both live on a lot in equal numbers. For this reason factors that have made a species particularly noticeable to the people surveyed are listed in Table III. Their sum give a very approximate « index of noticeability » for each species which should be considered when assessing their populations. This index is 2 or 3 for most species, but is as high as 7 for the black squirrel, the species most commonly reported.

CORRELATION OF SPECIES WITH ENVIRONMENTAL FACTORS

The numbers of species were analyzed to see if they were correlated with the four environmental factors : numbers of trees in the area and nearness to

rural, park and bush areas. The correlations, tested by the chi-square test, are given in Table I, cols. 3-6.

« LIKEABILITY » OF EACH SPECIES

To determine the attitude of each person surveyed to each species he had seen on his lot, his preference was noted under one of five headings : (1) very much, (2) yes, (3) neutral, (4) not really, (5) no.

In the analysis it was found that the census-takers biased the answers : one student was more likely to put positive answers in the « very much » column and the other negative answers in the « no » column ($P < .001$). However, their numbers of people with positive and negative answers were similar. For purposes of analysis therefore, only those people that were positive about a species (1) and (2), neutral about it, (3) or negative about it (4) and (5) were considered (Table I, cols. 7-9). No finer distinctions were attempted.

PREFERENCES RELATED TO BIRD FEEDERS

During the survey each person was asked (a) if he used a bird feeder, (b) if he sometimes fed birds or (c) if he never fed birds. The answers totalled respectively 15%, 48% and 37%. The data were analyzed to determine if those who had bird feeders and those who never fed birds had statistically different preferences for each species using a 2 x 2 contingency table chi-square test. There were no such differences.

PREFERENCES RELATED TO GARDENERS

Each person in the survey was also assessed on his gardening : (a) avid, (b) average, (c) compulsory, (d) no. The positive and negative groups, in their opinions of each animal species, were compared with those who gardened most ((a) and (b)) and those who gardened least ((c) and (d)) in a 2 x 2 contingency table. There was no correlation between interest in gardening and preference for or against an animal species except for the rabbit. Gardeners disliked rabbits exceedingly ($P < .001$), undoubtedly because of rabbit depredations in their gardens.

PREFERENCES RELATED TO PRICE OF HOUSES AND LOTS

During the survey areas were censused that had houses and lots ranging in value from \$16,000 to \$55,000. There was no statistical correlation between the preferences of the affluent and less affluent people for any species.

PREFERENCES RELATED TO AGE OF HOUSES

Some of the houses in Waterloo were built over 100 years ago ; others were constructed recently. The owners of old houses showed no preferences not shared by those living in new houses.

Discussion

The status of the commonest species of wildlife in Waterloo can be roughly assessed from the survey results.

MAMMALS

Black squirrel. — This species was seen far more often than any other, in part because of its high noticeability factor. It is not only fairly large and distinctively coloured, but it is largely diurnal, with little fear of people and therefore no tendency to hide from them. The numbers in an area were correlated with the number of trees and the nearness to park and bush areas, but many were seen in all the areas surveyed. Most people (68%) liked having black squirrels on their lots, despite the varied damage they caused to a minority. Twenty-eight people complained about their destructiveness in their gardens — eating begonias, tulips, apricots, apples, pears, cherries, corn or chewing at trees. Six complained that these squirrels chased birds or ate bird food, three that they ate garbage and twenty-five that they damaged their property by nesting in the attics, basements or chimneys, gnawing through the shingles, clogging the eaves, or destroying screens, pipes and a TV aerial. One person disliked squirrels because he feared rabies.

Rabbits. — This species was also reported by three-quarters of the home owners surveyed, but they were seen far less often than were black squirrels even though in winter they left behind them their distinctive tracks. Rabbits were present most often where there were trees and nearby bush areas, but also where parks and rural areas were within four blocks or about 0.1 km. Most people liked having rabbits in the city with the significant exception of the gardeners (60% of those censused). Seven per cent of these complained specifically that rabbits consumed or killed tulip bulbs, poppies, roses, daisies, beets, cabbages, beans, corn, lettuce, and the bark of trees and shrubs.

Chipmunk. — The presence of this fairly common species was also widespread, although nowhere was it seen often in large numbers. Its distribution was most closely correlated with nearby bush areas, then with park areas, and finally with the presence of trees. As with the black squirrels, there was no correlation between these two species and rural areas. This was the favourite mammal of all, liked by 86% of those surveyed. Only three people complained about

TABLE III

Noticeability of common wildlife species

	Usually diurnal	Relatively large	Distinctive sound	Distinctive odour	Striking colouration	Not shy of people	Sometimes inside houses	Eat plants in gardens	Get into garbage	Noticeability Factor
Black squirrel	/	/			/	/	/	/	/	7
Rabbit		/						/		2
Cardinal	/		/		/	/		/		5
Goldfinch	/				/	/				3
Blue jay	/				/	/				3
Woodpecker	/		/		/	/				4
Chipmunk	/							/	/	3
Red-winged blackbird	/				/	/				3
Hummingbird	/				/	/				3
Groundhog		/						/		2
Oriole	/				/	/				3
Flicker	/				/	/				3
Skunk		/		/	/	/		½		4½
Chickadee	/				/	/				2
Red squirrel	/		/							2
Bat							/			1
Muskrat		/						/		2
Raccoon		/						/		2
Hawk	/	/				/				3
Wren	/					/				2
Owl		/	/			/				3
Grosbeak	/				/	/				3
Nuthatch	/					/				2
Pheasant	/	/			/					3
Grackle	/					/				2
Cedar waxwing	/				/	/				3
Warbler	/				/	/				3

chipmunks ; one that they got into the garbage, one that they damaged plants and one that they scared people.

Groundhog. — Only 15% of those surveyed had had groundhogs on their lots, which were usually near park areas. Only about a third of these people liked them. One person complained that they got into the garbage and three that they damaged their gardens.

Skunk. — Although 8% of the lot owners had noted skunks on their property, they were rarer than any of the foregoing mammals despite a fairly high noticeability factor. Often the smell alone of butylmercaptan alerted people to the presence of a skunk nearby. Their numbers were correlated with nearness to rural areas. Skunks were the most disliked animal present in Waterloo, probably because of their smell ; only four people levied other complaints against them — three that they dug holes on their lots and another that one ate a goldfish from an outdoor pond.

Red squirrel. — Red squirrels were rare in Waterloo, and, although they are arboreal, their numbers were greatest near rural areas. Their popularity was the same as that of the black squirrels — 68% of the people liked having them on their lots.

Bats. — Bats were seen in most of the older and central subdivisions but were not reported at all for two newly built ones. They had the lowest noticeability factor, but their presence in houses, plus fear of rabies, caused most people to recall with repugnance any associations with them. Their presence was only correlated with nearness to park areas.

Muskrat. — Muskrat were seen rarely and only in areas that were fairly near water, such as a river running through an adjacent park. Only one-third of the people surveyed liked them on their lots. Three specific complaints were that they got into the garbage pails, made holes in the lawn and were too rat-like in appearance.

Raccoon. — This species was reported from most parts of the city but it was only seen rarely. Its presence was correlated only with nearness to park areas. Like the muskrat it had a low noticeability factor and was enjoyed only slightly more. Four people complained that raccoons had invaded their garbage.

BIRDS

Since nearly everyone liked birds (all but two species were liked by at least 93% of those surveyed), there were few complaints against them. Only ten people said that they disliked birds in general, in part because they ate food from their gardens, were unclean or were too noisy.

Cardinal. — This bird was reported by the most people in the most numbers, in part because of its high noticeability factor. An additional factor is that it is present during the winter, when its bright plumage is striking among the leafless trees. It was observed in all parts of the city, but its presence could be particularly correlated with trees, the nearness of bush areas and to a lesser extent the nearness of park areas. One person complained that cardinals ate his cherries.

Goldfinch. — This species was almost as widespread as the cardinal but it was seen less often. Like the cardinal its presence was correlated with that of trees — either on the lot or nearby in parks or bush areas — but it was not connected with rural areas.

Blue jay. — Blue jays were seen more often than goldfinches but by fewer people. Their numbers were significantly increased where there were trees and where a lot was near park, rural or bush areas.

Woodpeckers. — These species were commonly either seen or heard in every area, although this was in part because of their quite high noticeability factor. Their numbers were correlated with the numbers of trees — either on the lot or in nearby park or bush areas.

Red-winged Blackbird. — These birds were not common, although 25% of the people surveyed had seen them. Their numbers were correlated with the numbers of trees on the block and the nearness of a bush area. Although this species is often regarded as an agricultural pest, it was liked by almost all the city dwellers who had seen it.

Hummingbird. — These birds were reported, although not commonly, from all but one area of the city. They were seen significantly more often where there were many trees and rural areas nearby.

Oriole. — Orioles were seen occasionally in every part of Waterloo, but not more often in one type of setting than another.

Flicker. — Flickers were reported by the same number of people who had seen orioles, but they were seen more often. They were seen near bush areas more often than elsewhere.

Chickadee. — Chickadees were widespread throughout the city, but rarely seen. They were reported near park areas significantly more often than elsewhere.

Hawks. — Hawks were uncommon but widespread, with no one representative habitat. They were the least favoured birds and yet 74% of all the people

who had seen them liked them. One person disliked hawks particularly, claiming that they were « mean ».

Wrens and Owls. — These birds were each about as common as hawks, but they were present near park areas significantly more often than elsewhere.

Grosbeaks. — These rare birds were observed mostly near park and bush areas.

Nuthatches, Pheasant and Grackle. — These species were each seen by 2% of the people surveyed, but they were not significantly more common in one setting than in another. The two former species were as popular as any other bird species but the grackle was less well liked — by 77% of those who had seen one. One non-admirer claimed that he had seen a grackle attack a sparrow.

Warblers. — These rare birds were more likely to be found near bush areas than elsewhere.

Cedar waxwing. — Only 1% of those surveyed saw these birds ; their numbers were too few to show any preference for a particular urban setting.

CHANGE WITH TIME

As might be expected in a rapidly growing city, various species were becoming rarer, especially in the new subdivisions. Twenty-five people commented on such changes, blaming them on increased construction, pollution of streams, recent use of pesticides and the death of many elm trees. Only two people mentioned changes optimistically, one to comment that birds left during the construction of buildings nearby but returned when the buildings were completed and the other to state that he was seeing more birds each year as the trees on his lot grew bigger.

Conclusions

1. A city such as Waterloo provides habitats for many wildlife species, a number of which are common.
2. Birds within the city were almost universally liked by the householders ; the squirrels, chipmunks and rabbits were also fairly popular, unlike the rarer large terrestrial mammals and the bats.
3. The animals that were enjoyed were often found near areas of trees, parks or bush ; by creating such areas within a city these species would probably be encouraged.

Acknowledgements

The author is grateful to the following people who helped with this project : Miss M. Milliken and Miss I. Winn, the surveyors ; Mr. J. Koehler who worked out the average real estate values ; Dr. A. A. Sheth and Mr. J. Tofflemire who supervised the computer programme ; Dr. J. Mullen who worked out the formula for the population index ; and Dr. A. L. A. Middleton, Dr. R. Dorney, Dr. K. Ronald and Dr. I. R. Dagg who provided helpful suggestions. The project was financed by the University of Guelph.

THE NATURE OF CONODONTS

YVON GLOBENSKY *

Québec Department of Natural Resources

Résumé

Cet article a pour but de grouper les différentes théories émises sur la nature des conodontes, résumant les idées des chercheurs ayant donné antérieurement leur opinion sur le sujet et, en dernier lieu, présenter une liste des diverses objections sur chaque théorie. L'auteur ajoute aussi ses commentaires en faveur de ce qu'il considère la théorie la plus plausible.

Abstract

This paper is an attempt to group together the different theories related to the nature of conodonts summarizing the ideas of previous workers who gave their opinions on the matter and lastly present a list of the various objections to each theory. The author also add his comments in favor of what he considers to be of the more probable theory.

Introduction

Many conflicting views have been held concerning the zoological position and anatomical function of conodonts, and even at the present time a general agreement on their true systematic position has not been reached.

By grouping and comparing the various theories it appears that some should be dropped in favor of others.

The various theories postulated on the nature of Conodonts

The many different views that have been held on this subject are discussed briefly below, classified as to the postulated phylum.

CONODONTS POSTULATED TO BELONG TO THE CHORDATA

As previously stated, conodonts were discovered in 1856 by C.H. Pander who found them in Ordovician greensands outcropping along the Neva River

* Published with the permission of the Deputy-Minister of the Québec Department ou Natural Resources.

at St. Petersburg and westward along the Gulf of Finland to the cliffs near Narva. To him they appeared to be teeth of primitive fishes of near kinship to the selachians or sharks. Pander admitted, however, that their true systematic position was open to question because of the lack of information about the animal that bore conodonts. He was also undecided on the real position of conodonts : were they part of a jawbone, part of the palate, or the tongue ? Did each kind of conodont represent a distinct biologic species, or were there several different types of conodonts present in the same animal ?

In 1873, J.S. Newberry gave the opinions of many of his scientific colleagues on the nature of the conodonts from the Cleveland shale along Tinkers Creek at Bedford, Ohio. Louis Agassiz pronounced them the teeth of selachians. Other views stated that these were teeth of cyclostomous fishes, or dermal ossicles. Thus, a great variety of opinion existed, and Newberry finally stated :

Waiting further evidence of the nature of these organisms, I take the liberty of offering, as a possible and plausible explanation of the enigma, the theory that they are the teeth of Cyclostomous fishes".

In 1879, G.J. Hinde made extensive studies of conodonts in Ontario and adjacent parts of the United States. These were submitted to Professor Huxley who expressed the opinion that

"some of them so closely resemble the teeth of the Hag-fish (Myxine) that it would be difficult to prove that they dit not belong to fishes of this order".

But he also added that

"whilst conodont teeth do not correspond in minute structure with, and are far more varied in form than, the teeth of any known fish, they yet approach closest to those of the Myxinoids. As it is not at all improbable that there was in Paleozoic times as great a development of the Cyclostome fishes as of the Canoids and Elasmobranchs, with a consequent great amount of variation in their structural development, we could hardly judge, from their pauperized descendants of the present day, how far this variation may have extended in former times. We should not therefore, on account of the imperfect analogy of the conodonts with the teeth of the existing Myxinoids, reject altogether the probability that they may have belonged to similar low type of fishes. At present however the facts at hand appear insufficient to decide the question".

R.S. Bassler listed the conodonts with the fish in 1915, but did not seem sure of their real identity.

In 1921, W.L. Bryant, working on the conodonts of the Genesee shale, reviewed the litherature, especially that pertaining to relationships of these interesting forms. Associated with the conodonts he found,

"certain fragmentary ornamental plates which may have formed the defensive covering of these mysterious animals. The plates are always broken rarely exhibiting a natural contour. They, like the conodonts, are composed of structureless carbonate and phosphate of lime and have the same fine, polished sub-metallic or resinous lustre".

According to Stauffer and Plummer (1932), plates similar to those figured by Bryant occur abundantly in association with the Ordovician conodonts in Minnesota, thus increasing the possibility that they may have constituted part of the armour of some conodonts. He later found a specimen of *Polygnathus rotundilobus* Bryant cemented to what he described as « *a fragmentary plate of an undescribed fish, perhaps an Arthrodire* ». This relationship may have been accidental as suggested by its position on the bony plate. After extended studies of the conodonts, Bryant had become convinced that,

the true conodonts have hardly anything really diagnostic in common with Annelid jaws. If certain of the leaf-like forms are of the nature of pavement teeth, then the conclusion seems almost unavoidable that the conodonts must be considered as the dentition of some primitive type of fish".

J.M. MacFarlane suggested in 1923, that,

"perhaps conodonts represent complex derivatives from the Metanemertini which, by progressive change may have given rise to Cyclostomes, some of which retained horny teeth as in existing types, while others may have advanced to a more complex calcareous type".

Later that year, in another publication, MacFarlane classified conodonts as the first order under his Malacodermata, a sub-class which includes the most primitive living and fossil fish. He also stated :

"I would wholly accept the conclusions of Newberry and Hinde in viewing the conodonts as the circumoral teeth of primitive members of that more primitive group of fishes, the Cyclostomata".

In 1926, E.O. Ulrich and R.S. Bassler published their classification of conodonts with descriptions of American Devonian and Mississippian species in which they stated that,

"they believe the conodonts to be the teeth of primitive fish and not necessarily all of the same group. Some seem to be related to the Myxines while the more complicated Prionooididae and Prioniodinidae show resemblance to the Selachians. However, as no true conodonts are known in Post-Paleozoic strata, it is possible they belong to an extinct group of fish".

It was believed a year later by R.R. Hibbard that the conodonts he found in the Upper Devonian of New York were fish teeth.

In 1929, S.R. Kirk found a fair abundance of conodonts associated with the famous remains on the Harding sandstone in the vicinity of Canon City, Colorado. He stated :

"the particular interest of these bodies is in the fact that they show basal attachment to fragments of plates which are so abundantly scattered through the various beds of the Harding. As is well known these plates have generally been referred to the Ostracodermi".

And he later said that,

"If the identification of the Harding sandstone plates with the ostracoderms be accepted, this discovery would seem to provide a new and important clue to the real nature of these minute, toothlike bodies. The suggestion contained in these specimens that some conodonts, at least, may be mouth parts of ostracoderm fishes is in general agreement with a view that has long been held by many authorities . . . that conodonts are the teeth of primitive fishes".

C.R. Stauffer apparently observed similar attachment of conodonts to fragments of plates in the Middle Ordovician specimens from Kansas, but the material composing the plates cannot be recognized as bone, much less as the plates of Ostracodermi.

In 1930, W. Eichenberg after studying some recent fish remains, became convinced that conodonts functioned as the teeth, scales, and gill-rakers of primitive elasmobranchs and teleosts.

F.H. Gunnell, in 1931, was opposed to the idea of conodonts belonging to the fish, and declared that,

"both Ostracodermi and the Arthrodira are believed to have been limited to the late Lower and Middle Paleozoic, whereas the conodonts ranged through the era".

One year later, C.R. Stauffer and Helen J. Plummer stated that,

"it appears that the whole group of fish-like animals, called conodonts and now represented by teeth, spines and plates, became extinct in Permian time. The Cyclostomata and the more primitive Elasmobranchii, such as the selachians, are probably their nearest living relatives".

Also they concluded,

"their form is not unlike that of teeth possessed by certain of the most primitive living Cyclostomous fishes. It would seem, therefore, that their place is with the most primitive fish".

In 1934, J.W. Huddle tentatively placed conodonts in the Cyclostomata, because this class, according to him, includes the most primitive vertebrates with similar tooth structures.

The same year, Hermann Schmidt, after studying some conodonts from a Carboniferous shale of Germany, identified them as placoderm remains, and believed that an assemblage of conodont structures was present in each gna-

thostome, some being mandibles, others teeth on the hyoid arch, and still others part of the gill arches.

In 1938, F. Demanet, agreed with Schmidt (1934) as to the function of conodonts but preferred to classify them with elasmobranchs instead of placoderms, as Schmidt had done. A year later, Demanet, discovered conodonts presumably in places where the gill arches occur, in a Carboniferous fish very fine, branching canals. Green conodonts are not reported elsewhere in the British Museum. But the conodonts might have been associated with these fish remains purely by chance in the process of burial. Rhodes (1953) after examining the same specimen stated that the object in question is probably not a conodont.

C.R. Stauffer stated in 1938, that,

"the only way to relate conodonts to the worms is to postulate an entirely new group of extinct forms with vertebrate-like teeth, which might be equivalent to suggesting that they are primitive vertebrates".

In 1944, S.P. Ellison said,

"conodonts may be qualified as fish or lower vertebrates on the basis of their composition, size, shape, assemblage, associations, internal structure, associated bone material and jaw parts, and stratigraphic occurrence".

He also concluded that conodonts belong to a group of vertebrates (probably fish) because no other group of animals are known to have similarly shaped hard parts of such small size composed of calcium phosphate.

H. Beckmann, in 1949, agreed with Schmidt's conclusions on the zoologic affinity and the function of conodonts. He also found green conodonts with very fine, branching canals. Green conodonts are not reported elsewhere in the literature. This might indicate an extraordinarily good state of preservation, and might be important. But Hessland (1949) declared that these coarse canals are probably parasite borings.

In 1954, Lindström reported that some supposed algal borings, mentioned by Hessland (1949) may instead be regarded as a morphological feature at least of certain Lower Ordovician conodonts.

In the same year, W. Gross compared the structures of the conodont *Spathognathodus purchisoni* (Pander), a bladelike species, with the structure of authentic teeth and the bones of some Paleozoic Agnatha and fish. He declared that conodonts are neither mouth-teeth nor skinscales of vertebrates, nor, are they a part of the endoskeleton of vertebrates. Gross concluded that conodonts probably were the sole preservable part of the animal that bore

them and suggested that this animal belonged to a distinct stem of the chordates or jawless vertebrates.

In 1956, K.J. Müller stated,

"Conodonts consist of calcium carbonate apatite, probably with a somewhat variable composition. Only the bones of vertebrates are composed of a substance with the same content".

Also he added that conodonts are no longer regarded as teeth but rather as internal supporting elements of a nektonic animal, which may represent a separate class of the Chordata.

In 1965, K.W. Schwab gave the following opinion :

"Some conodonts most probably functioned as spines, scales, or internal supports of primitive chordates that were ancestral to ostracoderms, placoderms, and Chondrichthyes. They may have been attached to a dermal plate. The majority, however, were probably attached to a cartilaginous or muscular band and where probably surrounded by an epitheliallike tissue. The writer, however, does not mean to imply that all conodonts were spines or scales; members of the same genus probably may have performed more than one function and differed in location and mode of attachment".

Scott (1969) found some conodonts in asphaltic blebs and after assuming that the blebs represent part of a head structure he concluded :

"The size and shape of most blebs suggest that the major part of the head has been preserved as an asphaltic mass. Have the conodonts dropped from an inner position to come to rest on the inner surface of a bleb, or were they part of a cartilaginous head which upon alteration became asphalt? Does the bleb represent a single plate or the whole head structure? It seems impossible to assign them a position on gills. There is no evidence that a bleb is a single gill or branchial plate. We would have to assign too many conodonts to one animal, if this were the case. The blebs suggest two possibilities, 1) conodonts were teeth arranged in cartilage surrounding a mouth and esophagus in a jawless animal, or 2) they were teeth arranged in a cartilaginous lip of a ventral mouth in a jawless animal like the ostracoderms".

But as conodonts are antecedent to the ostracoderms Scott concluded :

"They may represent the most primitive Agnatha. The combination of a reticulate pattern of skin, cartilaginous internal structure, the probability of head plates, the bilateral symmetry, and the lamellar growth of the teeth all point to an agnathid relationship".

CONODONTS POSTULATED TO BELONG TO THE ANNELIDA

E.O. Ulrich, after comparing the conodonts of the Cincinnati region with the chitinous jaws of several species of living annelids and observing a striking affinity between them, finally concluded, in 1878 : « *conodonts are the hooklets of a species of annelid* ».

In 1886, J.V. Rochon, and Karl von Zittel, after a microscopic study of the structure of conodont teeth concluded that,

“they are wholly unlike the teeth of any of the fishes, Mollusca or Crustacea but that they resemble very closely such structures in the annelids and Gephyrea”.

Zittel, in 1890, was not certain that the conodonts were worm teeth for in his « Handbook of Paleontology » he treated them as a footnote under the Cyclostomi, although he stated that their structure is identical with that of annelid jaw.

In 1910, A.W. Grabau and H.W. Shimer remarked that conodonts,

“were at first considered to be fish teeth and have been regarded as pertaining to the lingual ribbon of molluscs, or to crustacea . . . but the jaw and toothed plates have the characters of the jaws of modern annelids”.

and hence they listed them with the annelids.

A.W. Grabau, stated however in 1921 that « conodonts are believed to be the oesophageal teeth of annelids ».

In 1934, H.W. Scott said,

“to the writer it now seems impossible for conodonts to belong to any group of animals other than Vermes. All of my observations indicate such a zoological affinity. Furthermore, there is nothing in the assemblages studied, and herein described, that is opposed to such a conclusion. The many points which have been enumerated make it practically impossible for them to be considered as fish”.

And he concluded,

“all observations and all evidence available to the writer, point to annelids as the natural possessors of conodonts”.

He also said that,

“one family of Paleozoic annelids possessed a jaw apparatus composed of teeth which we call conodonts : whereas a second family possessed teeth known as scolecodonts”.

However, later on, in 1942, he stated that,

“insofar as maneuverability is concerned, a conodont assemblage could operate with equal ease either as the jaw apparatus of an annelid or as gill rakers of a fish”.

In 1934, Hermann Schmidt mentioned that they have some resemblance to the jaw apparatus of an annelid or the branchialia of a fish.

E.P. Dubois after having studied some conodonts from a Pennsylvanian black shale of Illinois, stated that in his opinion most conodonts appear to be pharyngeal and buccal structures, and he suggested that they probably are parts of annelids (1943).

Also Dubois said that some Polychaetes are known to secrete calcium phosphate in the form of tubes. He stated, too,

"It thus seems much less difficult to postulate a worm having jaws made up largely of calcium phosphate instead of chitin than it did previously".

In 1944, R.L. Denham noted the presence of chitinous copulatory structures (penal stylets) in certain living worms. These structures are paired, (single-spine spicules) in the Mematoda round worms, and they become so complex in some of the flatworms in the genus *Dalvellia* that they are the basis of specific differentiation. According to Denham, these structures are kept within the body of the animal except during copulation, when they are extruded and assist in the process of fertilization. Denham suggested that conodonts might have performed a similar function, that the accretionary mode of growth in a conodont could have been accomplished while the conodont was held within the body, of the worm, and that if, during copulation, a part of the conodont structure had been broken away and lost, it could have been restored later within the body of the worm.

F.H.T. Rhodes believed that the lamellar conodonts specifically were parts of annelids (1954).

CONODONTS POSTULATED TO BELONG TO THE MOLLUSCA

In 1861, Richard Owen of the British Museum reviewed the evidence on which conodonts had been referred to the fishes and concluded that,

"they have most analogy with the spines, or hooklets, or denticles of naked mollusks or annelids. The formal publication of these minute ambiguous bodies of the oldest fossiliferous rocks, as proved evidence of fishes, is much to be deprecated".

J.S. Newberry, in 1873, mentioned that Professor E.S. Morse said that they bore a strong resemblance to the teeth of Mollusks ; also Professor William Simpson gave the opinion that,

"they might very well be the lingual teeth of Mollusks, but they could not have formed the dentition or spinous armament of any Crustacean".

U.P. James, in 1884, considered the conodonts to be « the jaws and lingual teeth of Mollusks ».

In 1936, F.B. Loomis stated,

"It seems impossible that teeth so close in size, shape and composition as those of conodonts and gastropods can belong to anything but the same group of organisms".

One year later, H.A. Pilsbry declared that conodonts most closely resemble rachiglossate teeth, and that gastropods having such teeth are post-Paleozoic. Pilsbry also stated that « some conodonts resemble certain cephalopod teeth ».

CONODONTS POSTULATED TO BELONG TO THE ARTHROPODS

A few years after the discovery of conodonts by Pander, J. Harley found them in the Ludlow bone-bed associated with crustacean remains, and concluded that « conodonts are merely spines similar to those attached to the margins of the carapace of *Limulus* and the caudal segment of *Squilla* » Harley was apparently one of the first to disagree with Pander's disposal of these minute fossils.

Suggestions were made by different investigators, that conodonts are the tips of segments of the exoskeleton of trilobites ; that some could be the claws of crustacea ; that they are the internal jaws of crustacea ; and that they are spines attached to the carapace of an arthropod.

But it seems that what must be called the « crustacean theory » for the origin of conodonts is losing supporters because nothing more has been published in favour of this theory since the nineteenth century.

CONODONTS POSTULATED TO BELONG TO UNCLASSIFIED ANIMALS

In 1898, A.S. Woodward declared, with regard to conodonts, that,

"their histological structure is so different from that of any teeth known that their affinities are quite undeterminable".

W.A. Parks, in 1922, restudied some of the Ordovician annelid teeth and the conodonts occurring in the vicinity of Toronto and declared that their affinities are quite uncertain.

P.U. Roundy, stated in 1926, that,

"the zoological relationship of conodonts has been a subject of much controversy, and they have been regarded by various authors as parts of gastropods, fishes, annelid worms, and crustaceans. Until more is known about these organisms their zoological position must remain unproved".

Investigators who have considered conodonts to be ingestive aids have declared that the zoological position of the conodont-bearing animal is uncertain.

Other authors have suggested that some conodonts could have been parts of the armor of an unknown animal.

In 1941, W.H. Hass after considering that conodonts could be broken and subsequently repaired, stated the theory that,

"they functioned as the internal supports for tissues within or on the body of some marine organisms at places subjected to stresses".

In 1952, F.H.T. Rhodes stated,

"the conodonts bear some resemblance to the jaw apparatus of an annelid or the branchialia of a fish".

He also said that the supposition of Hass (1941) that conodonts acted as internal supports of tissues of some kind seems more likely to him but also said that no satisfactory solution of the conodont problem is at present available.

In 1959 and 1962, W.H. Hass stated that,

"Conodonts are the microscopic toothlike and plate-like structure of a monophyletic group of extinct marine animals, which presumably were bilaterally symmetrical, soft bodies, and pelagic".

In 1967, C.R. Barnes after studying an assemblage of conodonts from Ottawa was of the following opinion :

"The writer would agree with Rexroad and Nicoll (1964, p. 773) that fusion of the elements in life was a pathological abnormality, but the finding of more fused elements would suggest that the elements were arranged in very close proximity to each other. If this were so, and the Belodina assemblage approximates the spacing and orientation during life, then it is most improbable that the elements served as teeth or as an ingestive aid, whereas they could readily have functioned as internal supports for a lophophore, as postulated by Lindström (1964, chapter 10).

Arguments against the different theories

RADULAR TEETH OF GASTROPODS

1. Conodonts are commonly found in deposits which do not contain any trace of gastropods.
2. Conodonts are widespread geographically and lithologically ; this does not favour association with the mainly benthonic marine gastropods.
3. Conodonts are composed of calcium phosphate while radular teeth are chitinous.

4. Conodont teeth only rarely show the slightest wear, but teeth of the front part of the radula are often much worn by use. This general absence of wear in the conodonts make it appear unlikely that they ever functioned in the rasping manner of radular teeth.

CRUSTACEANS

1. The composition of the carapace of arthropods is chitinous while conodonts are phosphatic.
2. Only some of the spines of the lateral margin of *Limulus* resemble some conodonts ; the majority differs.

COPULATORY STRUCTURES (PENAL STYLETS) IN *Nematoda* AND *Turbellaria*.

1. They are much more minute in size than the conodonts.
2. Their composition is chitinous rather than phosphatic.
3. The majority of these worms are fresh-water types rather than marine.
4. The arrangement of the components of the conodont assemblage does not suggest the same function.

ANNELIDA.

1. Conodonts are morphologically distinct from the scolecodonts and can be readily distinguished. *
2. Scolecodonts are silico-chitinous rather than phosphatic as the conodonts.
3. Conodonts are not differentiated into enamel and dentine layers and from the black color of the scolecodonts.

TEETH OF INGESTIVE ORGANS.

1. Conodonts do not show evidence of wear which would be expected if they functioned as ingestive organs.
2. Conodonts are able to regenerate part of their structure when broken away, this is not possible in the case of ingestive organs.
3. Conodonts are not differentiated into enamel and dentine layers and their basal cavity is not a true pulp cavity in the sense applied to ordinary teeth.

* Generally speaking, scolecodonts are included in the phylum Annelida.

SKIN SCALES.

The lack of any division into enamel and dentine layer in conodonts differentiates these from placoid scales. The placoid scales are formed by a basal plate of dentine of dermal origin embedded in the skin and bearing a projecting point or spine tipped by enamel.

GILL ARCHES OR FILTERING APPENDICES IN THE BRANCHIAL ORGANS.

1. Conodonts do not have the spongy texture of cartilaginous tissues as in gill arches.
2. The shape is not that to be expected in parts of an endoskeleton.

INTERNAL SUPPORTING ELEMENTS.

The only objection in the literature concerning this theory is one brought out by Rhodes (1954), who states that if the conodonts were covered by tissues when one part became broken, it would not regenerate the broken part, but re-fuse it to the fractured surface. He feels that regeneration of parts would occur after eruption of the conodont from the secreting medium.

To the writer, the last theory seems to be the most logical interpretation that has been advanced. The first of Rhodes' objection, however, seems valid : where would the broken part go after rupture if it is not re-fused to its original position ? But this could be answered very easily if we consider conodonts as being similar to and having a similar function as the copulatory structures described by Denham (1944), which are extruded out of the animal body during fertilization. If a part of the conodont structure had been broken while they were outside the body of the animal, it is almost certain that this broken part would be lost. And it is after the conodont structures have returned into the body of the animal that restoration of the broken part could take place.

The writer does not agree with Rhodes' statement that regeneration would occur only after eruption of the conodont from the secreting medium. On the contrary, the writer thinks that the conodonts need to be surrounded by the secreting medium in order that regeneration of the broken part takes place. Furthermore, parts regenerated by addition of laminated layers have been examined under transmitted light by several workers, and regeneration is a fact well accepted.

It should also be borne in mind that they could have belonged to an extinct group of marine animals (as stated by Hass, 1959, 1962).

Nevertheless, a more positive answer regarding the establishment of the true systematic position of conodonts will not be possible until new facts are

available. An exceptionally well preserved specimen would probably solve many questions about the true nature of these organisms. Trusheim (1937) mentioned that the most favorable environment for the preservation of body parts of the entire conodont animal would be one closely related to evaporitic deposits. However, the Windsor conodonts, (Globensky, 1967), which are closely related to evaporitic environmental conditions, did not show an exceptional state of preservation.

Unfortunately, to find an especially well preserved specimen might well be difficult, and probably very time consuming. Meanwhile, searchers are hoping to find the key to this problem by studying assemblages of conodonts and applying statistical methods to these studies. It is hoped that such research will help to lift the veil on the secret which, to date, has been hidden so well by conodonts.

"The most incomprehensible thing about the world is that it is comprehensible".

"The most beautiful thing we can experience is the mysterious . . . It is the source of all art and science".

Albert EINSTEIN

(as quoted by Dobzhansky,
in "Mankind Evolving", 1962)

References

- BARNES, C. R., 1967. A questionable natural conodont assemblage from Middle Ordovician Limestone, Ottawa, Canada. *J. Paleont.*, **41** (6): 1557-1560.
- BASSLER, R. S., 1915. Bibliographic index of American Ordovician and Silurian fossils. *Bull. U. S. natn. Mus.*, **92**: 1426.
- BECKMANN, H., 1949. Conodonten aus dem Iberger Kalk (Ober-Devon) des Bergischen Landes und ihr Feinbau. *Secken-bergiana Bd.*, **30**: (1-3): 153-168.
- BRYANT, W. L., 1921. The Genesee conodonts: *Bull. Buffalo Soc. nat. Sci.*, **13** (2): 1-59, pls. 1-14.
- DEMANET, Félix, 1938, (July 31). La faune des couches de passage du Dinantien au Namurien dans le synclinorium de Dinant. *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, **84**: 1-201, fig. 1-39, pls. 1-14.
- DENHAM, R. L., 1944. Conodonts. *J. Paleont.* **18**: (2): 212-318.
- DUBOIS, E. P., 1943. Evidence on the nature of conodonts. *J. Paleont.*, **17**: 155-159, pl. 25.
- EICHENBERG, W., 1930. Conodonten aus dem Culm des Harzes. *Paläont. Z.*, **12**: 177-182, pl. 1.
- ELLISON, S. P., 1944. The composition of conodonts. *J. Paleont.*, **18**: (2): 133-140.
- GLOBENSKY, Y., 1967. Middle and Upper Mississippian conodonts from the Windsor Group of the Atlantic Provinces of Canada. *J. Paleont.*, **41**: 432-448, pls. 55-58.

- GRABAU, A. W. and H. W. SHIMER, 1910. North American index fossils, invertebrates. Seiler and Co., New York, **2**: 1-909. (pp. 240, 243, 245).
- GUNNELL, F. H., 1931. Conodonts from the Fort Scott Limestone of Missouri. *J. Paleont.*, **5** (3): 244-252, pl. 29.
- HARLEY, J., 1861. The Ludlow bone-bed and its crustacean remains. *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, **17**: 547-549.
- HASS, W. H., 1941. Morphology of conodonts. *J. Paleont.*, **15**: (1): 71-81, pls. 12-16.
- HASS, W. H., 1959. Conodonts from the Chappel Limestone of Texas. *Prof. Pap. U. S. geol. Surv.*, **204-J**: 399.
- HASS W. H., 1962. Conodonts. In part W of the Treatise on Invertebrate Paleontology edited by R. C. Moore, Univ. of Kansas Press.
- HESSLAND, Ivan, 1949. Investigations of the Lower Ordovician of the Siljan district, Sweden; II, Lower Ordovician penetrate and enveloping algae from the Siljan district. *Uppsala Univ., Geol. Inst., B.*, **33**: 409-426.
- HINDE, G. J., 1879a. On conodont from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian, and from the Hamilton and Genesee-Shale divisions of the Devonian in Canada and the United States. *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, **35**: 351-369, pl. 15-17.
- HINDE, G. J., 1879b. On annelid jaws from the Cambro-Silurian, Silurian, and Devonian formations in Canada and from the Lower Carboniferous in Scotland. *Q. Jl geol. Soc. Lond.*, **35** (139): 370-389.
- HUDDLE, J. W., 1934. Conodonts from the New Albany Shale of Indiana. *Bull. Am. Paleont.*, **21**: (72): 1-139, pls. 1-12.
- JAMES, U. P., 1884. On conodonts and fossil annelid jaws. *J. Cincinn. Soc. nat. Hist.*, **7**: 146.
- KIRK, S. R., 1929. Conodonts associated with the Ordovician fish fauna of Colorado — a preliminary note. *Am. J. Sci.*, 5th ser., **18** (whole v. 218): 493-496, figs. 1-14.
- LINDSTRÖM, M., 1964. Conodonts Elsevier Publ. Co., Amsterdam, London and New York, pp. 1-196.
- LOOMIS, F. B., 1936. Are conodonts gastropods. *J. Paleont.*, **10**: 663-664, fig. 1.
- MACFARLANE, J. M., 1923a. Fishes, the source of petroleum. p. 451, 51 figs., N. Y., The Macmillan Company.
- MACFARLANE, J. M., 1923b. Evolution and distribution of fishes. p. 564, 72 figs., N. Y., The Macmillan Company.
- MÜLLER, K. J., 1956a. Triassic conodonts from Nevada. *J. Paleont.*, **30**: (4): 818-830, pl. 95, 96.
- MÜLLER, K. J., 1956b. Taxonomy, nomenclature, orientation and stratigraphic evaluation of conodonts. *J. Paleont.*, **30**: (6): 1324-1340, pl. 145.
- MÜLLER, K. J., 1956c. Zur Kenntnis der Conodonten-Fauna des Europäischen Devons, 1-Die Gattung *Palmatolepis*. *Abh. naturforsch. Ges. Senck* **494**, 70 p., 11 pls.
- NEWBERRY, J. S., 1873a. Report on the Geology of Cuyahoga County. *Geol. Surv. Ohio*, **1** (1): 1-672, figs. 1-18, Sec. 2: 171-200.

- NEWBERRY, J. S., 1873b. Descriptions of fossil fishes. *Paleont. Geol., Surv. Ohio*, **1** (2): 254.
- OWEN, Richard, 1861. Textbook of paleontology 2nd edition, Edinburgh, p. 118.
- PANDER, C. H., 1856. Monographie der fossilen Fische des Silurischen systems der russisch-baltischen Gouvernements. St. Petersburgs, 91 pages, 9 plates.
- PARKS, W. A., 1922. The stratigraphy and paleontology of Toronto. *Ont. Dept. Mines*, **31** (9): 35.
- PILSBRY, H. A., 1937. Are the conodonts molluscan teeth? *Nautilus*, **50** (3): p. 101.
- REXROAD, C. B. and S. NICOLL, 1964. A Silurian conodont with tetanus?. *J. Paleont.*, **38**: 771-773.
- RHODES, F. H. T., 1952. A classification of Pennsylvanian conodont assemblages. *J. Paleont.*, **26** (6): 886-901, pls. 126-129, text-figs. 4.
- RHODES, F. H. T., 1953. Some British Lower Palaeozoic conodont faunas. *Phil. Trans. R. Soc. London*, **237**: (647), série B: 261-334, pls. 20-23.
- RHODES, F. H. T., 1953a. Nomenclature of conodont assemblages. *J. Paleont.*, **27**: 610-612.
- RHODES, F. H. T., 1954. The zoological affinities of the conodonts. *Phil. Revs. Soc. Biol. Cambridge*, **29** (4): 419-452.
- ROHON, J. V. and Karl von ZITTEL, 1886. Uber Conodonten. *Sber. bayer. Akad. Wiss. Mathematisch-physikalische Klasse*, **16**: 108-136, pls. 1, 2, figs. 1-5.
- ROUNDY, P. U., 1926, in ROUNDY P. U., GIRTY, G. H. and GOLDMAN, M. I. The microfauna in Mississippian formations of San Saba County, Texas. *Prof. Pap. U. S. geol. Surv.*, **146**: 1-63, pls. 1-4.
- SCHMIDT, Hermann, 1934. Conodonten-Funde in ursprunglichem Zusammenhang. *Paläont. Z.*, Band **16**: 76-85, fig. 1-8.
- SCHWAB, K. W., 1965. Microstructure of some Middle Ordovician conodonts. *J. Paleont.*, **39**: 590-593.
- SCOTT, H. W., 1934. Zoological relationships of conodonts. *J. Paleont.*, **8**: 448-455, pls. 58, 59.
- SCOTT, H. W., 1969. Discoveries bearing on the nature of the conodont animal. *Micro-paleontology*, **15** (4): 420-426, pl. 1.
- STAUFFER, C. R., 1938a. Conodonts of the Olentansy Shale; *J. Paleont.*, **12** (5): 411-443, pls. 48-53.
- STAUFFER, C. R., 1938b. The fauna of the typical Olentansy Shale. *J. Geol.*, **46**: 1075-1078, tab. 1, 1077-1078.
- STAUFFER, C. R. and H. J. PLUMMER, 1932. Texas Pennsylvanian Conodonts and their stratigraphic relations. *Bull. Univ. Tex.*, **3201** (1): 13-50, pls. 1-4, tabs. 1-2.
- TRUSHEIN, F., 1937. Eine Saurier — Mahlzeit aus dem deutschen Muschelkalk. *Natur Volk* (Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft): Bd. **67**, H. 7, p. 356-358, 1 fig.
- ULRICH, E. O., 1878. Observations on fossil annelids and descriptions of new forms. *J. Cincinn. Soc. nat. Hist.*, **1**: 88.

- ULRICH, E. O., and R. S. BASSLER, 1926. A classification of the tooth-like fossils, conodonts, with descriptions of American Devonian and Mississippian species. *Proc. U. S. natn. Mus.*, **68** (12) : 1926.
- WOODWARD, A. S., 1898. Vertebrate paleontology for students of zoology. Cambridge, **1-2**.
- ZITTEL, Karl von, 1890. Handbuch der Paläontologie. Bd. **3**, p. 58.

REVUE DES LIVRES

MARIE-VICTORIN, Fr. et ROLLAND-GERMAIN, Fr., 1969. *Flore de l'Anticosti-Minganie*. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal. 529 p., ill. 16 x 24 cm. Relié, \$13.50.

Lorsque le frère Marie-Victorin mourut en 1944, il laissait inachevé un long manuscrit sur la flore des îles de Mingan et d'Anticosti, qu'il avait explorées de 1924 à 1928. Le frère Rolland-Germain, qui fut un étroit collaborateur de Marie-Victorin, a « complété » l'ouvrage de ce dernier et les Presses de l'Université de Montréal viennent de publier le tout.

Le livre (qui n'est pas une Flore) est divisé en trois parties très différentes : un Journal des travaux sur le terrain (185 pages), une liste des plantes vasculaires (185 pages) et un dernier chapitre intitulé « Recherches sur la florule allogène de l'Anticosti-Minganie » (100 pages). Une brève « esquisse du territoire » précède la première partie ; c'est une présentation très générale de la géographie, de la géologie et de la physiographie de la région. Le grand intérêt botanique et biogéographique de cette région découle surtout de la nature calcaire de son substratum géologique, ce qui lui permet de supporter une flore et une végétation qui sont exclues du bouclier précambrien de roches acides.

Le « Journal des travaux sur le terrain » est fascinant. On y retrouve constamment l'enthousiasme du frère Marie-Victorin, son sens aigu de l'observation et sa vaste culture botanique. Itinéraires, récoltes, découvertes et paysages sont décrits avec chaleur et très souvent avec suffisamment de détails pour permettre aux autres botanistes de retrouver précisément les localités mentionnées. Dans les termes de Marie-Victorin lui-même, le Journal est « la multitude des observations de détails faites chaque jour » (p. 8). Il faut juger de telles observations selon le but que s'était fixé leur auteur, l'exploration de la flore des îles de Mingan et d'Anticosti ; la grande richesse de ces observations devient alors indiscutable. Le Journal fourmille de notes, d'allusions, de détails fort intéressants sur la flore et la végétation des îles en question. Ces observations sont souvent trop incomplètes pour contenir la réponse aux questions qu'elles soulèvent, mais elles ont sûrement le mérite d'avoir défini clairement des problèmes qui pourraient occuper une génération de taxonomistes et d'écologistes.

Quant aux hypothèses que Marie-Victorin a ébauchées ici et là pour expliquer divers phénomènes biogéographiques (endémisme, disjonctions d'aires, etc.), elles ne sont jamais suffisamment élaborées dans le Journal pour qu'on puisse décentement les soumettre à une critique (*e. g.* p. 63-64). D'ailleurs, ce n'était pas là le but du Journal et Marie-Victorin avait projeté de consacrer le dernier chapitre de son ouvrage à une discussion biogéographique. Malheureusement, il n'écrivit jamais ce chapitre. Le Journal est une publication posthume et on ne peut certainement pas reprocher à son auteur de tenir parfois à des concepts qui sont aujourd'hui périmés ; cependant, Marie-Victorin n'était pas l'homme à s'ancre définitivement dans une opinion ou une théorie. Son Journal est le témoignage d'un esprit très ouvert, qui ignorait les préjugés et qui savait poser un regard constamment renouvelé sur une foule de problèmes. Ce journal est une source impressionnante de données et d'observations écologiques, floristiques et taxonomiques, et il devra être copieusement consulté par tous ceux qui auront à travailler dans la même région.

Marie-Victorin avait aussi un style d'une chaleur très personnelle. Il fait bon lire « l'étonnement » que procurent des « habitats remarquables » recelant une végétation « spectaculaire » (et c'est vrai !). Ce n'est plus uniquement le botaniste qui nous invite à le suivre dans ses pérégrinations, c'est aussi l'homme qui adorait toutes les facettes de

cet « avant-pays » où il travaillait. C'est dans cet esprit qu'il nous faut lire le journal de Marie-Victorin, en acceptant que certaines associations végétales puissent être « décevantes » ou « assez quelconque » et d'autres « surprenantes », que « des petites Graminées de misère » voisinent une « admirable Violette » et « d'élégants Lycopodes » (p. 47). Évidemment, une certaine réticence est parfois inévitable, quand on lit par exemple que « l'énigme du sphynx hiératique qui garde le secret des Égyptes disparues, est un livre grand ouvert, à côté du mystère absolu de la côte de granite » (p. 45), ou que les montagnais sont « de sombres et silencieux barbares » (p. 71). Il faut cependant s'incliner devant une phrase comme la suivante : « La puissante rivière [Natashquan] descend du nord sur de longs gradins de gneiss où remonte le saumon ; elle recueille, à droite et à gauche, rivières et ruisselets, exutoires de lacs sans nombre et sans noms » (p. 46). Et bien d'autres ! D'autre part, on pardonnera sans doute à Marie-Victorin d'avoir utilisé les termes « associations », *Caricetum*, *Salicetum*, etc., dans le sens général d'un assemblage de plantes plutôt que dans leur sens phytosociologique habituel.

On ne peut, cependant, pardonner à l'éditeur d'avoir oublié d'inclure une carte adéquate des îles de Mingan et d'Anticosti. La carte de la page 10 est minable ; de la liste des 22 îles qu'on trouve à la page 17, seulement la moitié sont indiquées, parfois de façon peu précise, et cinq seulement sont nommées. L'omission d'une carte adéquate est particulièrement grave dans un journal de terrain où l'on se réfère constamment à des points très localisés, que Marie-Victorin baptisait souvent au gré de son imagination. Omission grave surtout parce que Marie-Victorin a confondu les noms de plus d'une île. Par exemple, quand il écrit l'Île du Fantôme (Quin), il faut lire la Petite Ile à Firmin (Fright) et inversement. À la page 489 et ailleurs, l'île du Havre (Eskimo) est nommée Ile à Marteau et la Grande Ile à Marteau (Sea Cow) est nommée Grande Ile à la Vache Marine, etc. À la page 17, il écrit que « les îles ont des noms locaux qui sont sujets à des fluctuations fantaisistes ». C'est inexact ! les noms locaux utilisés durant l'été 1969 sont exactement les mêmes que ceux utilisés à la fin du siècle dernier par le gardien de phare Placide Vigneau, dont le journal (1857-1926) vient d'être publié sous le titre de « Un pied d'ancre ». Par contre, les toponymies officielles sont très variables, et ce sont elles qui ont pu induire Marie-Victorin en erreur. Du point de vue toponymique, la meilleure carte locale que je connaisse de la région est celle publiée dans le livre de Vigneau (*l. c.*) et, si l'on tient compte des confusions mentionnées ci-haut, il vaut mieux lire le Journal de Marie-Victorin avec cette carte en main.

D'après une note de l'éditeur (p. 9), Marie-Victorin avait complété la rédaction du Journal avant de mourir. Je me demande alors pourquoi ce Journal n'a pas été publié tel que Marie-Victorin l'avait écrit, en ajoutant au besoin des commentaires infra-paginaux signés. Il faut malheureusement regretter que des phrases et des paragraphes rédigés par le frère Rolland-Germain aient été intercalés dans le texte sans que ce soit clairement indiqué par exemple aux pages 56 et 194 où l'on réfère à des travaux publiés après la mort de Marie-Victorin. À la mémoire de ce grand botaniste, on devait au moins la publication non adultérée de son manuscrit.

La deuxième partie de l'ouvrage est une liste des plantes vasculaires de « l'Anticosti-Minganic », compilée d'après les récoltes de Marie-Victorin et de ses collègues. On y a aussi ajouté les mentions, tirées de la littérature, des récoltes faites par d'autres auteurs. Dans ce dernier cas, les spécimens n'ont pas été étudiés et plusieurs noms ainsi ajoutés à la liste seraient à rejeter après étude. Par exemple, les récoltes de Schmitt identifiées à *Liparis loeselii* et à *Prenanthes alba* ont été révisées par Camille Rousseau (comm. pers.) à *Malaxis unifolia* et à *Prenanthes altissima* respectivement, après examen des spécimens de Schmitt. Autre exemple : à la page 406, Rolland-Germain écrit qu'il faut écarter les

citations de Schmitt pour *Dryopteris Robertiana*, mais la place quand même dans la liste (p. 222). Donc, la liste est souvent peu critique. À vrai dire, cette compilation a un intérêt non parce qu'elle est une liste de plantes (une flore), mais parce qu'elle est une liste de récoltes. Son mérite est de nous présenter, sous une forme accessible, toutes les récoltes effectuées par Marie-Victorin et ses collègues dans la région en question ; tout travail futur dans cette région devient ainsi beaucoup plus facile.

La dernière partie de l'ouvrage est consacrée à la « florule allogène » et a été surtout rédigée par le frère Rolland-Germain. La florule dite « allogène » comprend toutes les entités qui posent des problèmes biogéographiques et taxonomiques spéciaux : espèces endémiques, reliques d'affinité cordillèreenne, etc. Ce chapitre débute par une brève discussion de *Botrychium minganense* (est-ce une espèce allogène ?) ; sa distribution actuelle est décrite, mais la carte (Fig. 19) à laquelle le lecteur est renvoyé est la copie exacte de celle publiée en 1927 par Marie-Victorin et l'on a négligé d'y indiquer les localités ajoutées depuis. Ailleurs, on commente des entités qui ne sont certainement pas des « allogènes » au sens de la définition : *Potamogeton vaginatus*, *Carex exilis*, *Sisyrinchium montanum* var. *crebum*, etc. À la page 441, la discussion de *Cypripedium passerinum* var. *minganense*, une entité vraiment allogène, est un réarrangement de phrases tirées de la publication où Marie-Victorin l'avait décrite en 1928. Ici et là, on répète des listes de récoltes qui ont déjà été présentées dans la liste des plantes vasculaires (p. 463, 473), ou l'on énumère des synonymies déjà publiées (p. 456). On ignore, par contre, des travaux récents et pertinents, par exemple ceux de Moore et Frankton sur les chardons affines du *Cirsium minganense* ; on oublie de mentionner que ces deux auteurs (*Can. J. Bot.* 45 : 1746, 1967) croient que *C. minganense* est conspécifique au *C. scariosum* des Rocheuses et qu'il fut introduit accidentellement sur les îles de Mingan au début du siècle. Que l'on accepte ou non les opinions avancées par Moore et Frankton, il aurait fallu au moins les discuter.

De telles omissions sont très fréquentes, mais ce sont les 20 pages consacrées au genre *Carex* qui sont les plus discutables. Par exemple, aux pages 418-420, le frère Rolland-Germain veut démontrer qu'une récolte de l'île à la Proie publiée par M. Raymond comme *Carex exilis* x *sterilis* n'est pas un hybride. Là comme ailleurs, il base son argumentation sur une comparaison du spécimen en litige à des descriptions publiées par des auteurs (Mackenzie, Fernald) qu'il semble considérer comme nécessairement infaillibles. Or, il aurait fallu juger de la nature hybride d'un spécimen donné par rapport à la variation locale des espèces parentales, et non en se référant à des flores qui décrivent les espèces de façon globale pour toute leur aire de distribution. Pour renforcer sa « preuve », Rolland-Germain déclare que l'un des parents de l'hybride le *C. sterilis*, n'a jamais été vu sur l'île à la Proie, tandis que Marie-Victorin le cite clairement pour cette localité à la page 86. Il prétend aussi que les deux espèces parentes ne croissent jamais ensemble mais Marie-Victorin les a vues (p. 114) et récoltées (p. 260) ensemble sur l'île St-Charles. Finalement, l'entité en cause (*Carex sterilis*) n'est même pas une allogène et n'a donc pas sa place dans le chapitre. Les autres discussions sur les *Carex* « allogènes » sont à peu près dans la même veine. Des opinions aussi mal défendues ne méritaient pas d'être publiées.

Heureusement, le Journal de Marie-Victorin parle de lui-même. Mais il aurait été préférable qu'un éditeur compétent présente ce Journal dans sa perspective historique et y ajoute des commentaires essentiels et la bibliographie moderne pertinente. C'était là une occasion idéale de faire le point sur les connaissances que Marie-Victorin nous a apportées de la flore de l'est du Québec. Je ne vois pas l'intérêt d'avoir voulu publier en 1969 tout l'ouvrage que Marie-Victorin avait projeté en 1944 et que sa mort laissait

inachevé. Il était très important que le Journal soit publié, parce qu'il a une grande importance historique et scientifique et parce que Marie-Victorin avait achevé de le rédiger. Mais pourquoi avoir tenté de le mettre à jour ? Une liste des récoltes de Marie-Victorin et de ses collègues méritait aussi qu'on la publie. Quant au chapitre sur la « florule allogène », Marie-Victorin n'eut pas le temps de le rédiger : pourquoi l'avoir fait écrire par un autre ? L'ouvrage que vient de publier les Presses de l'Université de Montréal sera utile, mais la qualité de l'édition est inférieure à la qualité de l'impression et de la reliure.

Pierre MORISSET

CULBERSON, C. F., 1969. **Chemical and Botanical Guide to Lichen Products**. University of North Carolina Press. 628 p., illus. U.S. \$12.50.

This is a remarkable book. Dr. Culberson who is already well known as a natural products chemist has proved herself to be a very careful scholar as well as an astute organizer of a very ungainly amount of literature.

The subject of the book, the chemical products of lichens, is a difficult one to handle. The literature spans almost a hundred years and a dozen languages. In addition to the simple problem of recording physical data and structures, an author is faced with the responsibility of sorting out a very sophisticated taxonomy, and of extracting obscure and sometimes conflicting reports from a literature that is poorly abstracted and often chaotic. All of these, Dr. Culberson has done extremely well.

The book is divided into two principal parts. The first of these is an examination of the lichen constituents as chemical compounds produced by plants. In this, the following topics are considered : the biogenesis of lichen acids, a list of chemical synonyms, lists of compounds of unknown structure, and an exhaustive list of the compounds isolated from lichens giving structural formulae, some physical data, and annotated references. The second part of the book gives a list of genera and their usual contents followed by a list of about 2000 species with selected indications of their major soluble contents. This chapter alone is followed by 45 pages of references.

The book should have a wide appeal. It will be useful to natural products chemists as a very lucid review of an area not well known and never so adequately explored. The book will also serve as a directory for finding sources of materials for study, or reagents and reference compounds.

Botanists will have mixed experiences with this work. Possibly there will be criticism of the taxonomic organizations used, as there would be with any treatise of this size. Many botanists will attempt to use the botanical guide and discover that their results do not conform with those of previous investigators. Others will try thin layer or paper chromatograms of lichens and discover a plethora of inexplicable spots where there should be only one or two. Finally, new chemical strains will show up that do not correspond to other specimens of the same species. It should be emphasized that the listings of chemical contents of lichens have often been determined by microchemical tests that even in the hands of very experienced investigators do not always succeed in detecting all of the components or even most of them. In the case of « macro-extractions » minor components are usually missed. Before this book can be used as an index of chemical constituents an investigator should be well acquainted with the chemical methods used in lichen chemistry and should have some experience in organic analysis. If, however, the botanical guide is used as a *guide* and listing of what others have found rather than a precise compendium it will be a gold mine of information.

My only criticism of the book is that it does not include a summary of chemical methods. While it may be argued that the information is available in the literature it would be very informative to give the neophyte some insight into how one goes about extracting and purifying lichen substances and some of the pitfalls that may occur.

Physically, the book is very handsome. The printing and proofreading are well done, and the cost is moderate. The chemical structures are in a different format from previous books and while I find this personally inconvenient, others may not.

I recommend the book to anyone interested in natural products chemistry, lichens, or chemical taxonomy.

Cecil Fox

LOISEAU, J. E., 1969. **La phyllotaxie**. Collection de *Monographies de botanique et de biologie végétale*. Masson, Paris, 224 p., 158 fig. 16 x 24 cm. Broché, 70 FF.

La phyllotaxie est cet aspect de l'organographie végétale qui s'occupe de l'étude du développement de la silhouette des plantes vasculaires, à partir de l'activité méristématique organogène des points végétatifs.

Les premiers concepts sur ce sujet furent élaborés vers 1830, par deux auteurs allemands, K. Schimper, créateur du terme « phyllotaxis », et A. Braun, qui préconisèrent la théorie de la spirale génératrice unique pour expliquer les insertions foliaires en des points particuliers des tiges et leur disposition en une ordonnance géométrique quasi parfaite. Caractérisée par un angle particulier de divergence, chaque phyllotaxie dérivée de la spirale fondamentale était exprimée par une fraction rationnelle de la circonférence. Les fractions les plus fréquemment observées dans la nature appartiennent à une série dite principale : $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$... dont numérateurs et dénominateurs constituent, chacun, la somme des deux précédents et sont des termes de la série de Fibonacci. Pour intégrer les dispositions verticillées à ce système, il fallait faire intervenir des variations métatopiques et une modification de divergence au passage d'un verticille au suivant. Ces conceptions devaient conduire à la recherche d'une cause explicative et on a tôt fait d'imaginer une influence inductrice qui se déplacerait dans le sommet végétatif et provoquerait l'initiation périodique et régulière des feuilles. Ces critères descriptifs et leurs formulations mathématiques ne pouvaient rendre compte que des phyllotaxies à dispositions régulières et laissaient de côté les dispositions irrégulières « passant insensiblement aux anomalies » que la nature reproduit fréquemment de façon sporadique ou répétée. Ce mélange de connaissances exactes et de création de l'imagination s'est imposé pendant plus de cent ans, avec séquelles marquant encore certaines conceptions actuelles, jusqu'à l'avènement de la théorie des hélices multiples et des centres générateurs foliaires de L. Plantefol, qui fut proposée dans un mémoire intitulé : *Fondements d'une théorie phyllotaxique nouvelle* (1945-47).

Les conceptions de Plantefol devaient susciter de très nombreux travaux et elles ont pu être appliquées à toute la gamme des phyllotaxies régulières et irrégulières, et même aux anomalies, tant chez les divers groupes de Ptéridophytes que chez les Spermaphytes. De plus, la théorie a été soumise au contrôle expérimental qui a confirmé la notion de centres générateurs foliaires. Les idées de Plantefol devaient également conduire à une importante progression de nos connaissances sur la structure, le fonctionnement et l'évolution des méristèmes primaires des points végétatifs. Le remaniement des concepts relatifs à la structure et à l'activité des méristèmes terminaux a toutefois fait l'objet de

nombreuses controverses et Loiseau fait le point sur le sujet en ces termes : « Les idées émises par Plantefol et les travaux qui en sont issues ont soulevé de vives controverses portant essentiellement sur le rôle de la zone apicale-axiale (problème de l'existence de cellules initiales apicales). — Les chercheurs de langue anglaise reconnaissent l'existence d'une région latérale caractérisée par sa forte activité mais attribuent à la zone apicale-axiale un rôle déterminant alors que, pour les auteurs de langue française, ce rôle ne saurait être que subordonné. — Actuellement les points de vue se sont quelque peu rapprochés (Nougarède, Gifford et Roudet 1965 ; Nougarède 1965) et l'accord semble même pratiquement réalisé entre l'École française et celle que dirige, en Amérique, le professeur Gifford » (Chapitre III, p. 88).

La phyllotaxie du professeur Loiseau arrive en temps opportun. — L'auteur se propose, en introduction, de présenter un panorama général des connaissances acquises sur la phyllotaxie et de préciser les développements récents et l'orientation actuelle des recherches de l'École française de Morphologie végétale. L'ouvrage est réparti en sept chapitres dont chacun est appuyé d'une riche bibliographie pertinente, et est abondamment illustré, incluant un grand nombre de travaux originaux de l'auteur.

Les quatre premiers chapitres sont consacrés à la morphologie descriptive et à un examen critique et progressif des théories phyllotaxiques. La théorie de Plantefol est retenue comme étant « la seule qui permette de parvenir à une conception véritablement unitaire de la phyllotaxie » ; elle devient alors le pivot autour duquel tourne cette monographie. Partant de la morphologie descriptive, l'auteur nous conduit, à travers l'analyse histocytologique puis l'analyse expérimentale de l'activité méristématique organogène, à aborder des problèmes morphogénétiques fondamentaux. Les trois derniers chapitres s'attachent donc aux recherches expérimentales, soit : l'expérimentation chirurgicale au niveau des apex (suppression de centres générateurs, isolement d'hélices foliaires, multiplication expérimentale des hélices), l'action des facteurs externes sur la phyllotaxie (apports trophiques, lumière, température : vernalisation et thermopériodisme), l'action des chocs thermiques sur le fonctionnement des points végétatifs, l'effet des substances chimiques et des radiations ionisantes sur l'activité organogène de l'apex végétatif. En conclusion, l'auteur fait une synthèse des mécanismes morphogénétiques reconnus et fait ressortir l'ampleur des tâches qui restent à accomplir dans diverses voies de recherches, en particulier dans le domaine de l'expérimentation génétique.

Ce livre qui reflète la haute qualité scientifique de l'auteur fait place aux plus récents travaux d'importance sur les sujets traités. Il est étayé d'un matériel biologique judicieusement choisi et ouvre de nouveaux horizons sur la recherche en biologie végétale.

J. Fernand PAUZÉ

KÜHNELT, W., 1969. *Écologie générale*. Traduit de l'allemand par L. Ph. Knoeppfle. Masson, Paris. 359 p., 9 tab., 141 fig. 16 x 24 cm. Relié, cartonné, 65 FF.

Ceux qui s'adonnent à l'enseignement de l'écologie, surtout l'écologie animale, en France aussi bien qu'au Québec, espèrent toujours voir apparaître sur le marché un traité moderne d'écologie en langue française. Il devient embarrassant de ne suggérer aux étudiants que des manuels américains ou anglais. Il est à craindre cependant que cette nouvelle publication de Kühnelt ne réponde pas adéquatement à l'attente générale des écologistes.

Cet ouvrage fait partie de la série des *Précis de Sciences Biologiques* publiée sous la direction de P.P. Grassé et un sous-titre souligne qu'il concerne particulièrement le règne animal. En fait, il ne contient aucune notion d'écologie végétale, sauf dans les cas où l'auteur ne peut éviter de parler des communautés végétales en relation avec les animaux. Le Précis est divisé en deux grandes parties. Dans la première partie intitulée « Rapports écologiques : facteurs permettant leur compréhension », l'auteur traite d'abord de la distribution des organismes dans l'espace en fonction des effets restrictifs et stimulants des facteurs physiques du milieu, puis de la distribution des organismes dans le temps et des adaptations surtout morphologiques des organismes aux divers milieux. Il classe ensuite les animaux en types ou formes biologiques par rapport aux milieux. Dans la deuxième partie, l'auteur étudie les relations entre les organismes, d'abord d'une même espèce (Chap. IV), puis entre deux espèces (chap. V) et entre plusieurs espèces (Chap. VI), ce qui lui permet enfin de décrire les communautés biologiques (Chap. VII) et de définir l'écosystème (à la page 268). Dans le dernier chapitre, on lit une analyse assez superficielle sur l'influence de l'homme dans la transformation des écosystèmes sous l'effet de l'agriculture, de la foresterie, de l'industrialisation et de l'urbanisation. Cette toute dernière discussion est intéressante parce que l'auteur y décrit les communautés animales de Vienne depuis la périphérie jusqu'au centre de la ville, en passant par les parcs, les caves à vin, les greniers, les entrepôts.

Ce qui m'a frappé, c'est le déséquilibre dans l'importance relative accordée à chacune des parties de l'écologie animale. La discussion consacrée à l'influence des facteurs physiques accapare près de la moitié du livre (155 pages). La section intitulée « Dynamique des populations » est escamotée en 10 pages, (sans même mentionner la courbe exponentielle classique de croissance d'une population) ; une autre section sur la concurrence entre les individus dans une population n'accapare que 4 pages mais 14 pages sont consacrées à la symbiose. Ce déséquilibre découle sans doute de l'intérêt personnel de l'auteur pour certains aspects de l'écologie, mais il n'est pas acceptable dans un traité d'écologie générale. Si l'on considère que l'écologie animale moderne attache surtout de l'importance aux facteurs biotiques, à la compétition, à l'étude des phénomènes énergétiques, à l'étude des populations, on pourrait qualifier ce traité d'Écologie animale « Modèle T ». D'ailleurs un calcul rapide a révélé que 50% des références bibliographiques dans le texte datent avant 1940, et moins de 2% après 1960. Pour un livre publié en 1969, ce n'est pas très édifiant.

Ce qui est encore plus irritant c'est qu'on ne trouve aucune liste bibliographique correspondant aux références données dans le texte. Cette lacune rend le traité difficilement utilisable pour l'enseignement. L'auteur n'est cependant pas à critiquer dans ce domaine car l'éditeur affirme candidement à la fin du volume : « L'édition originale de ce précis contient une bibliographie de plus de 1300 titres. Il n'a pas été possible de la reproduire dans la présente édition ». Qu'un éditeur important comme Masson puisse en 1969 admettre une telle ineptie est inconcevable, mais ce n'est pas la première fois qu'il accomplit ce tour de force.

L'absence d'un traité d'écologie animale dans la littérature scientifique française constitue sûrement une grave lacune. Si les auteurs francophones ne semblent pas vouloir ou pouvoir combler cette lacune, il est normal de compenser par la traduction d'un auteur étranger. Dans ces conditions, nous croyons qu'il aurait été logique de traduire un excellent traité d'écologie moderne comme il en existe plusieurs en langue anglaise plutôt que celui-ci. Il semble que nous aurons encore à attendre le manuel d'écologie en français qui remplacera nos manuels américains.

ROISIN, J., 1969. **Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe**. Série *Mémoires des Presses Agronomiques de Gembloux*, no 7. Duculot, Gembloux. 262 p., 15 tab., 39 fig. 17 x 24 cm. Broché, 400 FB.

Il s'agit d'un travail largement bibliographique et purement descriptif qui aboutit à la proposition de subdiviser le Domaine atlantique européen en trois sous-domaines : 1. le sous-domaine eu-atlantique ou méridional, 2. le sous-domaine médio-atlantique et 3. le sous-domaine boréo-atlantique. Cette proposition apparaît dès la p. 57 du texte. Elle est fondée sur une approche climatique malgré que l'auteur critique fortement, quelques pages auparavant (pp. 14 et 15), cette façon de procéder. De plus, il annonce bien pouvoir confirmer cette subdivision, au chapitre suivant, par la dispersion des différentes espèces végétales, mais cette confirmation reste assez peu évidente au lecteur.

Le texte est quasi exempt de données quantitatives. Pour ne citer qu'un cas, le paragraphe consacré à l'autoécologie de l'*Endymion nutans*, pourtant l'un des plus importants (pp. 170-174), comporte en tout et pour tout deux valeurs de pH ! A côté de cela, des descriptions élaborées des classifications simples et des cartes et tableaux contenus dans le texte dont la majorité, de l'avis de l'auteur lui-même (p. 28), "se passent de commentaires" abondent tout au long des pages. Les classifications plus complexes, par contre, comme celle de Thornthwaite, sont laissées de côté sur la foi d'une simple citation de Bagnouls et Gaussen, selon lesquels cette classification "excellente pour l'Amérique du Nord" conduirait en Europe à des résultats très décevants.

C'est finalement le chapitre V, portant sur les hêtraies atlantiques, qui reçoit le meilleur traitement bien que là, comme ailleurs, les critères écologiques, qui pourtant sont élevés par l'auteur au deuxième rang parmi les critères présidant à la définition d'un territoire géobotanique, sont traités plutôt en parent pauvre. La bibliographie, elle, est très abondante, mais le volume ne contient ni liste des tableaux, ni liste des figures, ni liste des espèces avec leur nom d'auteur, ni index des matières, ce qui rend sa consultation assez difficile. Sa facture, par contre, est très soignée.

Miroslav M. GRANDTNER

WILKINS, M. B., ed., 1969. **Physiology of Plant Growth and Development**. McGraw-Hill, London. XXI + 695 p., 34 tab., 150 fig. 16 x 23 cm. Clothbound, \$19.50.

This much-needed summary of present knowledge of plant growth and development neatly fills the gap between general physiology texts and the overwhelming volume of research literature. The eighteen contributing authors present concise and coherent treatments of the nature, transport and effects of hormones and of their roles in growth correlation, of nastic movements and circadian rhythms, of germination and dormancy and of phytochrome, photoperiodism and photomorphogenesis. The impact and value of the book are considerably enhanced by chapters on the related subjects of water and ionic relations, photosynthesis and translocation. A more specific consideration of temperature effects would have been welcome in spite of any resulting double coverage of material. Each chapter has a separate bibliography including a suggested list of titles for further reading.

Written for those who have a general knowledge of physiology but whose major interest is other than growth and development, this book admirably fulfills the editor's stated intention of providing a text for advanced students and a reference work for non-specialists.

Carl H. WINGET

LETTRES

À la suite de la publication, par l'un de nos collaborateurs, dans le numéro 5 du volume 96 de notre Revue, de l'analyse du livre de R. CHAUVIN : *Psychophysiologie. II. Le comportement animal*, nous avons reçu la lettre suivante.

N.R.

Messieurs,

On me communique l'analyse parue dans votre Revue, au sujet de mon précis de Psychophysiologie. Elle m'inspire les réflexions suivantes ; j'espère que vous voudrez bien les publier.

Liquidons d'abord un premier point : la Collection des Précis de Biologie, éditée par Masson, ne comporte pas de bibliographie ; on peut facilement s'en assurer dans les autres volumes de la Collection. Cela a irrité particulièrement M. Bédard mais je ne puis en être tenu pour responsable. Je dispose naturellement de cette bibliographie non publiée, et je me ferai un plaisir de la communiquer à qui me la demandera.

D'autre part, notons que ces volumes, *qui ne sont pas des traités*, s'adressent uniquement aux étudiants. On ne peut donc leur reprocher d'être bref sur certains chapitres, qui mériteraient comme M. Bédard le souligne très justement, plus de développement. Je suis à ce propos ahuri des quelques roses qu'il veut bien m'offrir à propos des sections sur les Arthropodes et les Insectes (mais ce sont de fort maigres roses qui cachent plus d'un serpent !) Je ne m'attendais pas à ces éloges : car à cause du peu de place dont je disposais, je suis *scandaleusement* court sur les Insectes et je m'attendais là dessus, de la part des collègues, à une volée de bois vert . . . Et voilà des compliments ; c'est peut-être que M. Bédard n'est pas spécialiste des Arthropodes et qu'il se satisfait de peu.

Passons au plan général. Il s'y manifeste des intentions très précises, dont je ne fais pas mystère dans la préface ; c'est cette partie du livre que je voudrais surtout qu'on lise, puisque *j'y annonce ce que je veux faire*. Il est parfaitement exact que j'ai donné peu de place aux théories dans mon livre, et que cela lui confère un aspect anecdotique. Je m'en explique dans la préface encore une fois. Les théories modernes du comportement, je les trouve logomachiques et dépassées. Elles n'expliquent plus rien sauf sur le papier. Je veux donc *de façon parfaitement délibérée* plonger l'étudiant dans un bain froid, celui des faits. Il faut y revenir, de temps en temps. M. Bédard a-t-il remarqué que je choisis de préférence les faits gênants ? Eh ! c'est dans le but de nuire aux théories ! Parfaitement, j'ai consacré autant d'importance aux « oiseaux jardiniers » qu'à l'inné et l'acquis ; ce n'est point du tout par inadvertance, c'est par méchanceté. Parce que je suis saturé et je ne suis pas pas le seul, de ces controverses sur l'inné et l'acquis, qui ne mènent nulle part et s'enlisent dans les questions personnelles et les querelles d'école. Parce que je crois plus profitable alors de se replonger dans la contemplation de la nature, parce que les « Oiseaux jardiniers » sont un fait énorme (l'apparition quasi certaine de ce qui pourrait bien être le sentiment esthétique chez un animal, ce n'est pas rien).

Parce que j'attache une importance toute spéciale aux phénomènes supérieurs du comportement, tels que ceux-ci. Pourquoi ? Ma foi, je m'en explique à loisir dans ma préface, et je ne puis la récrire ici . . .

Quant à la manière dont il convenait de disposer le plan s'il convenait par exemple d'intégrer les mécanismes de navigation dans un seul chapitre au lieu d'en parler trois ou quatre fois, je ne puis discuter là dessus. Il y a dix façons, cent façons de concevoir un livre aussi court que celui-ci. Que M. Bédard sache seulement que je ne l'ai écrit qu'après l'avoir débité sous forme de cours aux étudiants de Strasbourg et de Paris pendant huit ans. J'en ai modifié le plan cinq ou six fois. Et sous la forme définitive, qui est celle du « précis », cela n'avait pas l'air de « passer » trop mal. Mais on pourrait épiloguer à l'infini là dessus . . .

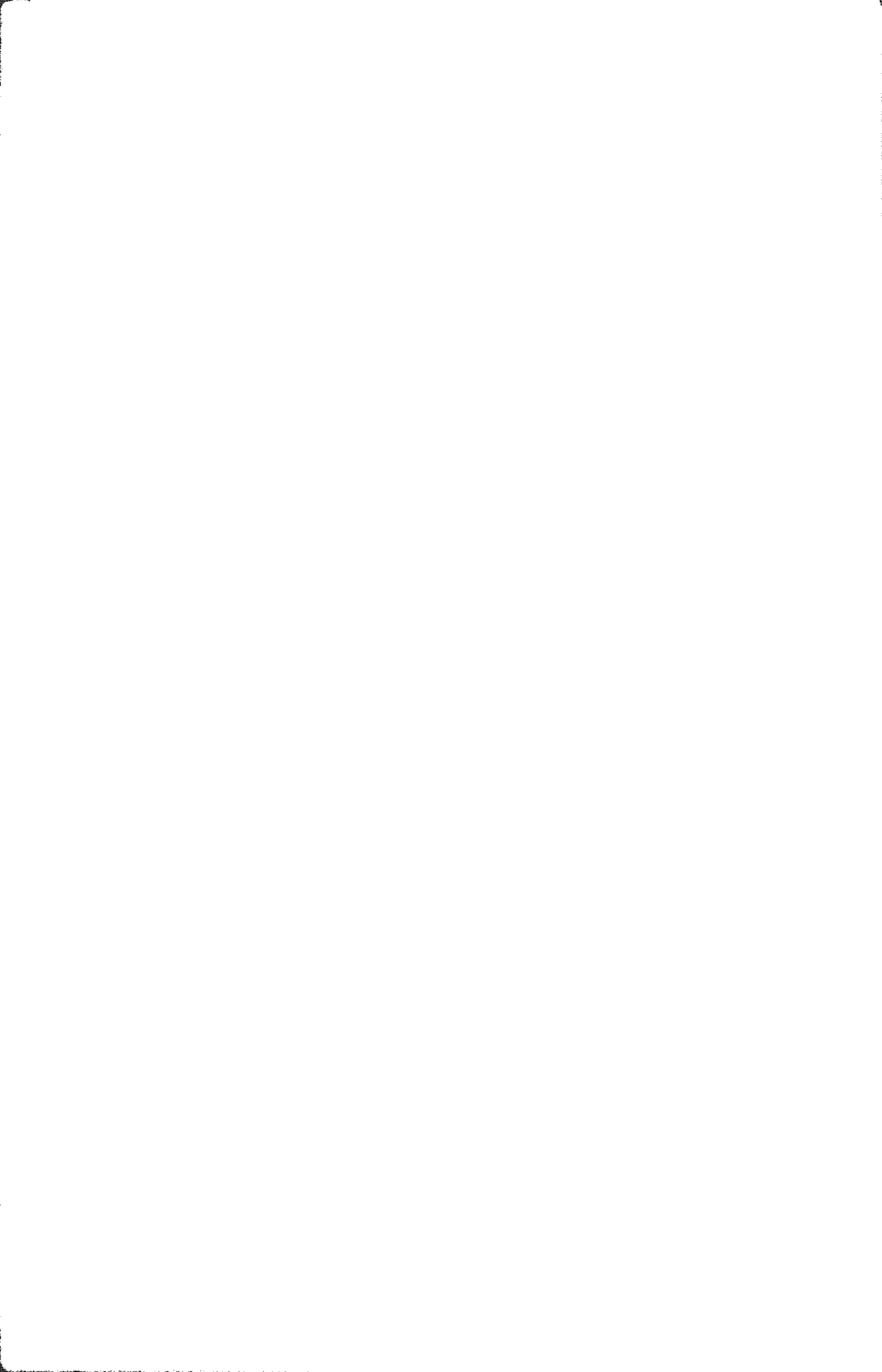
Un mot encore : M. Bédard me reproche de n'analyser à fond aucun phénomène, par exemple celui des types d'organisation sociale. Me voilà derechef ahuri : mais voyons, tous les spécialistes du comportement qui me connaissent savent bien que ma spécialité, c'est justement la sociologie animale ??? J'en parle fort abondamment, trop peut-être, dans mon livre. Qu'est-ce que M. Bédard veut donc ? Que je déforme les faits pour y insérer cette « rigueur » qui lui plaît si fort, alors que, je le lui garantis, elle n'existe pas ?

Quant aux coquilles et erreurs de détail, il y en a de trop réelles et je remercie mon sourcilleux Aristarque Canadien de m'en réprimander.

Un mot encore sur l'excellent livre sur le comportement de Marler et Hamilton ; je le connaissais bien entendu. Mais je n'ai point voulu le copier et sur ce point, M. Bédard me concèdera peut-être que j'ai réussi.

Veuillez accepter, Messieurs, mes salutations distinguées.

Rémy CHAUVIN





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



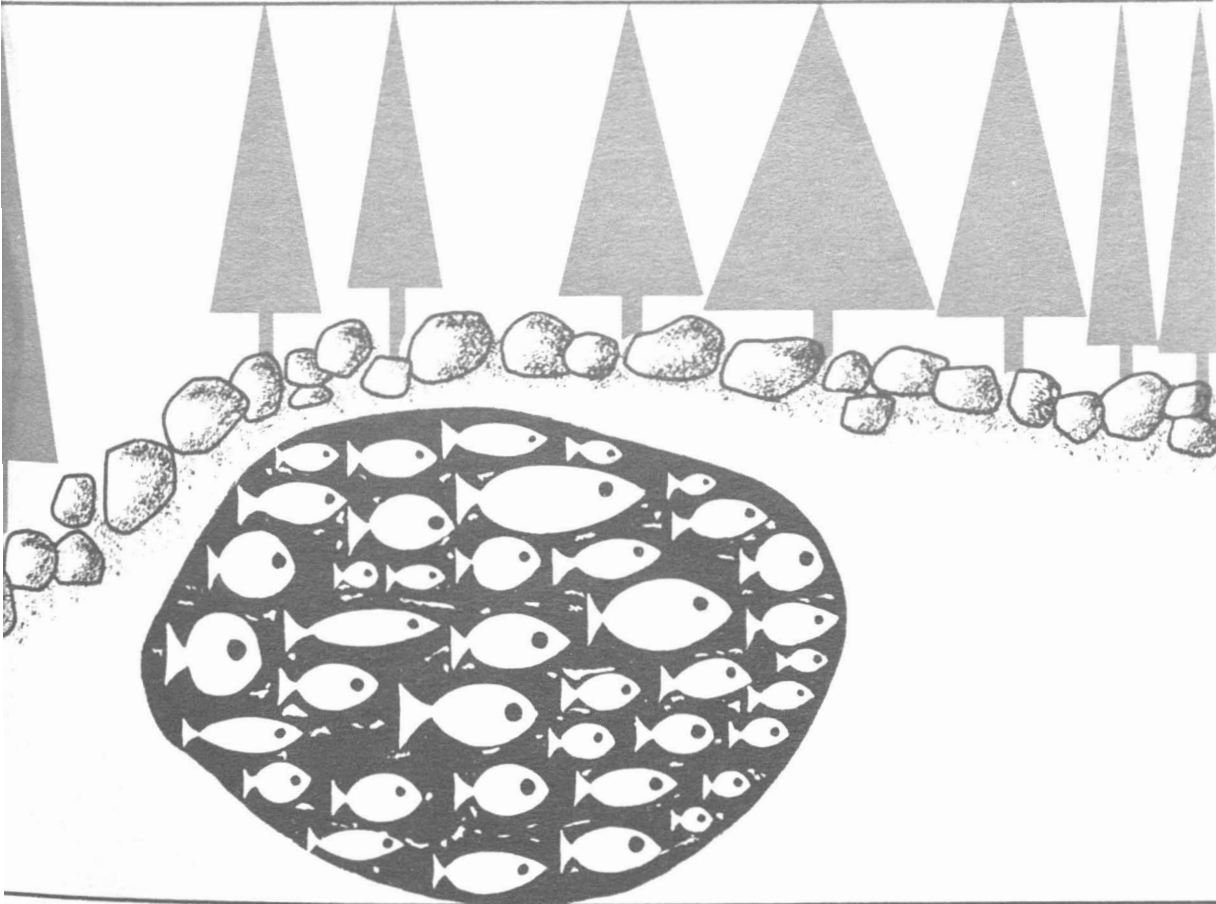
Sommaire

Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. III. Angiospermes (Salicacées, Myricacées, Juglandacées, Corylacées, Fagacées, Ulmacées)	PIERRE RICHARD	97
Les Mycorrhizes de <i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP.: Aspects morphologiques, anatomiques et systématiques	J. ANDRÉ FORTIN et CLAUDE RICHARD	163
Une nouvelle scrofulariacée pour le Québec	CAMILLE ROUSSEAU, SERGE PAYETTE et ANDRÉ ASSELIN	175
Lac Bédard, forêt Montmorency, Québec. I. Facteurs géomorphométriques, physiques et chimiques (1967-1968)	JEAN-GUY BERNARD et ROBERT LAGUEUX	181
Wildlife in an urban area	A. I. DAGG	201
The nature of conodonts	YVON GLOBENSKY	213
REVUE DES LIVRES		229

Volume 97,
n° 3,
mai - juin 1970

PROPRIÉTÉ DE LA 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, *Université Laval*

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, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 6.00

— à l'étranger : \$ 7.00

— le numéro : \$ 1.50

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le **NATURALISTE CANADIEN** accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agronomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

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

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétaire de la rédaction**, LE **NATURALISTE CANADIEN**, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE **NATURALISTE CANADIEN** est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 97

Mai-Juin

No 3

ATLAS POLLINIQUE DES ARBRES ET DE QUELQUES ARBUSTES INDIGÈNES DU QUÉBEC

IV. Angiospermes (Rosacées, Anacardiées, Acéracées, Rhamnacées, Tiliacées, Cornacées, Oléacées, Caprifoliacées)

PIERRE RICHARD

*Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec et
Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S., Université de
Montpellier, France*

Résumé

Cette série termine l'Atlas pollinique des arbres indigènes du Québec. Les grains de pollen de nombreux arbustes sont également décrits et illustrés. Une clé d'identification spécifique est proposée pour les genres *Acer*, *Fraxinus*, *Lonicera*, *Prunus* et *Viburnum*.

Abstract

This is the last part of the pollen atlas from Québec native trees. In addition, pollen grains from many shrubs are illustrated and described. A key for specific identification of the genera *Acer*, *Fraxinus*, *Lonicera*, *Prunus* and *Viburnum* is presented.

Introduction

Tous les renseignements concernant le matériel et les méthodes d'étude figurent dans l'Introduction générale (Richard, 1970) et des remarques supplémentaires pourront être trouvées dans l'introduction de la troisième partie (Naturaliste can., 97: 97-161).

Liste alphabétique des espèces traitées

NOM LATIN	NOM FRANÇAIS	PLANCHE No
<i>Acer negundo</i>	Érable à Giguère	53
<i>Acer nigrum</i>	Érable noir	50
<i>Acer pensylvanicum</i>	Bois barré	48
<i>Acer rubrum</i>	Érable rouge	51
<i>Acer saccharinum</i>	Érable argenté	52
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	49
<i>Acer spicatum</i>	Érable à épis	47

Travaux effectués dans le cadre de l'Équipe de recherche n° 25 : Laboratoire de Palynologie du C.N.R.S., Montpellier, France.

Naturaliste can., 97, 241-306, (1970).

NOM LATIN	NOM FRANÇAIS	PLANCHE N°
<i>Cornus alternifolia</i>	Cornouiller à feuilles alternes	58
<i>Cornus rugosa</i>	Cornouiller rugueux	57
<i>Cornus stolonifera</i>	Cornouiller stolonifère	56
<i>Diervilla lonicera</i>	Diéreville chèvrefeuille	62
<i>Fraxinus americana</i>	Frêne d'Amérique	59
<i>Fraxinus nigra</i>	Frêne noir	61
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Frêne de Pennsylvanie	60
<i>Lonicera canadensis</i>	Chèvrefeuille du Canada	64
<i>Lonicera dioica</i>	Chèvrefeuille dioïque	66
<i>Lonicera involucrata</i>	Chèvrefeuille involucre	65
<i>Lonicera villosa</i>	Chèvrefeuille velu	63
<i>Prunus pennsylvanica</i>	Cerisier de Pennsylvanie	43
<i>Prunus serotina</i>	Cerisier tardif	44
<i>Prunus virginiana</i>	Cerisier à grappes	45
<i>Rhamnus alnifolia</i>	Nerprun à feuilles d'aulne	54
<i>Rhus typhina</i>	Sumac vinaigrier	46
<i>Sambucus pubens</i>	Sureau rouge	72
<i>Tilia americana</i>	Tilleul d'Amérique	55
<i>Viburnum alnifolium</i>	Bois d'orignal	67
<i>Viburnum cassinoides</i>	Alisier, Bourdaine	68
<i>Viburnum edule</i>	Viorne comestible	70
<i>Viburnum lentago</i>	Viorne lentago	69
<i>Viburnum trilobum</i>	Pimbina	71

CLÉS D'IDENTIFICATION SPÉCIFIQUE

Les clés sont toujours présentées comme des instruments de travail perfectibles. Elles portent sur le matériel examiné qui peut, étant donné le nombre restreint d'échantillons prélevés, ne pas représenter toutes les variations au sein du genre.

Clé d'identification spécifique du genre *Acer*

1 Grain tricolporé	<i>A. spicatum</i>	pl. 47
1 Grain tricolpé	2	
2 Exine nettement striée en surface	3	
2 Exine nettement réticulée en surface	4	
2 Exine montrant en surface un aspect de labyrinthe	5	
3 Stries assez parallèles ou en empreintes digitales (pas d'anastomoses donnant un aspect réticulé en coupe médiane), axe polaire environ 50 μ	<i>A. rubrum</i>	pl. 51
3 Stries en empreintes digitales, anastomosées (aspect réticulé en coupe médiane), axe polaire environ 35 μ	<i>A. pennsylvanicum</i>	pl. 48
4 Réseau simplibaculé, mailles alignées aux pôles ..	<i>A. saccharum</i>	pl. 49
4 Réseau duplibaculé, mailles non-alignées aux pôles	<i>A. nigrum</i>	pl. 50
5 Aspect de labyrinthe grossier, lâche ; axe polaire 40 μ environ	<i>A. saccharinum</i>	pl. 52
5 Aspect de labyrinthe fin, serré ; axe polaire 36 μ environ	<i>A. negundo</i>	pl. 53

Clé d'identification spécifique du genre *Fraxinus*

1 Grain généralement 3-colpé, mailles du réseau à contour irrégulier	<i>F. nigra</i>	pl. 61
1 Grain généralement 4-colpé, mailles du réseau à contour régulier	2*	
2 Mailles du réseau petites, exine épaisse	<i>F. americana</i>	pl. 59
2 Mailles du réseau un peu plus grandes, exine un peu plus mince	<i>F. pensylvanica</i>	pl. 60

Clé d'identification spécifique du genre *Prunus*

1 Grain d'aspect rugulé en surface	<i>P. virginiana</i>	pl. 45
1 Grain strié en surface	2	
2 Stries longues, ondulantes, peu anastomosées (axe polaire environ 36 μ)	<i>P. pennsylvanica</i>	pl. 43
2 Stries plus courtes, très anastomosées (axe polaire environ 28 μ)	<i>P. serotina</i>	pl. 44

Clé d'identification spécifique du genre *Lonicera*

1 Exine épaisse (2 μ et plus), très structurée sous le tectum, bacules nets en coupe et en L-0 analyse	2	
1 Exine mince (1 μ), peu structurée sous le tectum, bacules non-observables ni en L-0 analyse, ni en coupe	3	
2 Épines triangulaires (triangle équilatéral), bien visibles; L-0 analyse livrant un aspect vermiculé; diamètre équatorial environ 66 μ	<i>L. dioica</i>	pl. 66
2 Épines linéaires, courtes; L-0 analyse livrant un aspect ponctué; diamètre équatorial environ 55 μ	<i>L. involucrata</i>	pl. 65
3 Sillon fusiforme, à bouts pointus, nets	<i>L. villosa</i>	pl. 63
3 Sillon elliptique, à bouts arrondis, flous	<i>L. canadensis</i>	pl. 64

Clé d'identification spécifique du genre *Viburnum*

1 Exine réticulée; bacules soudés en un réseau continu en surface	2	
1 Exine «baculée»; bacules en forme de pilas disposés en réseau; pas de soudure des pilas en surface	4	
2 Mailles du réseau grandes (1-2 μ); axe polaire environ 24 μ	<i>V. edule</i>	pl. 70
2 Mailles du réseau petites (0,5 - 1 μ)	3	
3 Axe polaire environ 28 μ ; mailles du réseau à contour irrégulier, lâches	<i>V. alnifolium</i>	pl. 67
3 Axe polaire environ 23 μ ; mailles du réseau à contour assez régulier, serrées	<i>V. trilobum</i>	pl. 71
4 Pilas disposés en réseau régulier; exine d'épaisseur 3-4 μ	<i>V. lentago</i>	pl. 69
4 Pilas disposés en réseau irrégulier, exine d'épaisseur 2-3 μ	<i>V. cassinoïdes</i>	pl. 68

* La distinction entre *F. americana* et *F. pensylvanica* nécessite l'observation simultanée des grains au microscope de comparaison.

PLANCHE 43

Prunus pensylvanica L. f.*(Rosaceae)*

Récolté à la Cité universitaire Laval, Québec, par M. Bélanger en 1962, dans un peuplement naturel.
Préparation Bélanger n° 33a.

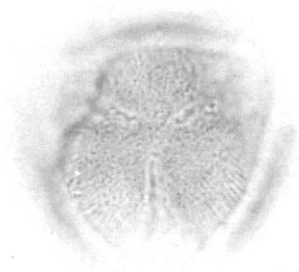
SYMÉTRIE ET FORME : Pollens isopolaires, 3-colporés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à subtriangulaires en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $36,3 \mu \pm 2,9$ (N = 16), E = $25,5 \mu \pm 2,6$ (N = 16).

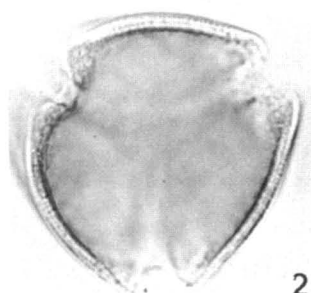
APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 6-7 \mu$), à bords nets, le plus souvent saillants à l'équateur formant un bec plus ou moins distinct ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire à contour peu distinct, de diamètre 4μ environ.

EXINE : tectée ; tectum épais, finement strié, les stries étant orientées à peu près selon l'axe polaire, légèrement ondulantes. *Ectexine* légèrement infléchié vers l'extérieur aux apertures, à l'équateur, formant un bec ; bacules petits, orientés comme les stries, légèrement plus longs aux pôles. *Endexine* distincte de l'*ectexine*. Épaisseur totale $1,8 \mu$: endexine $0,8 \mu$, ectexine $1,0 \mu$.

Figures (x 1000) : 1, 2 : vues polaires ; 1, exine, pied des bacules et stries sur le pourtour, triangle polaire ; 2, coupe optique équatoriale ; 3 à 8 : vues méridiennes ; 3, 4, 5 : L-O analyse d'un grain en vue de profil ; 3, stries supratractales ; 4, sommet des bacules ; 5, pied des bacules ; 6, forme du mésocolpium ; 7, coupe optique de profil à travers un sillon ; 8, coupe optique méridienne normale ; contour d'un sillon de face.



1



2



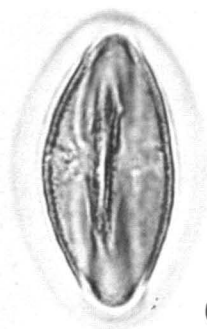
3



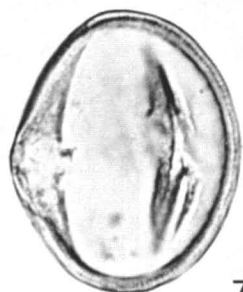
4



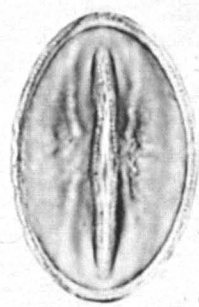
5



6



7



8

Prunus pennsylvanica L. f.

PLANCHE 44

Prunus serotina Ehrh.*(Rosaceae)*

Récolté à Fort Coulonge, Québec, par M. Grandtner en 1960 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).

Préparation Bélanger n° 57 a.

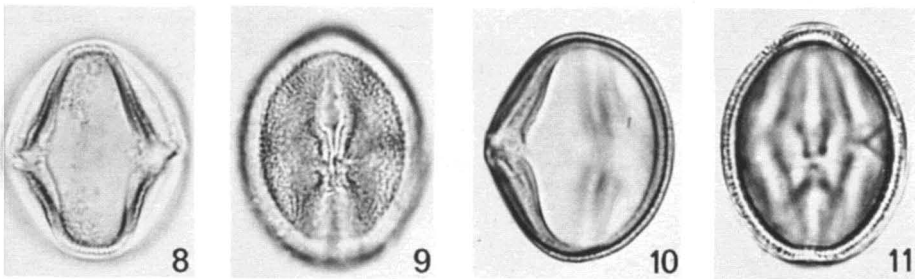
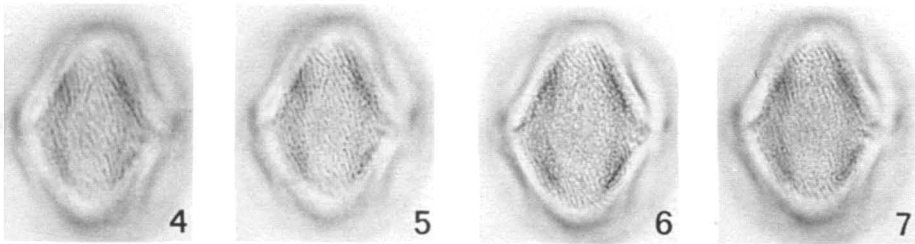
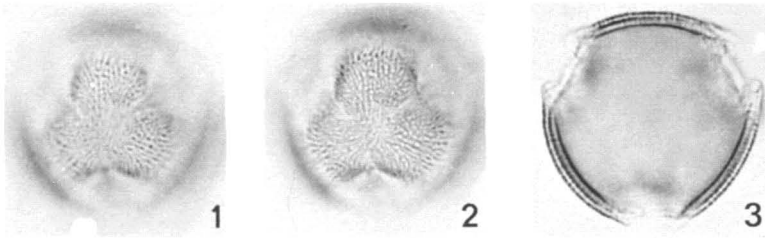
SYMÉTRIE ET FORME: pollens isopolaires, 3-colporés; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à subtriangulaires en vue polaire.

DIMENSIONS: P = $27,8 \mu \pm 2,2$ (N = 10), E = $23,0 \mu \pm 2,7$ (N = 10).

APERTURES: l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 6 \mu$), à bords nets, le plus souvent soulevés à l'équateur, formant un bec saillant; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre 3μ environ.

EXINE: tectée; tectum strié. Stries nettement anastomosées, légèrement plus en relief que les anastomoses. *Ectexine* légèrement infléchie vers l'extérieur aux apertures, à l'équateur, formant un bec; bacules petits. *Endexine* distincte de l'*ectexine*, détachée de celle-ci à l'équateur, près des apertures. Épaisseur totale $2,0 \mu$; *endexine* $0,7 \mu$ *ectexine* $1,2 \mu$.

Figures ($\times 1000$): 1 à 3: *vues polaires*; 1, exine en surface, au niveau des anastomoses qui donnent un aspect réticulé; 2, triangle polaire et pied des bacules, au centre; 3, coupe optique équatoriale; 4 à 10: *vues méridiennes*; 4, 5, 6, 7: L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium; 4, stries de surface; 5, niveau des anastomoses; 6, sommet des bacules; 7, pied des bacules; 8, contour des sillons et forme du mésocolpe; 9, sillon de face, remarquer le bec équatorial; 10, coupe de profil, dans un sillon; 11, coupe optique méridienne.



Prunus serotina Ehrh.

PLANCHE 45

Prunus virginiana L.

(Rosaceae)

Récolté à Sainte-Foy, Québec, par G. Lemieux en 1960 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).

Préparations Richard n° 211, 212.

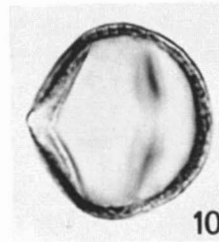
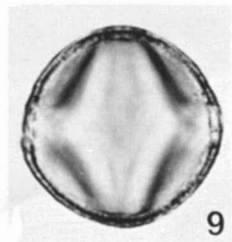
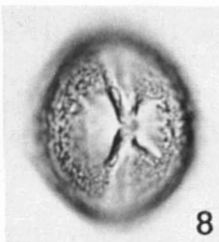
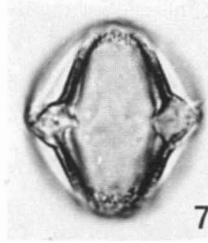
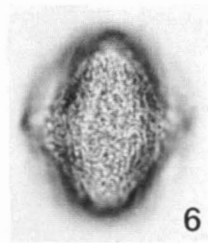
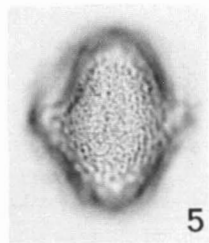
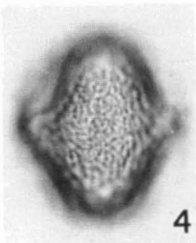
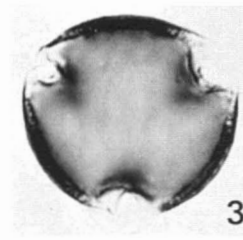
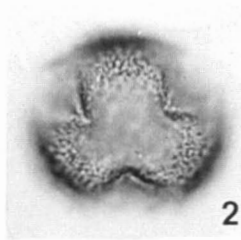
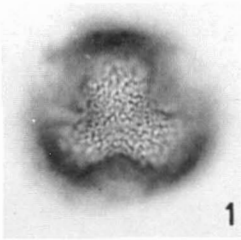
SYMÉTRIE ET FORME: pollens isopolaires, 3-colporés; plus ou moins équi-axes; plus ou moins elliptiques en vue méridienne, subcirculaires en vue polaire.

DIMENSIONS: $P = 23,6 \mu \pm 1,3$ ($N = 11$), $E = 26,9 \mu \pm 3,2$ ($N = 11$).

APERTURES: l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 8,5 \mu$), à bords nets, le plus souvent soulevé à l'équateur, formant un bec distinct, très saillant; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre 3-5 μ environ.

EXINE: tectée; tectum plus ou moins bosselé, donnant l'aspect de fines rugulations très contournées. *Ectexine* souvent infléchie vers l'extérieur aux apertures à l'équateur, formant un bec; bacules petits, irrégulièrement disposés. *Endexine* détachée de l'*ectexine* aux pores. Épaisseur totale 1,5-2 μ : $endexine \geq ectexine$.

Figures ($\times 1000$): 1 à 3: *vues polaires*; 1, exine en surface; 2, triangle polaire; 3, coupe optique équatoriale; 4 à 10: *vues méridiennes*; 4, 5, 6: L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium; 4, structures supratectales; 5, sommet des bacules; 6, pied des bacules; 7, coupe dans les sillons et forme du mésocolpium (remarquer les becs saillants à l'équateur); 8, sillon de face; 9, coupe optique méridienne normale; 10, coupe de profil, dans un sillon (bec peu saillant ici).



Prunus virginiana L.

PLANCHE 46

Rhus typhina L.

(Anacardiaceae)

Récolté au Mont Owl Head, Québec, par M. Bélanger en 1960.
Préparation Bélanger n° 56b.

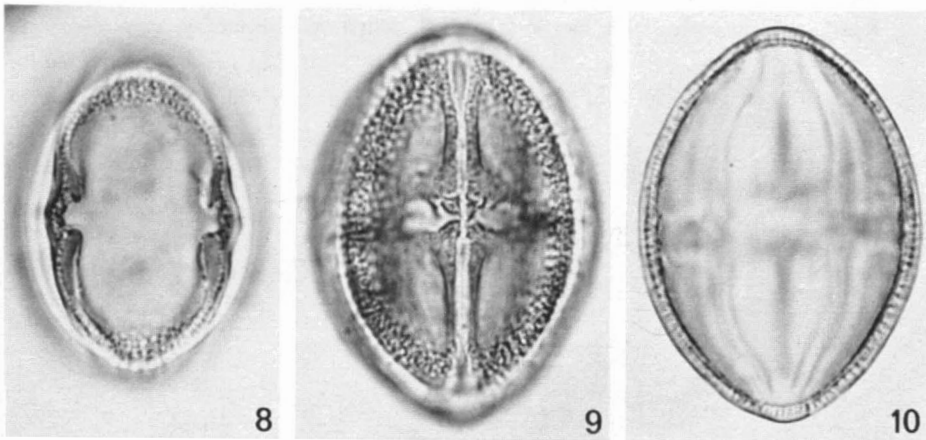
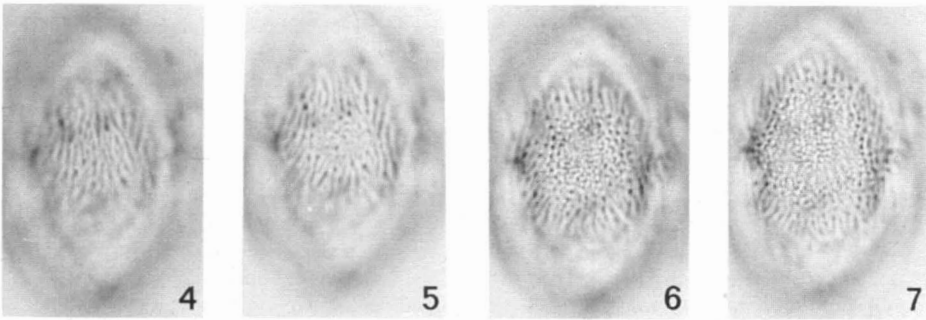
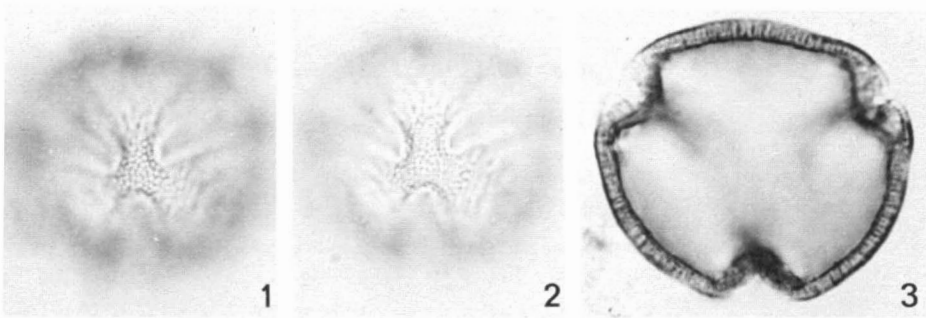
SYMÉTRIE ET FORME: grains isopolaires, 3-colporés; longiaxes, elliptiques à subrhomboïdaux en vue méridienne, subcirculaires à subtriangulaires en vue polaire.

DIMENSIONS: $P = 49,6 \mu \pm 3,9$ (N = 10), $E = 33,6 \mu \pm 2,9$ (N = 10).

APERTURES: l'*ecteoaperture* est un sillon très long ($t = 5,8 \mu$), à bords épaissis vers l'équateur (costae), formant un étranglement caractéristique; l'*endoaperture* est allongée selon l'équateur.

EXINE: tectée; tectum strié. Stries nettes, plus ou moins anastomosées, ondulantes vers l'équateur. *Ectexine* légèrement infléchie vers l'extérieur à la partie équatoriale des apertures; bacules longs alignés sous les stries. *Endexine* fortement épaissie, aux pores. Épaisseur totale $2,0 \mu$: endexine $0,8 \mu$, ectexine $1,2 \mu$.

Figures (x 1000): 1 à 3: vues polaires; 1, exine, sommet des bacules au centre, stries autour; 2, triangle polaire et pied des bacules; 3, coupe optique équatoriale; 4 à 10: vues méridiennes; 4, 5, 6, 7: L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium; 4, stries suprategales; 5, niveau des anastomoses (aspect striés); 6, sommet des bacules; 7, pied des bacules; 8, coupe des sillons et forme du mésocolpium; 9, sillon de face, plan médian (remarquer les épaississements de l'endexine); 10, coupe optique méridienne.



Rhus typhina L.

PLANCHE 47

Acer spicatum Lam.

(Aceraceae)

Récolté à Duchesnay, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 49a.

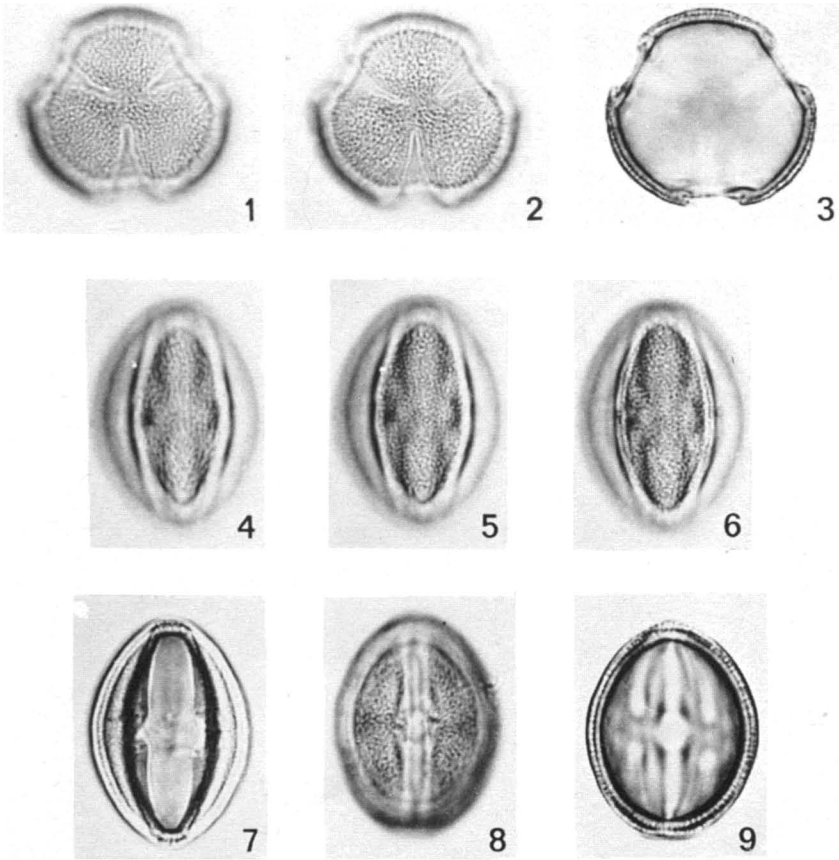
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires; 3-colporés; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $27,0 \mu \pm 1,8$ (N = 10), E = $20,0 \mu \pm 1,5$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon très long ($t = 4 \mu$) à bords nets; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire, de diamètre 3-4 μ environ, plus large que la largeur du sillon. Le pore est vestibulé. Membrane aperturale d'aspect lisse.

EXINE : tectée; tectum très finement strié, les stries sont courtes et contournées. *Ectexine* détachée de l'endexine à l'équateur, formant un vestibulum plat; bacules petits, très rapprochés et irrégulièrement disposés. Épaisseur totale 1,5 μ ; endexine < ectexine.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires; 1, exine, sommet des bacules; 2, exine, pied des bacules et triangle polaire; 3, coupe optique équatoriale; 4 à 9 : vues méridiennes; 4, 5, 6 : L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium; 4, structure supratectales (faibles stries); 5, sommet des bacules; 6, pied des bacules; 7, coupe méridienne dans les sillons; 8, sillon de face (re-marquer le pore plus large que le sillon); 9, coupe optique méridienne.



Acer spicatum Lam.

PLANCHE 48

Acer pensylvanicum L.*(Aceraceae)*

Récolté à la Cité universitaire Laval, Québec, par M. Bélanger en 1962, dans un peuplement naturel.
Préparation Bélanger n° 35a.

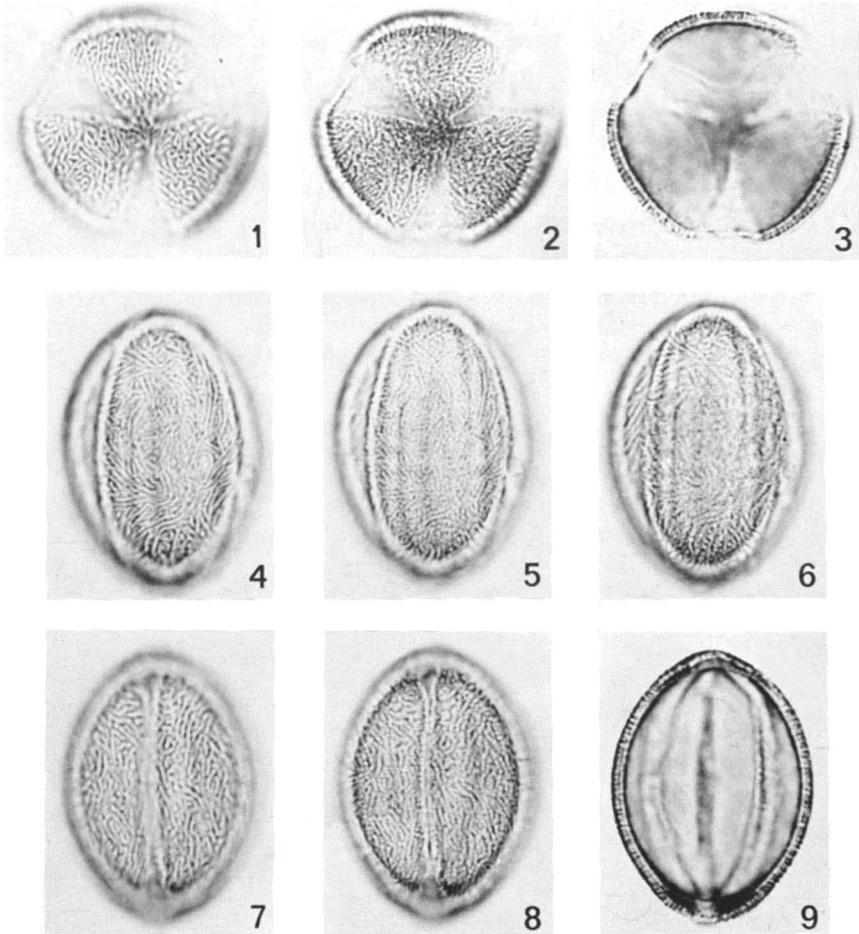
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, circulaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $34,0 \mu \pm 2,0$ (N = 10), E = $25,0 \mu \pm 1,0$ (N = 10).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux longs ($t = 3,5 \mu$), à bords assez nets ; membrane aperturale d'aspect lisse.

EXINE : intectée, striato-réticulé. *Ectexine* très légèrement amincie vers les sillons ; bacules soudés à leur partie supérieure, formant des stries irrégulières, plus ou moins anastomosées (aspect de réseau), présentant un aspect d'empreintes digitales plus ou moins marqué. *Endexine* mince. Épaisseur totale : $1,3 \mu$; endexine $0,3 \mu$, ectexine $1,0 \mu$ environ.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, exine en surface ; 2, triangle polaire et pied des bacules ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 9 : vues méridiennes ; 4 à 6 : L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, vue de surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules ; 7, sillon en surface ; 8, sillon en profondeur, sommet des bacules ; 9, coupe optique méridienne.



Acer pennsylvanicum L.

PLANCHE 49

Acer saccharum Marsh.*(Aceraceae)*

Récolté à Saint-Jean Chrysostôme, Québec, par M. Bélanger en 1961.
Préparation Bélanger n° 60c.

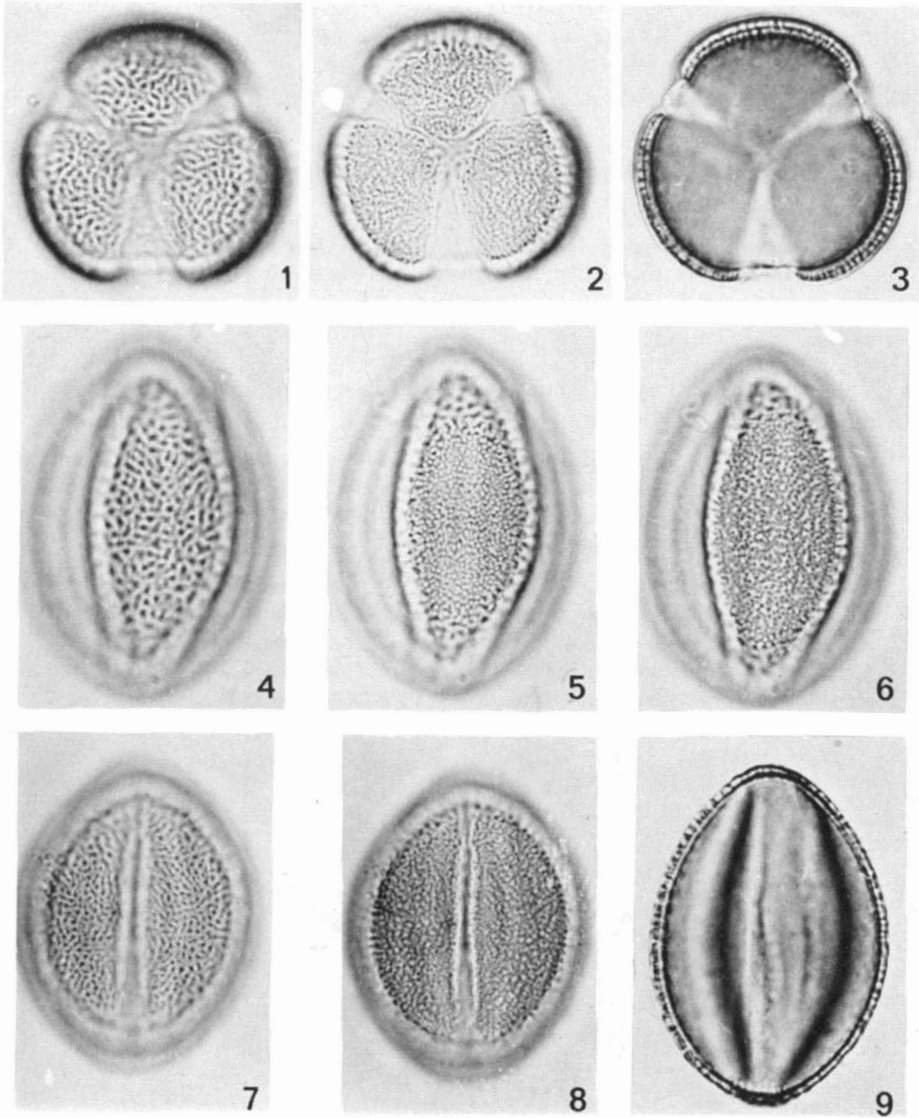
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $41,2 \mu \pm 2,7$ (N = 10), E = $28,9 \mu \pm 3,3$ (N = 10).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux longs ($t = 5-7 \mu$), à bords assez nets ; membrane aperturale d'aspect lisse.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles régulières alignées sur une courte distance, simplibaculé. L'alignement des mailles est plus fort aux pôles que sur le mésocolpium. Épaisseur totale $1,6 \mu$: endexine $0,5 \mu$, ectexine $1,1 \mu$ environ.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, exine en surface ; 2, pied des bacules et triangle polaire ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 9 : vues méridiennes ; 4, 5, 6 : L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, réseau de surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules ; 7, sillon de face, exine régulière au sillon ; 8, sillon de face, pied des bacules ; 9, coupe optique méridienne.



Acer saccharum Marsh.

PLANCHE 50

Acer nigrum Michx. f.*(Aceraceae)*

Récolté à Saint-Armand de Missisquoi, Québec, par L. Cinq-Mars et M. Raymond en 1953 (Herbier Fac. Agriculture, Univ. Laval).
Préparations Richard n° 215, 216.

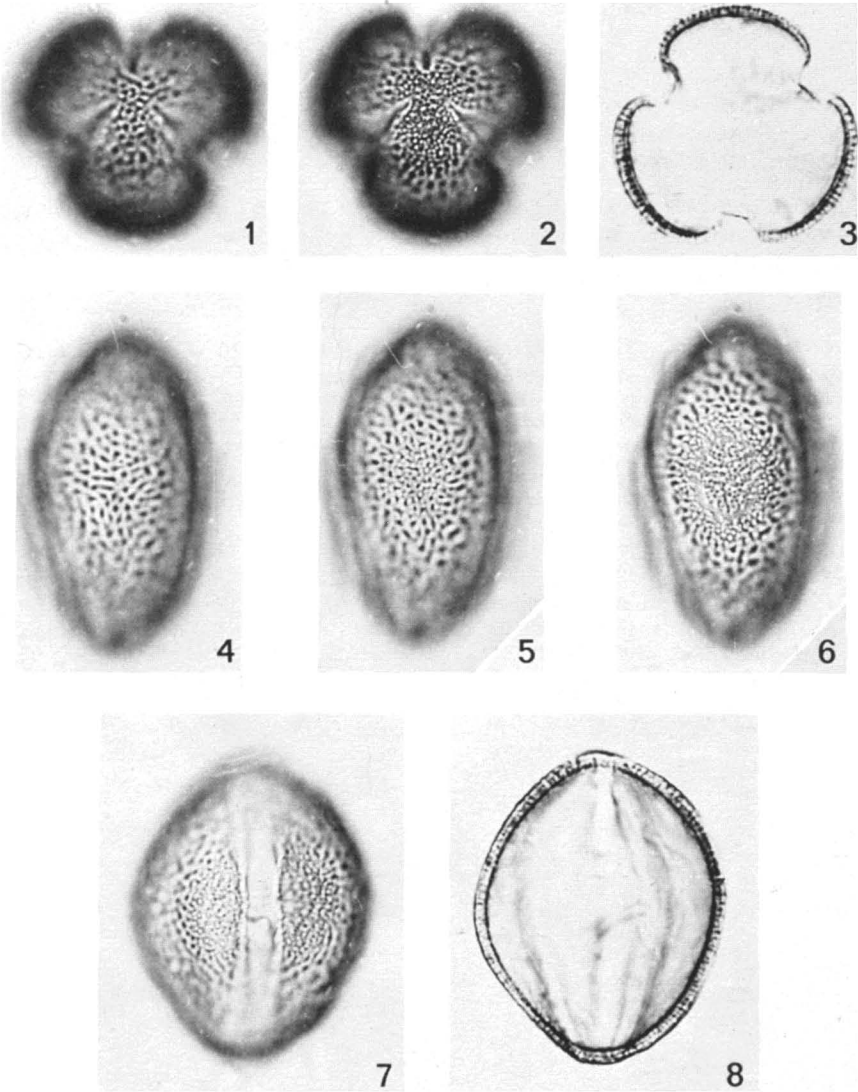
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $41,6 \mu \pm 2,9$ (N = 10), E = $30,5 \mu \pm 4,0$ (N = 10).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux, longs ($t = 3 \mu$), à bords nets ; membrane aperturale d'aspect lisse.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles plus ou moins régulières, alignées sur de très courtes distances, duplibaculé. L'alignement est plus fort sur le mésocolpium qu'aux pôles. Bacules plus courts vers le bord des sillons. Épaisseur totale $1,8 \mu$: endexine $0,5 \mu$, ectexine $1,3 \mu$.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, exine en surface ; 2, pied des bacules et triangle polaire ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 8 : vues méridiennes ; 4 à 6 : L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, réseau de surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules disposés par paire ; 7, sillon de face, plan médian ; 8, coupe optique méridienne.



Acer nigrum Michx. f.

PLANCHE 51

Acer rubrum L.*(Aceraceae)*

Récolté à Saint-Raymond, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 6c.

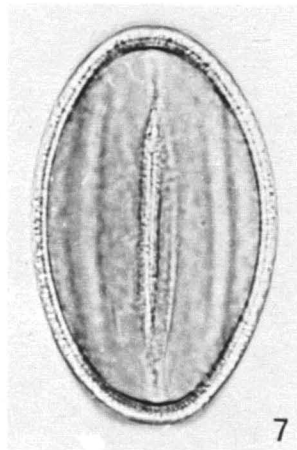
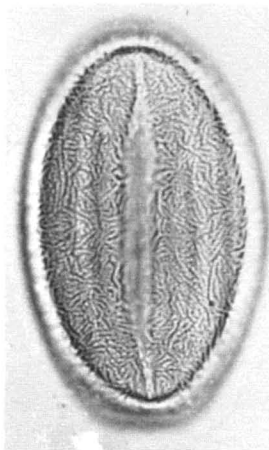
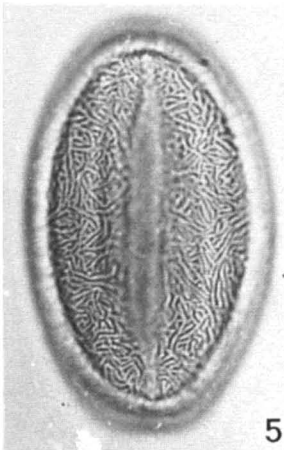
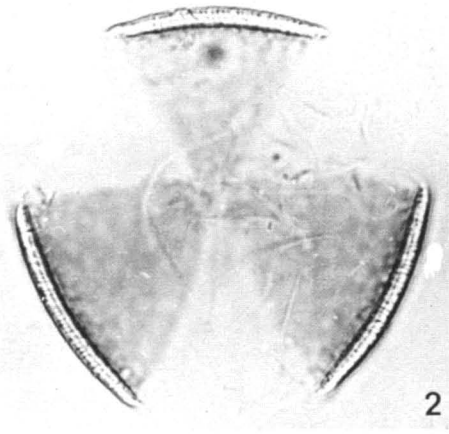
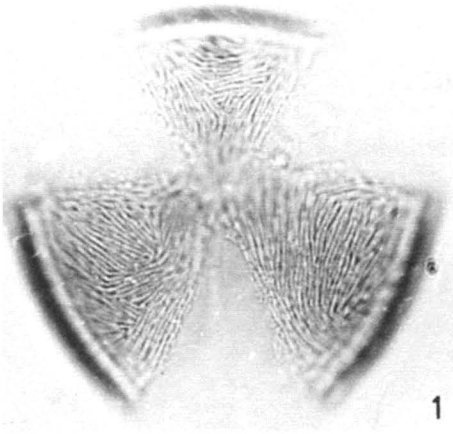
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $49,0 \mu \pm 2,0$ (N = 10), E = $32,0 \mu \pm 2,0$ (N = 10).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux, longs ($t = 6-10 \mu$), à bords assez peu nets ; membrane aperturale finement granuleuse.

EXINE : généralement tectée. Tectum fortement strié, épais. Stries longues, en empreintes digitales, ou courtes et anastomosées, donnant un aspect plus ou moins rugulé. *Ectexine* amincie près des sillons ; bacules très petits, alignés comme les stries. Épaisseur totale $1,8 \mu$; endexine = $\frac{1}{2}$ ectexine.

Figures (x 1000) : 1, 2 : vues polaires ; 1, exine en surface, stries supra-tectales ; 2, coupe optique équatoriale d'un grain éclaté ; 3 à 7 : vues méridiennes ; 3, tectum strié ; 4, pied des bacules ; 5, sillon de face, exine striée-rugulée en surface ; 6, sommet des bacules ; 7, coupe optique méridienne, forme du sillon.



Acer rubrum L.

PLANCHE 52

Acer saccharinum L.*(Aceraceae)*

Récolté à Québec, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 7c.

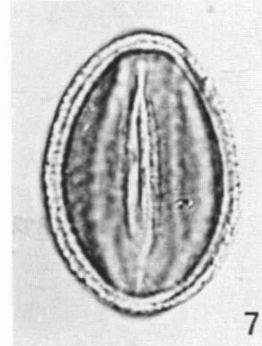
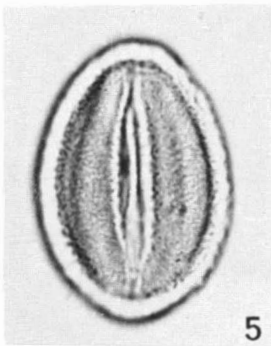
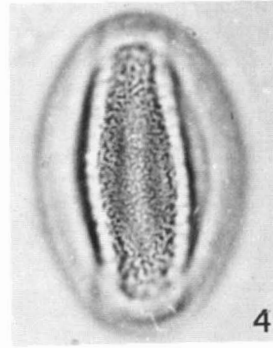
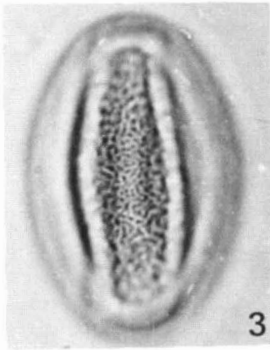
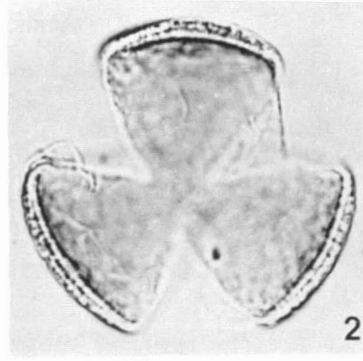
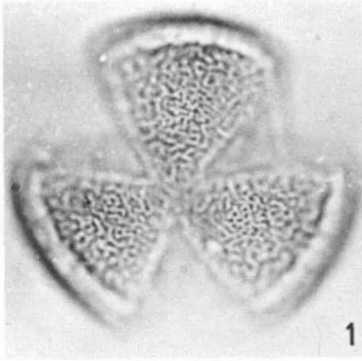
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, tricolpés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : $P = 40,0 \mu \pm 2,0$ ($N = 10$), $E = 27,0 \mu \pm 1,0$ ($N = 10$).

APERTURES : trois sillons équatoriaux, longs ($t = 6,5 \mu$), à marges peu nettes ; membrane aperturale d'aspect lisse.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles petites et irrégulièrement disposées donnant en surface un aspect de labyrinthe. *Ectexine* épaisse, très nette en coupe optique où le contour apparaît très irrégulier. Bacules très petits, plus courts tout près des sillons. Épaisseur totale $1,8 \mu$: endexine = $\frac{1}{2}$ ectexine environ.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, exine en surface ; 2, coupe optique équatoriale d'un grain éclaté ; 3 à 7 : vues méridiennes ; 3, réseau de surface d'un mésocolpium ; 4, pied des bacules ; 5, sillon de face, exine en surface ; 6, sillon de face, exine en profondeur, pied des bacules ; 7, coupe optique méridienne.



Acer saccharinum L.

PLANCHE 53

Acer negundo L.

(Aceraceae)

Récolté à Québec (ville), Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 53b.

SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; longiaxes, elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

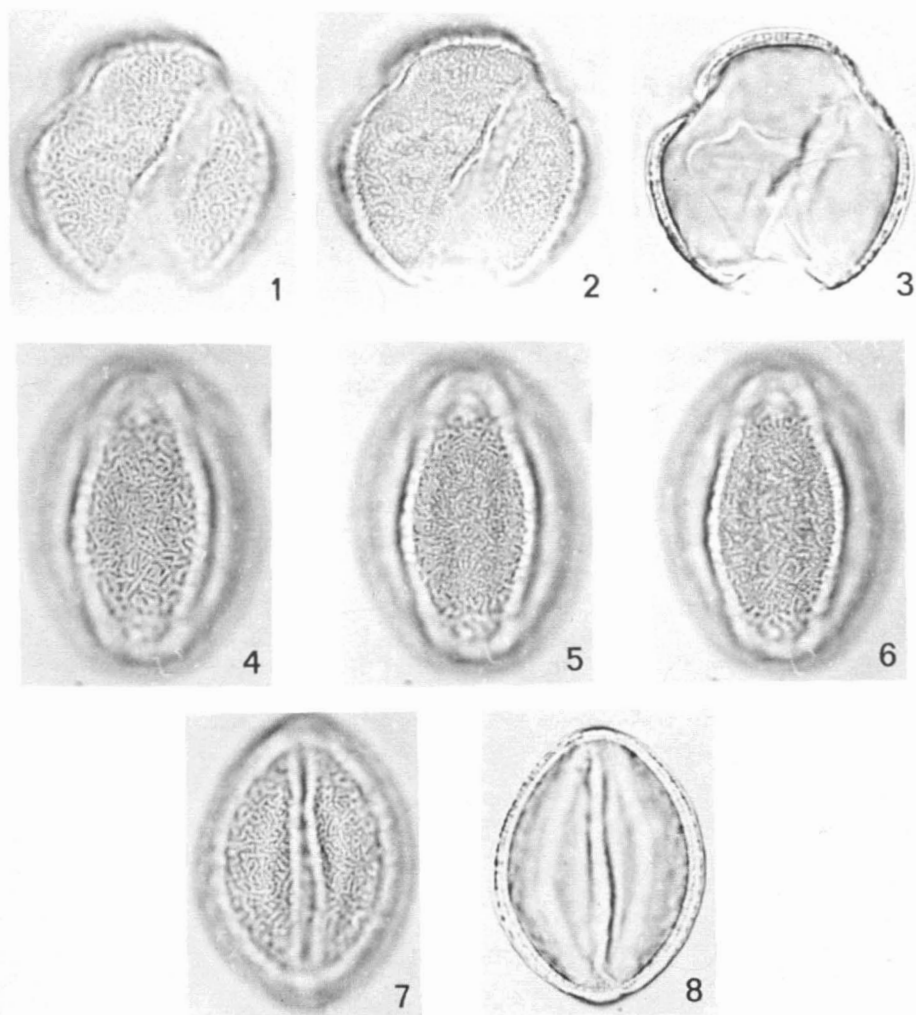
DIMENSIONS : P = $35,7 \mu \pm 2,6$ (N = 10), E = $28,1 \mu \pm 1,8$ (N = 10).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux, longs ($t = 5-6 \mu$), à bords assez nets ; membrane aperturale d'aspect lisse.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles très petites et très irrégulièrement disposées donnant en surface un aspect de labyrinthe. *Ectexine* assez épaisse, visible en coupe optique où le contour apparaît irrégulier. Bacules très petits, plus courts près des sillons. Épaisseur totale $1,8 \mu$: endexine $0,6 \mu$, ectexine, $1,2 \mu$.

Remarque : cette espèce d'origine ouest-américaine est largement naturalisé au Québec.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires inclinées ; 1, exine en surface ; 2, pied des bacules ; 3, coupe optique à peu près équatoriale ; 4 à 8 : vues méridiennes ; 4, 5, 6 : L-O analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, en surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules irrégulièrement groupés ; 7, sillon de face, aspect de labyrinthe de l'exine ; 8, coupe optique méridienne.



Acer negundo L.

PLANCHE 54

Rhamnus alnifolia L'Hér.*(Rhamnaceae)*

Récolté dans le Parc de la Gatineau, Québec, par L. Cinq-Mars *et al.* en 1956 (Herbier Fac. Agriculture, Univ. Laval).

Préparations Richard n° 221. 222.

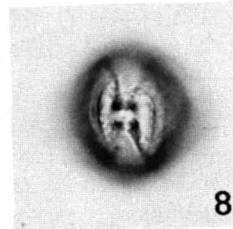
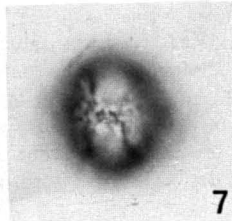
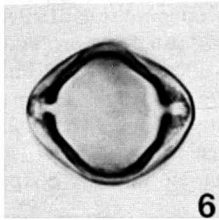
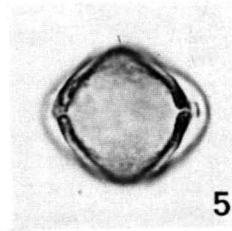
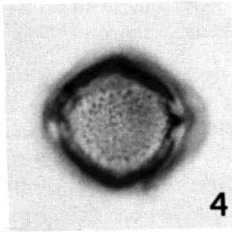
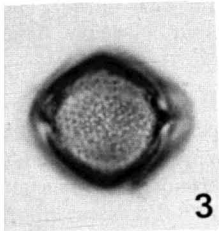
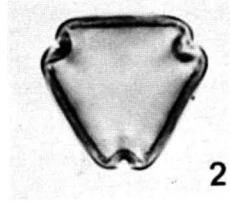
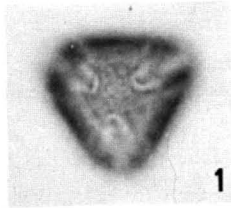
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; bréviaxes à équiaux, subrhomboïdaux à elliptiques en vue méridienne, triangulaires en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $19,7 \mu \pm 1,0$ (N = 10), E = $20,4 \mu \pm 1,9$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 4-5 \mu$), à bords plus ou moins nets, soulevé à l'équateur où il forme un bec caractéristique délimité par quatre taches noires en mise au point moyenne ; l'*endoaperture* est un pore circulaire de $1,5 \mu$ de diamètre.

EXINE : tectée ; tectum scabre. *Ectexine* non distincte de l'endexine en coupe optique équatoriale, distincte en coupe méridienne d'un mésocolpium où elle apparaît légèrement détachée de l'endexine aux pores ; bacules non-observés. *Endexine* brusquement infléchie vers l'intérieur et denticulée aux pores. Épaisseur totale $1,3 \mu$ environ.

Figures (x 1000) : 1, 2 : vues polaires ; 1, exine d'aspect scabre et triangle polaire ; 2, coupe optique équatoriale ; 3 à 8 : vues méridiennes ; 3, 4 : L-O analyse des structures supracteales ; 3, en surface ; 4, en profondeur ; 5, contour des sillons (noter l'inflexion vers l'intérieur de l'endexine, à l'équateur) ; 6, coupe optique méridienne ; 7, sillon de face, bec saillant ; 8, sillon de face, niveau médian (taches noires).



Rhamnus alnifolia L'Hér.

PLANCHE 55

Tilia americana L.

(Tiliaceae)

Récolté à La Trappe d'Oka, Québec, par Louis-Marie et G. Lemieux en 1963 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 235.

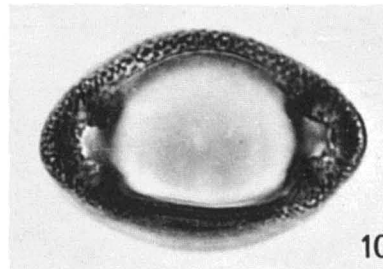
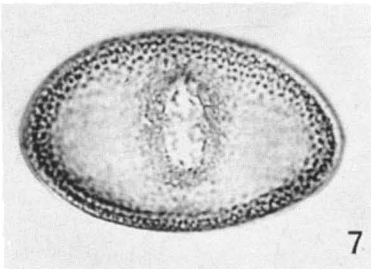
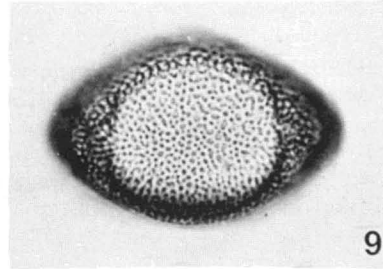
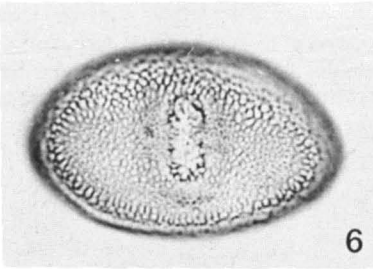
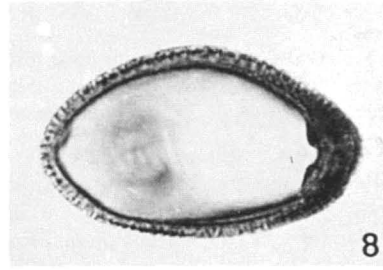
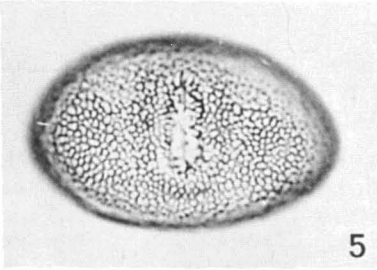
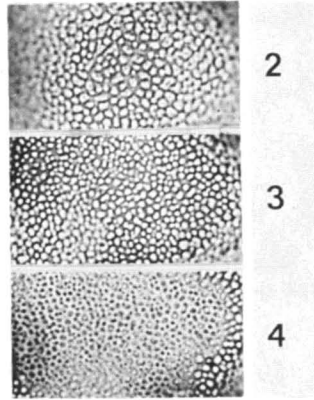
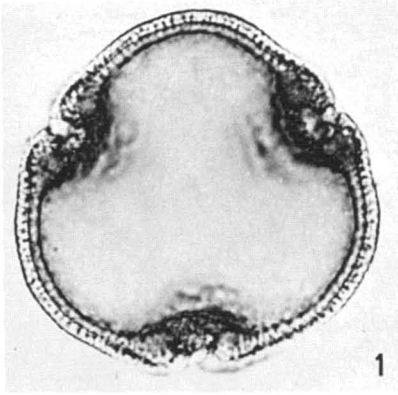
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, 3-colporés ; très bréviaxes, elliptiques en vue méridienne, avec une face plus convexe que l'autre, sub-circulaires en vue polaire.

DIMENSIONS : $P = 28,6 \mu \pm 1,4$ (N = 10), $E = 43,4 \mu \pm 1,7$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon court de longueur 10μ environ ($t = 25 \mu$), à bords plus ou moins distincts ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins elliptique de diamètre environ $3-5 \mu$, au contour plus ou moins distinct.

EXINE : tectée ; tectum fovéolé. *Ectexine* légèrement infléchie vers l'extérieur puis recouvrant partiellement l'*endexine* dans l'aperture ; bacules complexes, gros, en forme de Y en coupe, la partie supérieure correspondant à une dépression circulaire du tectum. *Endexine* distincte, fortement épaissie aux pores, montrant en coupe un aspect grossièrement denté. Épaisseur totale $2,5 \mu$: *endexine* $1,0 \mu$, *ectexine* $1,5 \mu$. Épaisseur de l'exine plus grande sur la face convexe (proximale ?).

Figures (x 1000) : 1 à 4 : vues polaires ; 1, coupe optique équatoriale ; 2, 3, 4 : L-0 analyse de l'exine ; 2, fovéoles de surface, le centre, plus profond, apparaît noir ; 3, sommet des bacules, les points blancs correspondent aux fovéoles ; 4, pied des bacules ; 5 à 10 : vues méridiennes ; 5, sillon de face, sommet des bacules ; 6, sillon de face contour interne irrégulier ; 7, contour du pore elliptique ; 8, vue de profil, à gauche bacules en Y, très nets ; 9, mésocolpium de face, pied des bacules ; 10, forme en vue méridienne, coupe des sillons.



Tilia americana L.

PLANCHE 56

Cornus stolonifera Michx.*(Cornaceae)*

Récolté à Cabano, Québec, par P. Richard en 1964.
Préparation Richard n° 189.

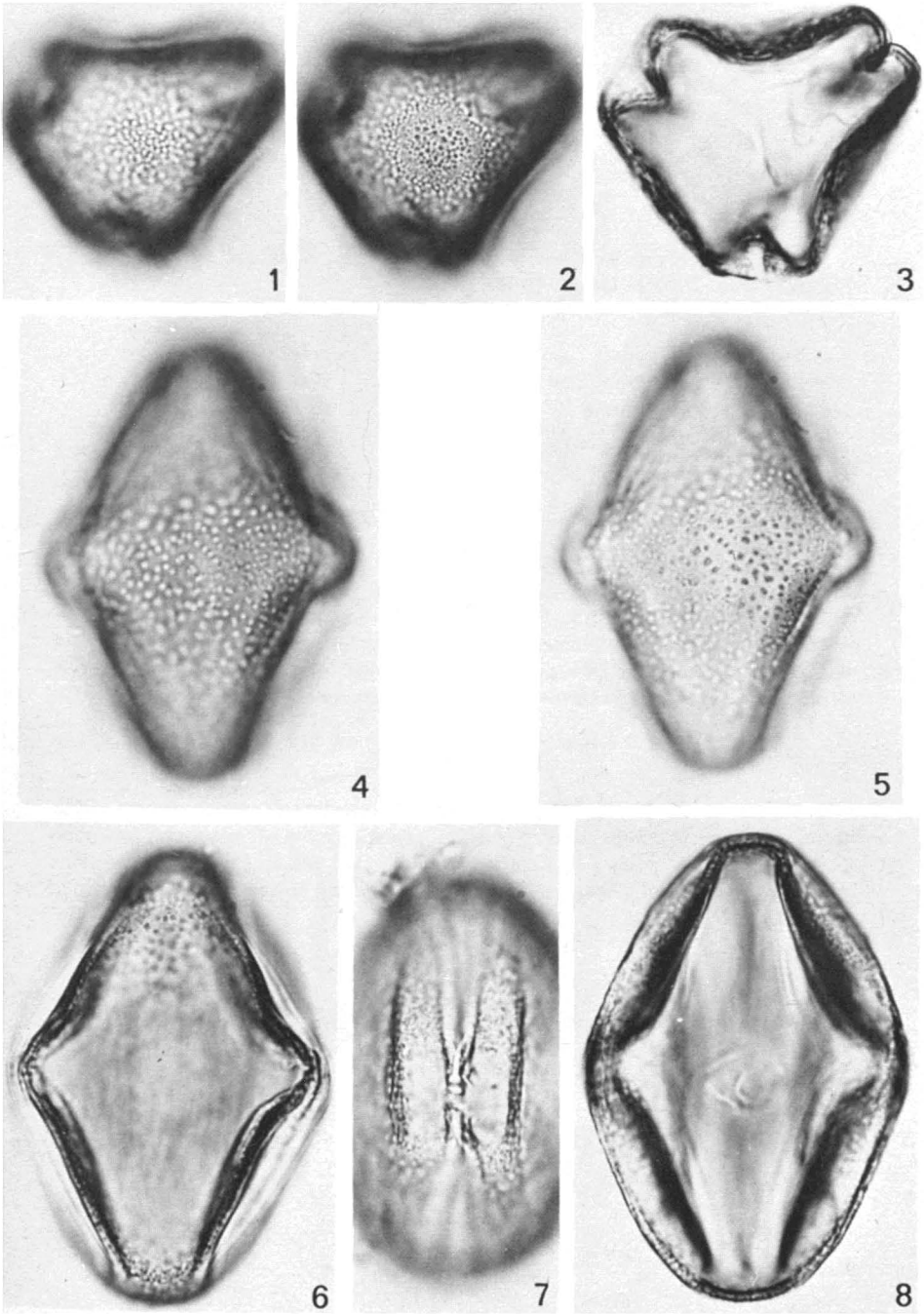
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; longiaxes, elliptiques à subrhomboïdaux en vue méridienne, trilobés, angulaperturés en vue polaire.

DIMENSIONS : $P = 60,3 \mu \pm 3,3$ ($N = 10$), $E = 41,0 \mu \pm 2,3$ ($N = 10$).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 8-15 \mu$), à bords nets, enfoncés dans le grain mais saillants à l'équateur ; l'*endoaperture* est un pore (poroïde ?) de 5μ de diamètre environ.

EXINE : tectée ; tectum épais, verruqueux dans la région interaperturale, d'aspect plus ou moins lisse aux pôles. *Ectexine* relativement uniforme ; bacules plus longs aux pôles ; où ils apparaissent nets en L-0 analyse, non-observés sur le mésocolpium. *Endexine* mince, peu distincte de l'*ectexine*, perforée sous les verrues tectales. Épaisseur totale $1-1,5 \mu$; endexine = *ectexine*.

Figures ($\times 1000$) : 1 à 3 : *vues polaires* ; 1, sommet des bacules ; 2, pied des bacules ; 3, coupe optique équatoriale d'un grain légèrement incliné, l'aperture du bas est à l'équateur, celle de droite, plus haut, celle de gauche, beaucoup plus bas ; 4 à 8 : *vues méridiennes* ; 4, verrues supratactales ; 5, perforations dans l'endexine (points noirs) ; 6, coupe des sillons ; 7, sillon de face, plan médian (remarquer le replat qui flanque le sillon) ; 8, coupe optique méridienne (le contour irrégulier de l'endexine est dû aux perforations).



Cornus stolonifera Michx.

PLANCHE 57

Cornus rugosa Lam.*(Cornaceae)*

Récolté au Mont Saint-Pierre, Québec, par G. Lemieux *et al.* en 1963 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 248.

SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; longiaxes, subquadrangulaires à subrhomboïdaux en vue méridienne (pas de vues polaires observées ; cf. pl. 56 pour une description approchée de la forme).

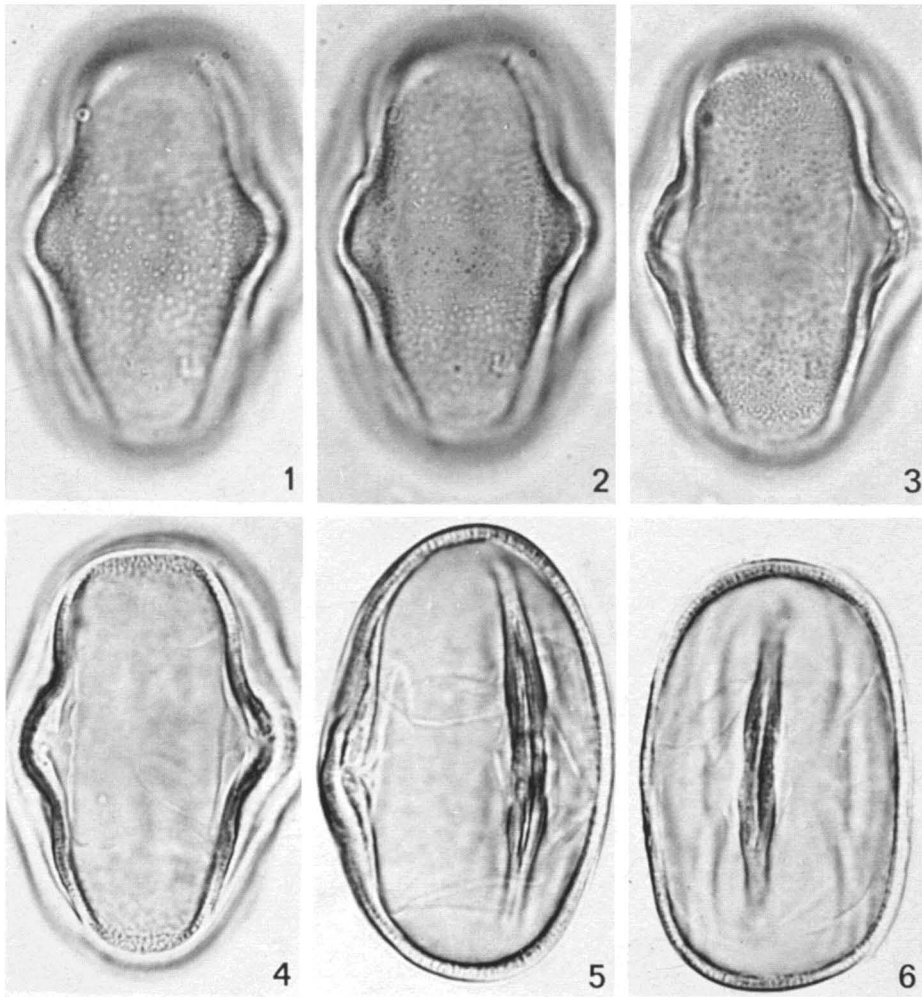
DIMENSIONS : P = $55,5 \mu \pm 2,6$ (N = 10), E = $36,4 \mu \pm 2,2$ (N = 10).

APERTURES : l'*ecteoaperture* est un sillon long ($t =$ environ 10μ) à bords nets, plus ou moins enfoncés dans le grain, faisant généralement saillie à l'équateur, l'*endoaperture* est un pore (poroïde ?) de $5-6 \mu$ de diamètre.

EXINE : tectée ; tectum épais, finement verruqueux dans la région inter-aperturale. *Ectexine* relativement uniforme ; bacules non-observés sur le mésocolpium, nets en coupe, aux pôles où ils sont plus longs. *Endexine* mince, peu distincte de l'*ectexine*, perforée sous les verrues tectales. Épaisseur totale $1-2 \mu$.

Remarque : le matériel observé ne contenait pas de vues polaires des grains.

Figures (x 1000) : vues méridiennes (cf. Remarque) ; 1, verrues supratectales ; 2, perforations dans l'*endexine* (points noirs) ; 3, bacules en perspective, près des pôles ; 4, coupe des sillons ; 5, vue de profil, coupe dans un sillon (remarquer l'épaississement de l'*exine* aux pôles) ; 6, coupe optique méridienne.



Cornus rugosa Lam.

PLANCHE 58

Cornus alternifolia L. f.*(Cornaceae)*

Récolté dans le Comté de l'Assomption, Québec, par M. Loranger en 1956 (Herbier Fac. Agriculture, Univ. Laval).
Préparation Richard n° 217.

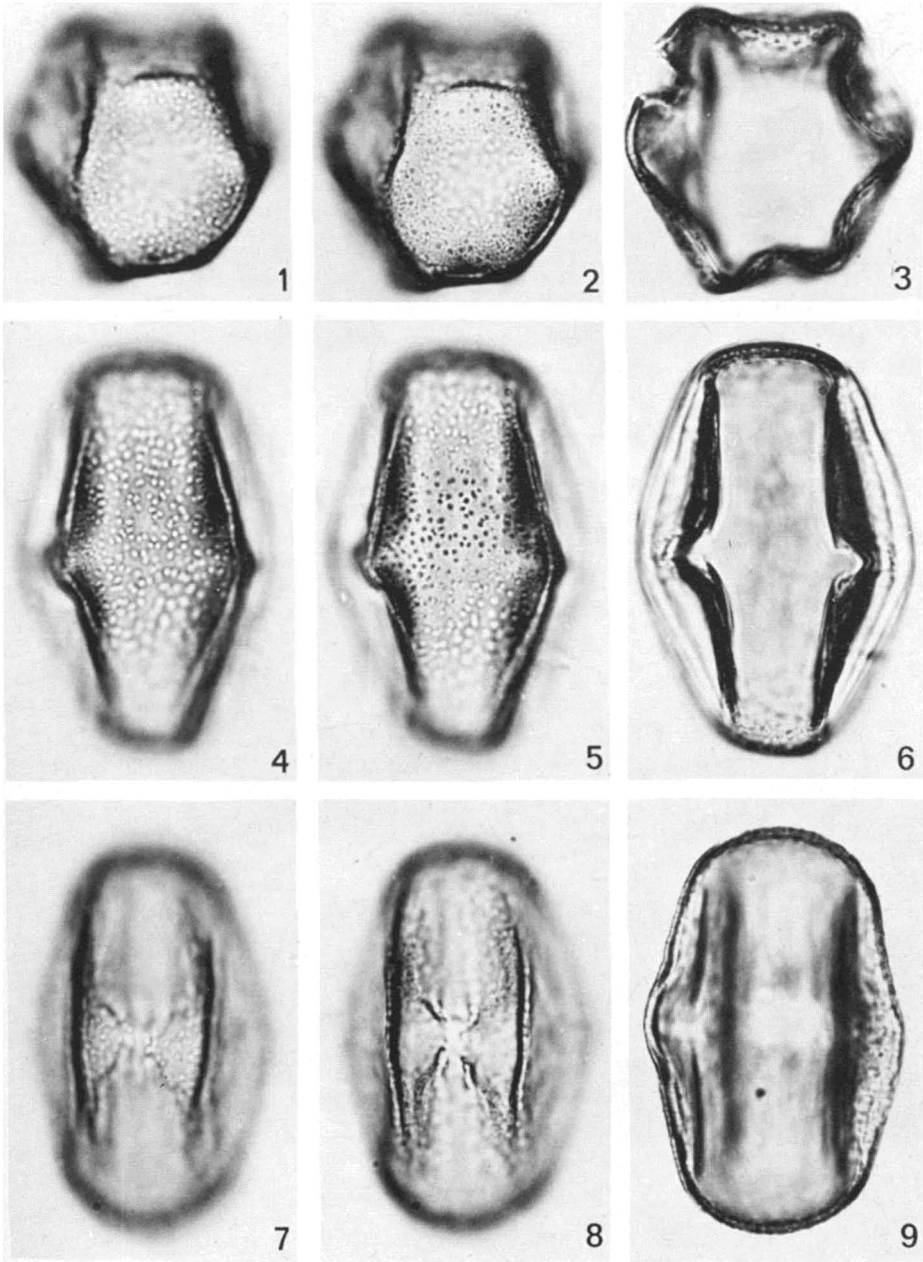
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; longiaxes, elliptiques, subquadrangulaires à subrhomboïdaux en vue méridienne, trilobés, angulaperturés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $50,4 \mu \pm 0,9$ (N = 10), E = $34,6 \mu \pm 1,5$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 14 \mu$ environ), à bords nets, enfoncés dans le grain mais saillants à l'équateur ; l'*endoaperture* est un pore circulaire de diamètre 5μ environ.

EXINE : tectée ; tectum épais, assez uniformément verruqueux. *Ectexine* légèrement épaissie aux pôles ; bacules non-observés sur le mésocolpium, plus longs et nets aux pôles. *Endexine* mince, assez peu distincte de l'*ectexine*, perforée sous les verrues tectales. Épaisseur totale environ $1,2 \mu$.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : *vues polaires* ; 1, verrues tectales, centre du grain déprimé ; 2, pied des bacules sur le pourtour du grain, les taches grises, plus grandes, sont les bases des verrues visibles au centre du grain ; coupe optique équatoriale ; 4 à 9 : *vues méridiennes* ; 4, verrues tectales ; 5, perforations dans l'*endexine* (taches noires) ; 6, coupe des sillons ; 7, sillon de face, partie équatoriale saillante (remarquer le replat qui flanque le sillon) ; 8, sillon de face, niveau médian ; 9, coupe optique méridienne.



Cornus alternifolia L. f.

PLANCHE 59

Fraxinus americana L.*(Oleaceae)*

Récolté à la Cité universitaire Laval, Québec, par M. Bélanger en 1962, dans un peuplement naturel.
Préparation Bélanger n° 39a.

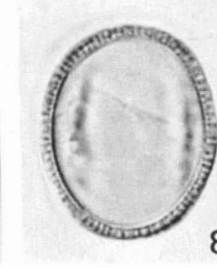
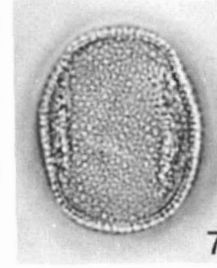
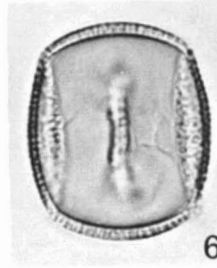
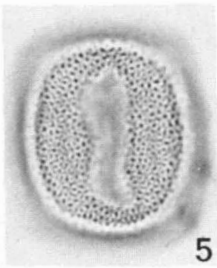
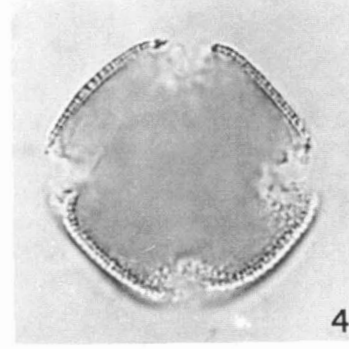
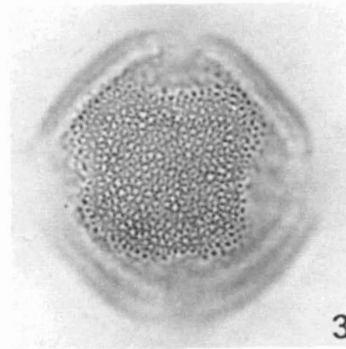
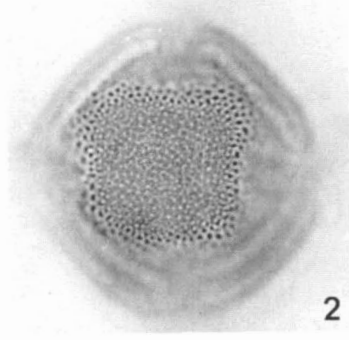
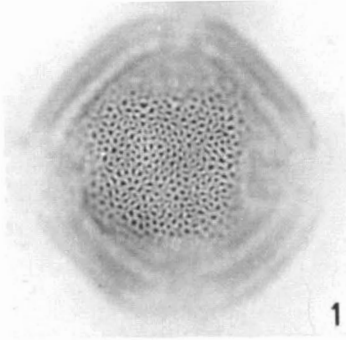
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires généralement 4-colpés; longiaxes, subrectangulaires à elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à subquadrangulaires en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $29,8 \mu \pm 1,5$ (N = 10), E = $25,0 \mu \pm 2,0$ (N = 10), mesures prises sur les grains 4-colpés.

APERTURES : généralement 4 colpus équatoriaux (80% des grains 4-colpés, 15% 5-colpés, 5% 3-colpés), courts ($t = 17 \mu$), plus ou moins enfoncés dans le grain, à bords peu nets.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles fines et régulières, simpli-baculé. Bacules plus courts vers le bord des sillons. Épaisseur totale $1,4 \mu$: endexine $0,4 \mu$, ectexine $1,0 \mu$, légèrement plus épaisse aux pôles.

Figures (x 1000) : 1 à 4 : vues polaires; 1, exine, réseau de surface; 2, sommet des bacules; 3, pied des bacules; 4, coupe optique équatoriale d'un grain éclaté; 5 à 8 : vues méridiennes; 5, sillon de face, réseau régulier; 6, coupe dans les sillons; 7, mésocolpium, pied des bacules; 8, coupe optique méridienne.



Fraxinus americana L.

PLANCHE 60

Fraxinus pennsylvanica Marsh.*(Oleaceae)*

Récolté à Québec, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparations Bélanger n° 20b, 20c.

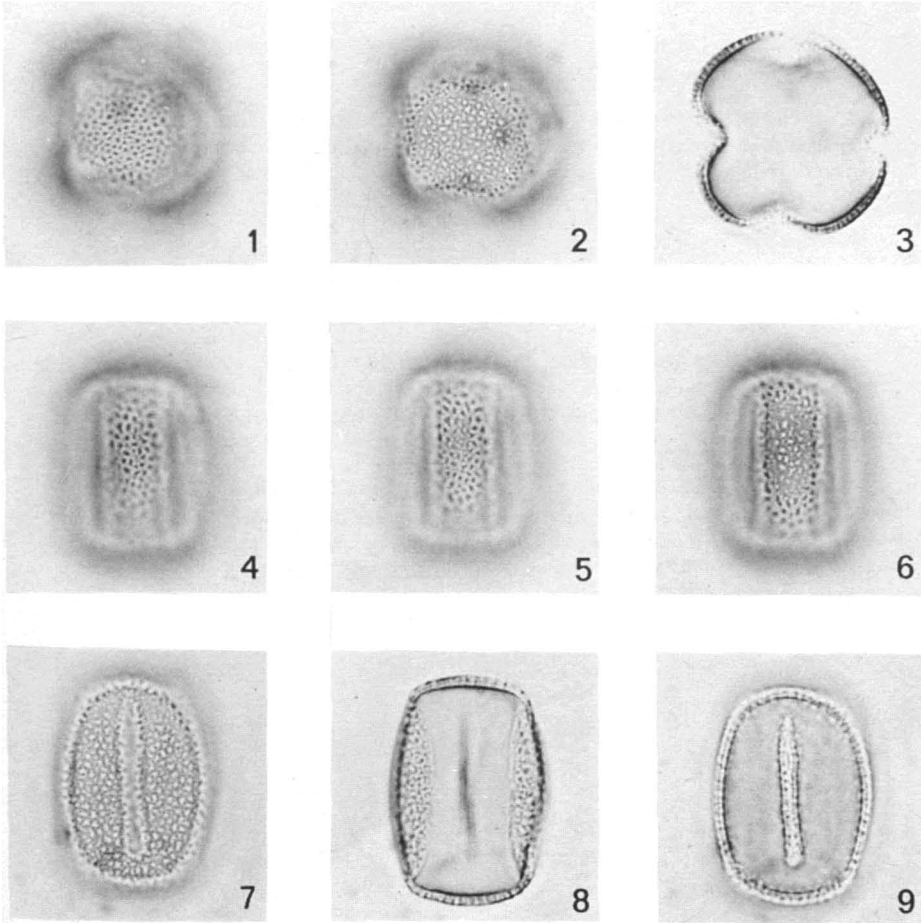
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, généralement 4-colpés ; longi-axes, subrectangulaires en vue méridienne, subcirculaires à subquadrangulaires en vue polaire.

DIMENSIONS : $P = 29,4 \mu \pm 1,3$ ($N = 10$), $E = 22,6 \mu \pm 2,2$ ($N = 10$).

APERTURES : généralement 4 sillons équatoriaux (2% des grains 5-colpés, 2% 3-colpés), courts ($t = 12-15 \mu$), plus ou moins enfoncés dans le grain, à bords peu nets.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles fines et régulières, simpli-baculé. Bacules plus courts vers le bords des sillons. Épaisseur totale $1,2 \mu$: endexine $0,5 \mu$, ectexine $0,7 \mu$, uniforme sur tout le grain.

Figures ($\times 1000$) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, exine, réseau de surface ; 2, pied des bacules ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 9 : vues méridiennes ; 4, 5, 6 : L-0 analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, réseau de surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules ; 7, sillon de face, pied des bacules ; 8, coupe des sillons ; 9, coupe optique méridienne.



Fraxinus pennsylvanica Marsh.

PLANCHE 61

Fraxinus nigra Marsh.*(Oleaceae)*

Récolté à Duchesnay, Québec, par M. Bélanger en 1962.
Préparation Bélanger n° 29a.

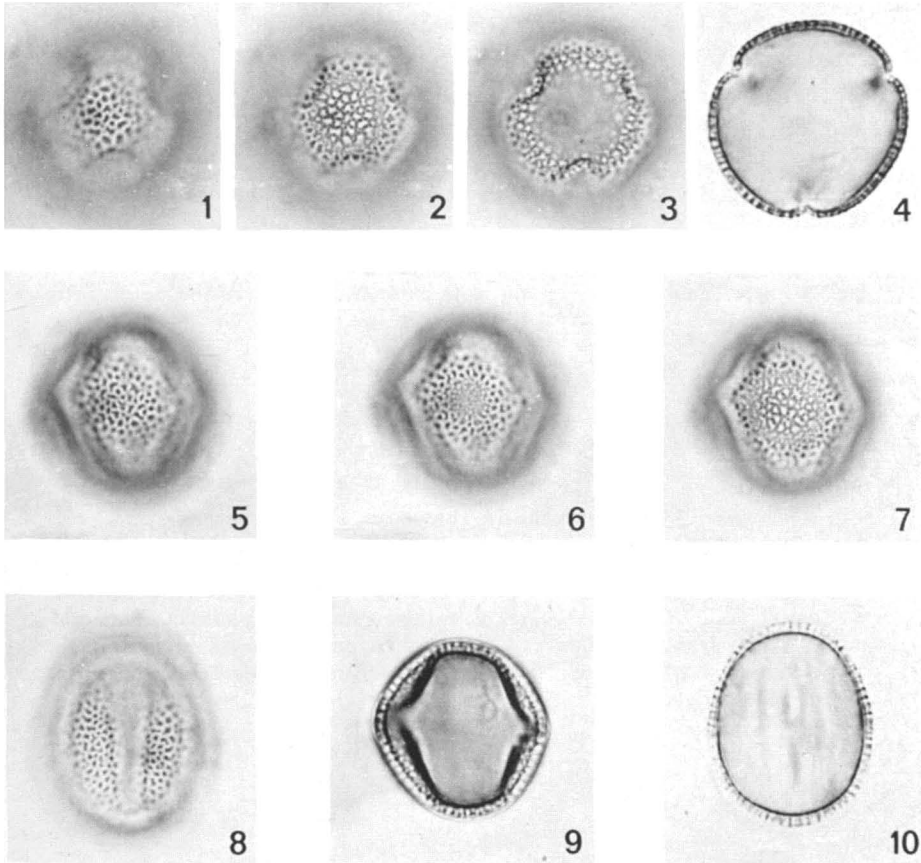
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colpés ; plus ou moins équi-axes, elliptiques à subrhomboïdaux en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $23,5 \mu \pm 1,6$ (N = 10), E = $22,4 \mu \pm 1,7$ (N = 10).

APERTURES : 3 colpus équatoriaux, courts ($t = 10 \mu$), plus ou moins enfoncés dans le grain, à bords peu nets, souvent saillants à l'équateur.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles fines, à contour irrégulier, simplibaculé. Bacules légèrement plus courts vers le bord des sillons. Épaisseur totale $1,3 \mu$: endexine $0,4 \mu$, ectexine $0,9 \mu$, uniforme sur tout le grain.

Figures (x 1000) : 1 à 4 : vues polaires ; 1, réseau de surface ; 2, pied des bacules ; 3, triangle polaire ; 4, coupe optique équatoriale ; 5 à 10 : vues méridiennes ; 5, 6, 7 : L-0 analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 5, réseau de surface ; 6, sommet des bacules ; 7, pied des bacules ; 8, sillon de face, réseau régulier ; 9, coupe des sillons quelquefois saillants à l'équateur ; 10, coupe optique méridienne.



Fraxinus nigra Marsh.

PLANCHE 62

Diervilla lonicera Mill.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à la Réserve Fraser, Québec, par P. Richard en 1964.
Préparation Richard n° 249.

SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires (?), 3-colporés ; très bréviaxes, subcirculaires en vue polaire.

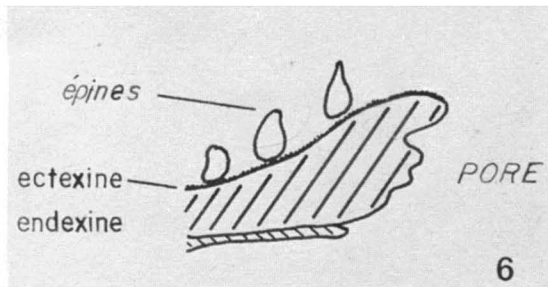
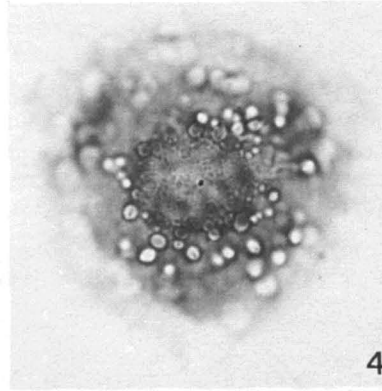
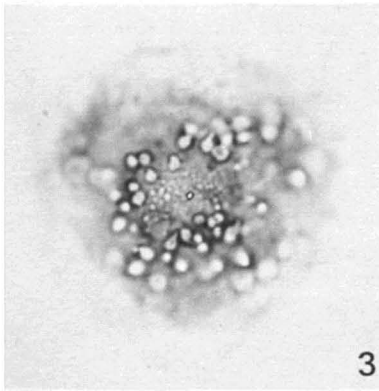
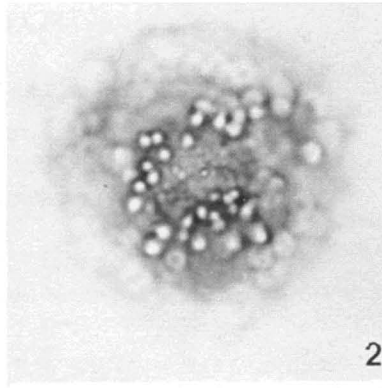
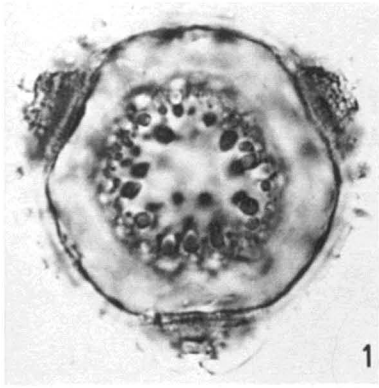
DIMENSIONS : $E = 50,7 \mu \pm 4,2$ ($N = 11$) ; l'axe polaire n'a pu être mesuré, les grains se présentant tous en vue polaire par suite de leur extrême bréviaxie.

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon très court ($t = 40 \mu$ environ), peu distinct ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre 5μ environ.

EXINE : intectée, échinulée. Épines très polymorphes, de taille variable. *Ectexine* extrêmement mince, d'aspect microéchinulé ou microbaculé, sans épaississements marqués. *Endexine* très épaisse obscurément structurée, infléchie vers l'extérieur à l'aperture. Le pore est inclus dans l'endexine, qui forme un vestibulum à cet endroit.

Remarque : les grains étant très bréviaxes, aucune vue méridienne parfaite n'a pu être observée dans le matériel disponible.

Figures (x 1000) : vues polaires ; 1, coupe optique équatoriale ; 2, sommet des épines ; 3, pied des épines, ectexine en surface, bacules et microéchinules (points blancs très fins) ; 4, ectexine en profondeur ; 5, coupe optique méridienne d'un grain brisé ; 6, schéma d'interprétation de l'exine en coupe optique équatoriale.



Diervilla lonicera Mill.

PLANCHE 63

Lonicera villosa (Michx.) R. & S.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à Lanoraie, Québec, par H. Roy en 1932 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).

Préparation Richard n° 257.

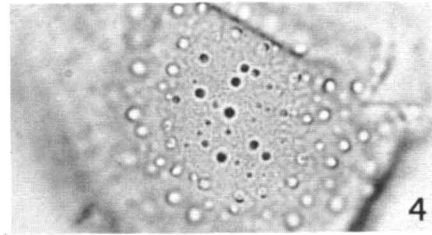
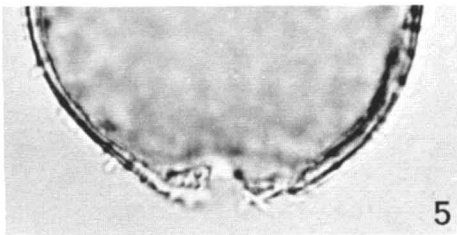
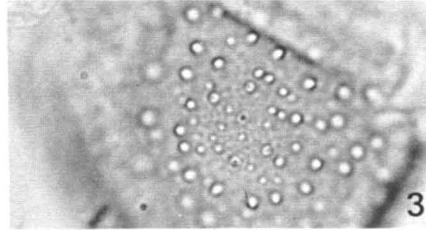
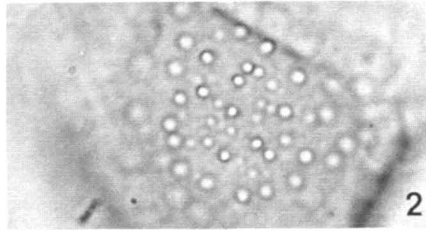
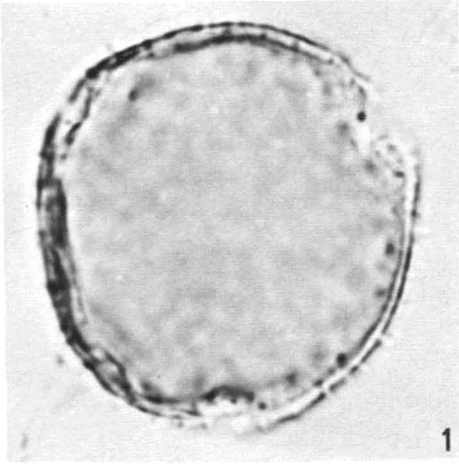
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires (?), 3-colporés ; très bréviaxes, subcirculaires en vue polaire.

DIMENSIONS : $E = 51,2 \mu \pm 3,0$ ($N = 10$), P environ 40μ (cf. remarque pl. 62 (dimensions)).

APERTURES : l'*ecteoaperture* est un sillon fusiforme très court ($t = 30-40 \mu$), à bords assez nets ; l'*endoaperture* est un pore peu distinct, elliptique, de 10μ environ, allongé suivant l'équateur.

EXINE : tectée ; tectum échinulé. Épines relativement fines et de diamètre à peu près uniforme, plus ou moins longues. *Ectexine* très légèrement infléchié vers l'extérieur aux apertures ; bacules petits, visibles en L-0 analyse. *Endexine* mince, détachée de l'*ectexine* aux pores ; le contour interne est irrégulier. Épaisseur total 1μ ; épines $1-2 \mu$.

Figures (x 1000) : *vues polaires* : 1, coupe optique équatoriale ; 2, sommet des épines ; 3, niveau médian, sommet des bacules ; 4, pied des bacules ; 5, détail de l'aperture.



Lonicera villosa (Michx.) R. & S.

PLANCHE 64

Lonicera canadensis Bartr.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à la Cité universitaire Laval, Québec, par G. Lemieux en 1960 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval), dans un peuplement naturel. Préparation Richard n° 251.

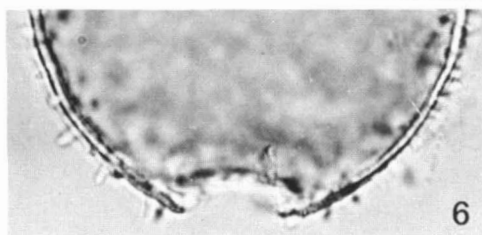
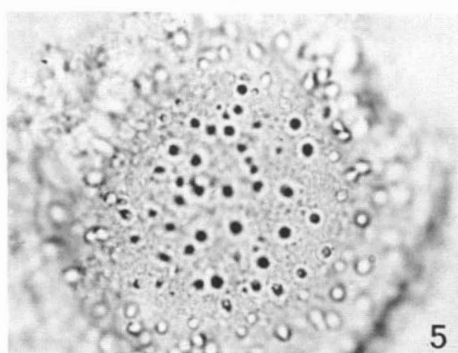
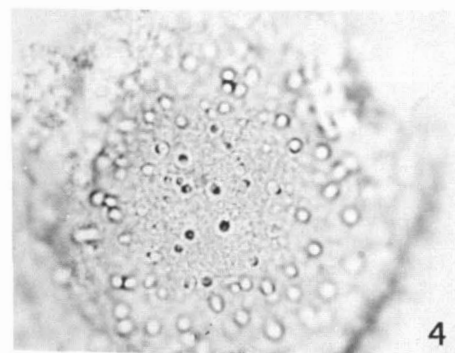
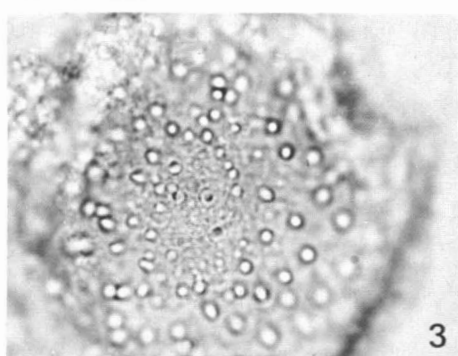
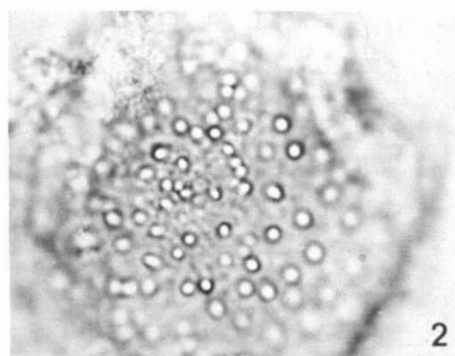
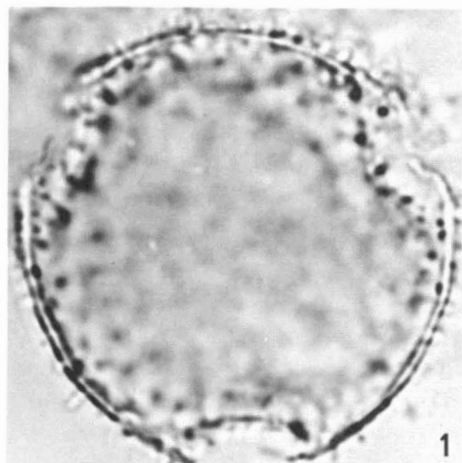
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires (?), 3-colporés ; très bréviaxes, subcirculaires en vue polaire.

DIMENSIONS : $E = 53,7 \mu \pm 2,7$ ($N = 10$), P environ 58μ (cf. remarque pl. 62 (dimensions)).

APERTURES : l'ectoaperture est un sillon elliptique très court ($t = 40 \mu$ environ), à bords peu nets ; l'endoaperture est un pore peu distinct, elliptique, de $5-10 \mu$ environ.

EXINE : tecté ; tectum échinulé. Épines relativement fines, assez longues, de diamètre à peu près uniforme. Ectexine peu distincte de l'endexine ; bacules très petits, visibles en L-0 analyse. Endexine mince à contour interne irrégulier. Épaisseur totale : $1,0 \mu$; épines 1-3 μ .

Figures (x 1000) : vues polaires ; 1, coupe optique équatoriale ; 2, sommet des épines ; 3, sommet des bacules ; 4, pied des bacules ; 5, triangle polaire ; 6, détail de l'aperture et de l'exine.



Lonicera canadensis Bartr.

PLANCHE 65

Lonicera involucrata (Richards.) Banks*(Caprifoliaceae)*

Récolté au Lac-à-Pierre, Québec, par G. Lemieux en 1963 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 255.

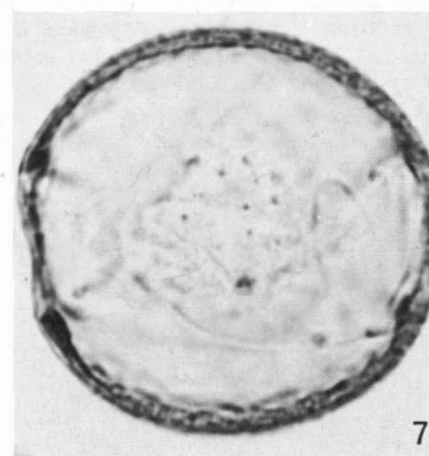
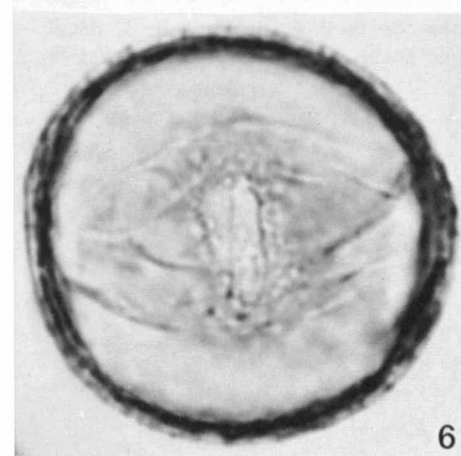
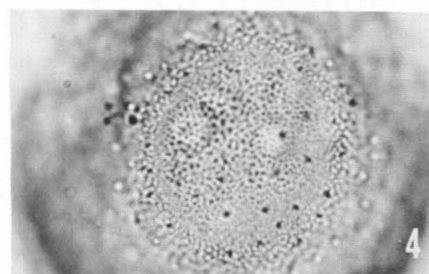
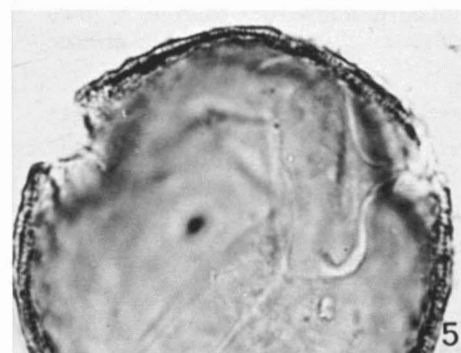
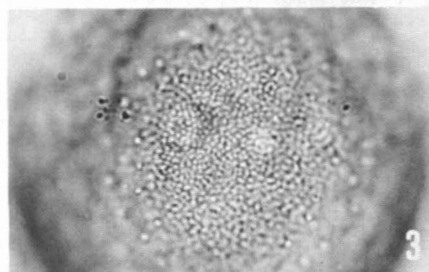
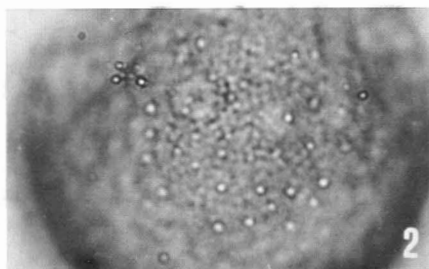
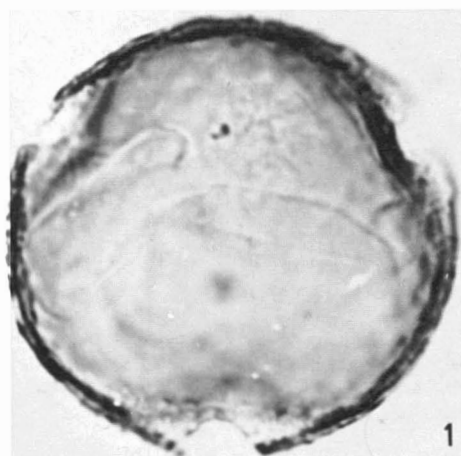
SYMÉTRIE ET FORME : pollens para-isopolaires, 3-colporés ; plus ou moins bréviaxes, plus ou moins elliptiques en vue méridienne, subcirculaires en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $55,2 \mu \pm 4,1$ (N = 11), E = $49,3 \mu \pm 4,5$ (N = 9).

APERTURES : l'*ecteoaperture* est un sillon fortement elliptique, court (t = 35-40 μ), à bords plus ou moins nets ; l'*endoaperture* est un pore elliptique, de 10 μ environ, peu distinct.

EXINE : tectée, tectum échinulé. Épines pointues, fines et courtes, de taille uniforme. *Ectexine* distincte de l'*endexine* ; bacules petits, nets en L-0 analyse et en coupe. *Endexine* mince, à contour interne très irrégulier. Épaisseur de l'exine 1,8 μ ; épines : 1 μ .

Figures (x 1000) : 1 à 5 : *vues polaires* ; 1, coupe optique équatoriale ; 2, épines supratectales, points brillants ; 3, sommet des bacules ; 4, pied des bacules (ombre des épines) ; 5, détail de la coupe optique ; 6, 7 : *vues méridiennes* ; 6, sillon de face ; 7, coupe optique méridienne.



Lonicera involucrata (Richards.) Banks

PLANCHE 66

Lonicera dioica L.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à Pointe Châteauguay, Québec, par G. Lemieux en 1960 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).

Préparation Richard n° 253.

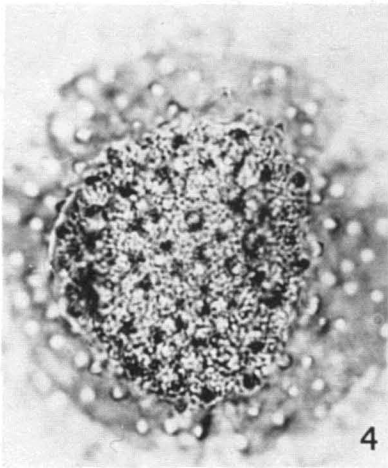
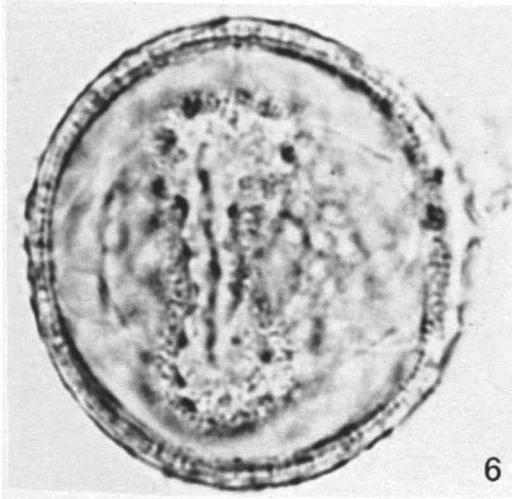
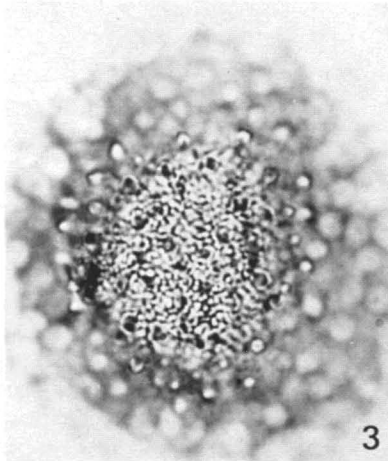
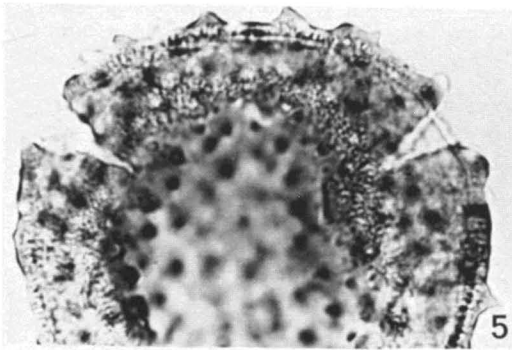
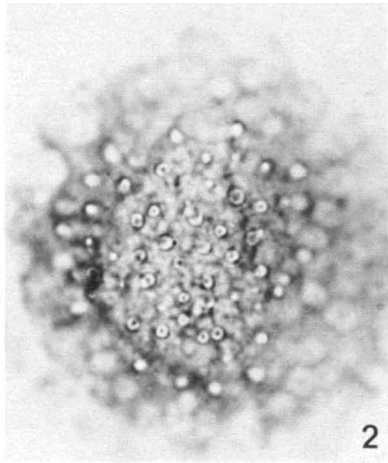
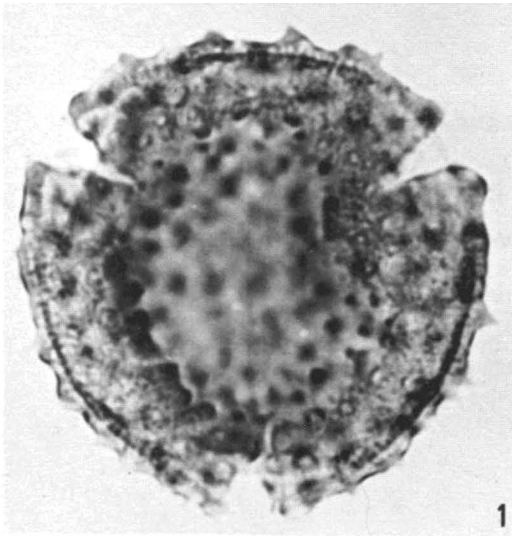
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires (?), 3-colporoïdés, plus ou moins équiaux, généralement bréviaxes, plus ou moins elliptiques en vue méridienne, subcirculaires en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $66,5 \mu \pm 3,9$ (N = 10), E = $58,1 \mu \pm 2,2$ (N = 8).

APERTURES : l'ectoaperture est un sillon fusiforme très court ($t = 30-40 \mu$), à bords assez nets, plus ou moins ondulants ; l'endoaperture est un poroïde très peu distinct.

EXINE : tectée ; tectum ondulé, bosselé, perforé, échinulé. Épines pointues de forme à peu près triangulaire (angle au sommet 60°), généralement situées sur les bosses du tectum. Ectexine légèrement épaissie aux bords des sillons ; bacules un peu plus longs sous les épines, très nets. Endexine mince, distincte de l'ectexine, à contour interne irrégulier. Épaisseurs : endexine 1μ , ectexine $1,8 \mu$, épines $1-2 \mu$ environ.

Figures ($\times 1000$) : 1 à 5 : vues polaires ; 1. coupe optique équatoriale ; 2, 3, 4 : L-0 analyse de l'exine ; 2, épines en surface ; 3, sommet des bacules qui forment une voûte sous le tectum, les points noirs très nets correspondent aux perforations du tectum ; 4, pied des bacules (points noirs), les taches grises circulaires correspondent à l'ombre de la base des épines ; 5, détail de la coupe optique ; 6, vue méridienne, coupe optique de profil (on devine la forme d'un sillon de face).



Lonicera dioica L.

PLANCHE 67

Viburnum alnifolium Marsh.

(Caprifoliaceae)

Récolté au Mont Sainte-Marie, Québec, par Dore et Beales en 1966 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 261.

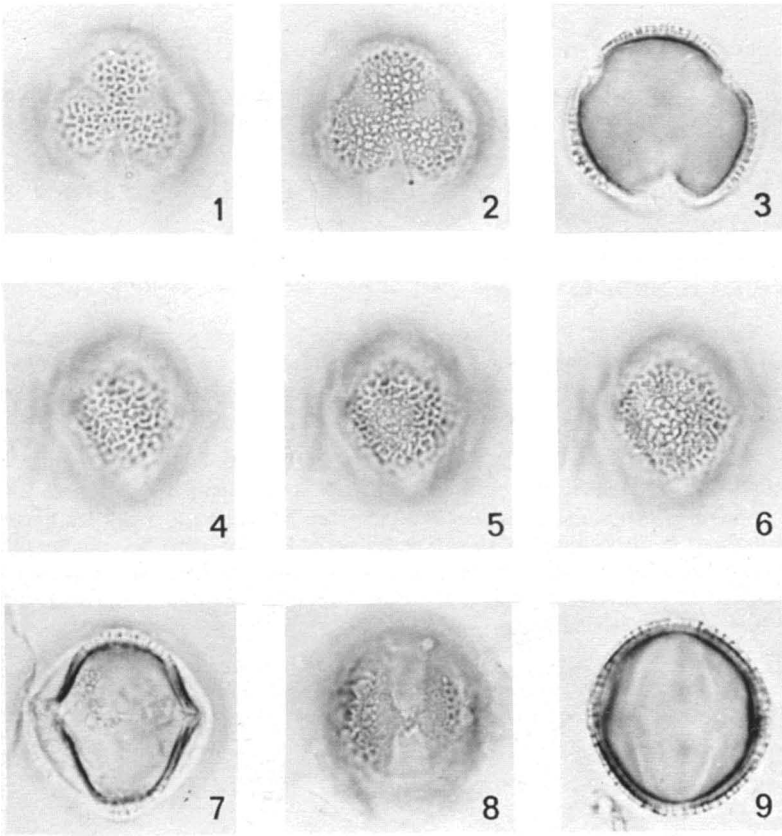
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; plus ou moins équiaxes, subcirculaires à elliptiques en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaires.

DIMENSIONS : P = $27,5 \mu \pm 2,0$ (N = 10), E = $21,7 \mu \pm 1,7$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 5-6 \mu$), à marges peu nettes, soulevé à l'équateur formant un bec ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre de 2μ environ.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles petites, au contour irrégulier, simplibaculé. Bacules petits et courts, se rapetissant vers le bord des sillons, formant une marge. Quelques bacules sont parfois isolés dans les mailles. *Endexine* détachée de l'*ectexine* aux pores. Épaisseur totale $1-1,5 \mu$; *endexine* = $\frac{1}{2}$ *ectexine* environ.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, réseau de surface ; 2, pied des bacules et triangle polaire ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 9 : vues méridiennes ; 4-5-6 : L-0 analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, réseau de surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules ; 7, contour des sillons ; 8, sillon de face ; 9, coupe optique méridienne.



Viburnum alnifolium Marsh.

PLANCHE 68

Viburnum cassinoïdes L.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à Sainte-Foy, Québec, par G. Lemieux en 1962 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 263.

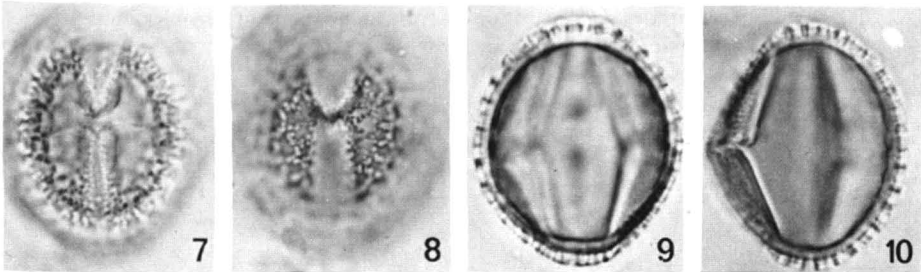
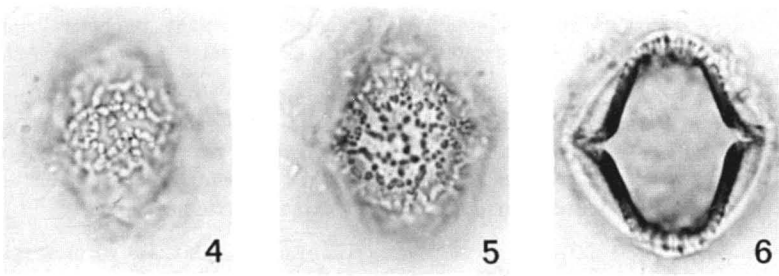
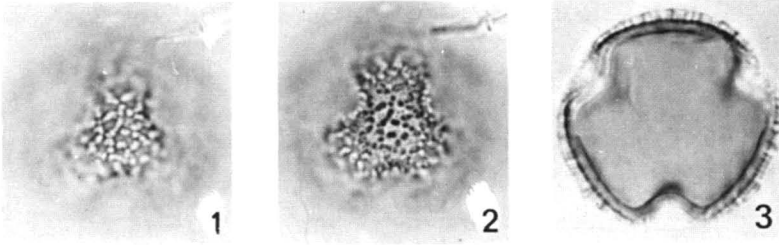
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; longiaxes, elliptiques à subrhomboïdaux en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $30,0 \mu \pm 2,4$ (N = 10), E = $28,6 \mu \pm 1,2$ (N = 10).

APERTURES : l'*Pecteoaperture* est un sillon long ($t = 6-8 \mu$), à marges peu nettes, soulevé à l'équateur formant un bec ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre $2-3 \mu$ environ.

EXINE : intectée. Pilas disposés en réseau, plus courts vers les sillons, généralement plus longs aux pôles. Bacules de diamètre très variable ; présence de petits bacules très courts dans les mailles. *Endexine* très épaisse. Épaisseur totale $2-3 \mu$; *endexine* \leq *ectexine*.

Figures ($\times 1000$) : 1, 2, 3 : *vues polaires* ; 1, pilas en surface, plus ou moins contigus ; 2, pied des bacules (pila) ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 10 : *vues méridiennes* ; 4, sommet des pilas (en surface) ; 5, pied des bacules (remarquer la disposition en réseau et les petits bacules dans les mailles) ; 6, contour des sillons (*endexine* très épaisse) ; 7, sillon de face, bec saillant ; 8, sillon de face, niveau médian ; 9, coupe optique méridienne normale ; 10, coupe optique méridienne de profil.



Viburnum cassinoïdes L.

PLANCHE 69

Viburnum lentago L.*(Caprifoliaceae)*

Récolt : Montréal, Québec, par A. Lafond en 1937 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).

Préparation Richard n° 265.

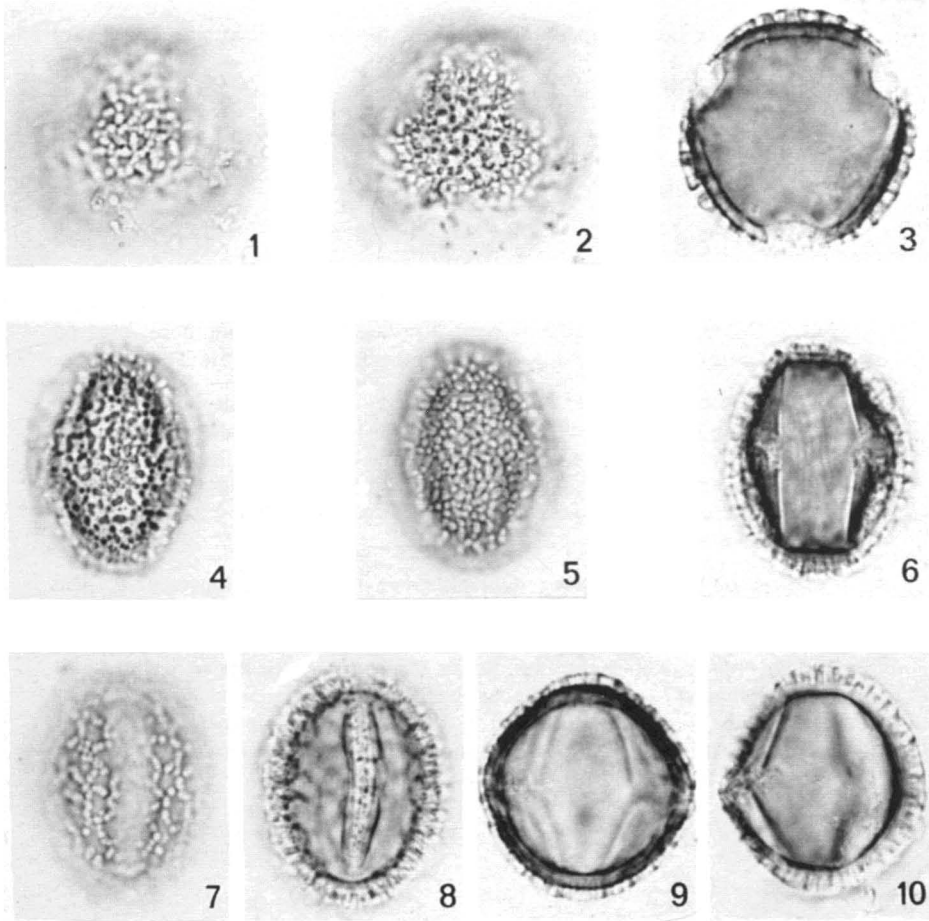
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; longiaxes, elliptiques à subrhomboïdaux en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $28,8 \mu \pm 1,9$ (N = 10), E = $26,3 \mu \pm 2,4$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 7-9 \mu$), à marges plus ou moins distinctes, souvent soulevé à l'équateur, formant un bec ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre $5-8 \mu$; membrane aperturale verruqueuse.

EXINE : intectée. Pilas disposés en réseau, plus courts vers les sillons, généralement plus longs aux pôles. Bacules de diamètre très variable ; présence de petits bacules très courts dans les « mailles ». *Endexine* épaisse, épaissie près des sillons. Épaisseur totale $3-4 \mu$; *endexine* \leq *ectexine*.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : *vues polaires* ; 1, pilas en surface, plus ou moins contigus ; 2, pied des bacules (pilas) ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 10 : *vues méridiennes* ; 4, sommet des pilas (bacules) ; 5, pied des bacules (remarquer la disposition en réseau, et les petits bacules dans les mailles) ; 6, contour des sillons ; 7, sillon de face ; 8, sillon de face, plan médian (remarquer les épaississements des bords du sillon) ; 9, coupe optique méridienne normale ; 10, coupe optique méridienne de profil.



Viburnum lentago L.

PLANCHE 70

Viburnum edule (Michx.) Raf.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à la Forêt Expérimentale Montmorency, Québec, par P. Richard en 1966.

Préparation Richard n° 133.

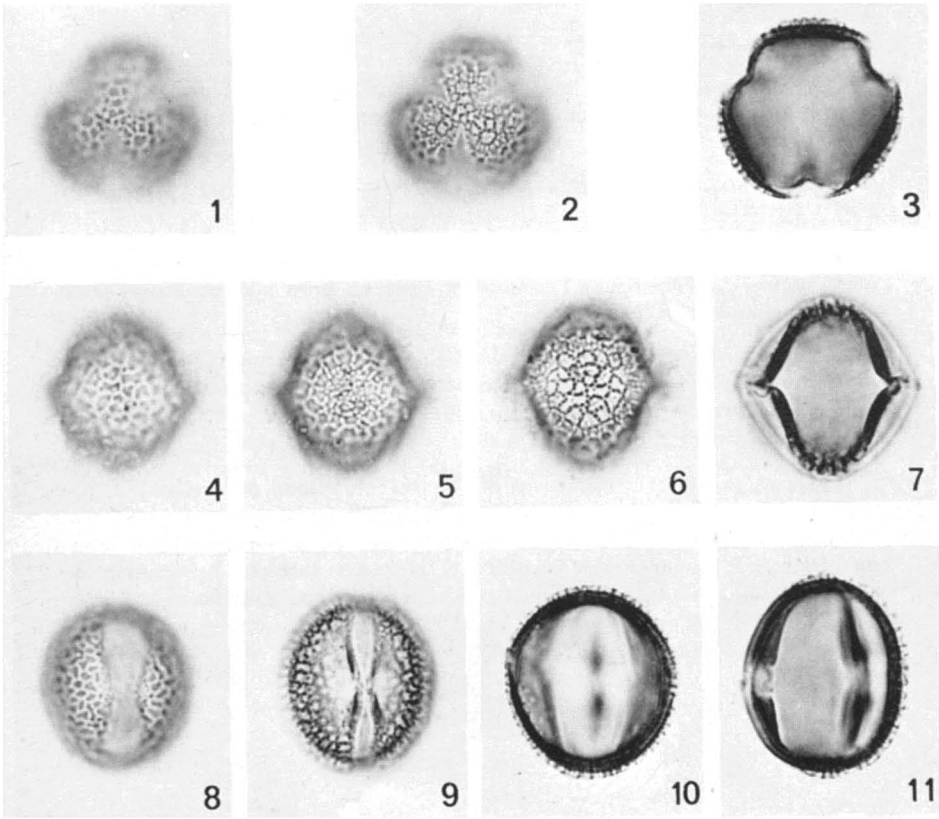
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; plus ou moins équiaxes, elliptiques à subrhomboïdaux en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $23,5 \mu \pm 2,3$ (N = 10), E = $21,7 \mu \pm 1,8$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 3 \mu$), à bords nets, saillant à l'équateur formant un bec ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre 3μ environ ; membrane aperturale d'aspect lisse.

EXINE : intectée, réticulé. Réseau à mailles irrégulières de taille variable, plus grandes au centre du mésocolpe qu'aux pôles ou à la marge des sillons, simplibaculé. Bacules de diamètre variable, plus longs au centre du mésocolpium qu'à la marge des sillons. Présence de petits bacules dans les mailles, ainsi que de taches noires près des angles. Épaisseur totale $2,2 \mu$; endexine $1,0 \mu$, ectexine $1,2 \mu$.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : *vues polaires* ; 1, réseau de surface ; 2, pied des bacules, triangle polaire ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 11 : *vues méridiennes* ; 4, 5, 6 : L-0 analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, réseau de surface (remarquer les bacules, points blancs, et les taches noires dans les angles des mailles) ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules ; 7, contour des sillons (endexine épaisse) ; 8, sillon de face, en surface ; 9, sillon de face, plan médian ; 10, coupe optique méridienne normale ; 11, coupe optique méridienne de profil.



Viburnum edule (Michx.) Raf.

PLANCHE 71

Viburnum trilobum Marsh.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à Pied-du-Lac, Québec, par P. Richard en 1964 (Herbier Fac. For. et Géod., Univ. Laval).
Préparation Richard n° 267.

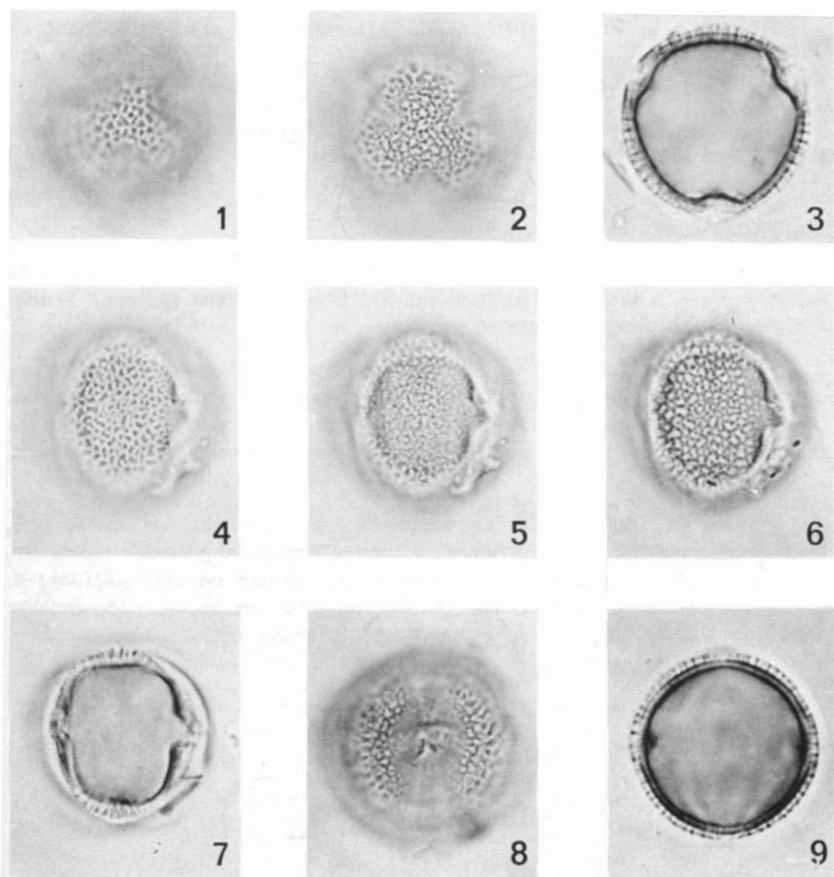
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; longiaxes à équi-axes, elliptiques à subcirculaires en vue méridienne, subcirculaires à trilobés en vue polaire.

DIMENSIONS : $P = 23,4 \mu \pm 1,0$ ($N = 10$), $E = 22,5 \mu \pm 2,3$ ($N = 10$).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 4-5 \mu$), à bords peu nets, soulevés à l'équateur ; l'*endoaperture* est un pore plus ou moins circulaire de diamètre 4μ environ.

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles petites, de taille à peu près uniforme sur toute la surface, simplibaculé. Bacules isodiamétriques, plus longs au centre du mésocolpium qu'à la marge des sillons. Épaisseur totale $2,0 \mu$; endexine $1,2 \mu$, ectexine $0,8 \mu$.

Figures (x 1000) : 1 à 3 : *vues polaires* ; 1, réseau de surface ; 2, pied des bacules et triangle polaire ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 9 : *vues méridiennes* ; 4, 5, 6 : L-0 analyse de l'exine sur un mésocolpium ; 4, réseau de surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules ; 7, contour des sillons ; 8, sillon de face, bec saillant ; 9, coupe optique méridienne.



Viburnum trilobum Marsh.

PLANCHE 72

Sambucus pubens Michx.*(Caprifoliaceae)*

Récolté à la Forêt Expérimentale Montmorency, par P. Richard en 1966.

Préparation Richard n° 117.

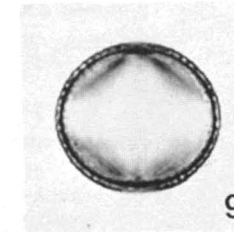
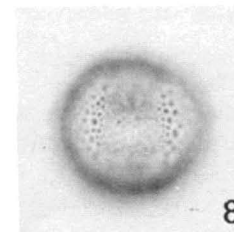
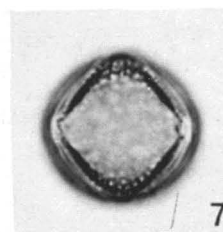
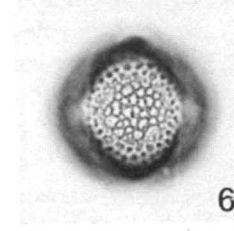
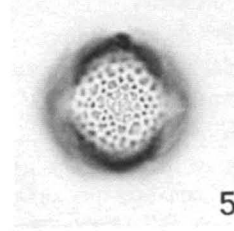
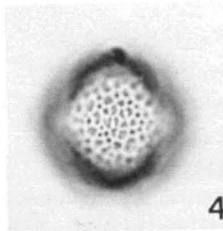
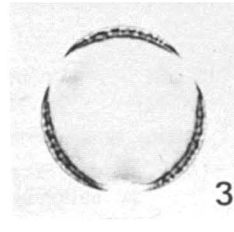
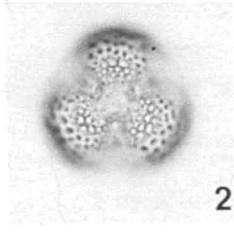
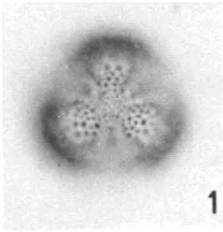
SYMÉTRIE ET FORME : pollens isopolaires, 3-colporés ; équiaxes, elliptiques en vue méridienne, circulaires en vue polaire.

DIMENSIONS : P = $20,9 \mu \pm 1,5$ (N = 10), E = $20,1 \mu \pm 2,5$ (N = 10).

APERTURES : l'*ectoaperture* est un sillon long ($t = 4 \mu$), à marges peu nettes, soulevé à l'équateur formant un bec plus ou moins saillant ; l'*endoaperture* est un pore de diamètre environ 4μ .

EXINE : intectée, réticulée. Réseau à mailles de taille variable au centre du mésocolpium, à contour irrégulier, simplibaculé. Bacules plus longs au centre du mésocolpium qu'au bord des sillons ; présence de petits bacules et de taches noires dans les mailles. *Endexine* mince. Épaisseur totale environ 1μ .

Figures (x 1000) : 1 à 3 : vues polaires ; 1, réseau de surface ; 2, pied des bacules et triangle polaire ; 3, coupe optique équatoriale ; 4 à 9 : vues méridiennes ; 4, 5, 6 : L-0 analysé de l'exine sur un mésocolpium ; 4, réseau de surface ; 5, sommet des bacules ; 6, pied des bacules ; 7, contour des sillons ; 8, sillon de face, bec saillant ; 9, coupe optique méridienne.



Sambucus pubens Michx.

Clé générale d'identification générique

Cette clé s'inspire grandement de celle présentée dans le traité de K. Faegri et J. Iversen, 1964. On voudra bien y référer pour l'illustration des types morphologiques.

Seuls les genres traités dans cet atlas ont été inclus dans cette clé. Une identification plus poussée peut être obtenue par les clés d'identification spécifique incorporées dans le texte. Elles ont été dressées pour les genres *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Fraxinus*, *Lonicera*, *Picea*, *Pinus*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Ulmus* et *Viburnum*.

Clé des types morphologiques

- | | | |
|-----|--|------------------|
| a. | grains sans apertures distinctes | |
| b. | grains vésiculés
(à ballonnets, boursoflés, etc.) | 1 VÉSICULÉS |
| bb. | grain non-vésiculés | 2 INAPERTURÉS |
| aa. | grains munis d'apertures distinctes | |
| b. | présence de sillons, pas de pores libres | |
| c. | sillons dépourvus de pores ou de
sillons transversaux | |
| d. | trois sillons | 3 TRICOLPÉS |
| dd. | plus de trois sillons, \pm paral-
lèles, convergeants aux pôles | 4 STÉPHANOCOLPÉS |
| cc. | sillons percés par un pore ou traversés
par un petit sillon transversal | 5 TRICOLPORÉS |
| bb. | présence de pores libres, sans sillons | |
| c. | trois pores | 6 TRIPORÉS |
| cc. | plus de trois pores | |
| d. | pores \pm équatoriaux | 7 STÉPHANOPORÉS |
| dd. | pores \pm uniformément répartis sur le
grain | 8 PÉRIPORÉS |

Clé des genres

- | | | | |
|-----|---|----------------|-------|
| 1. | VÉSICULÉS | | |
| 1 - | un seul ballonnet annulaire, rudimentaire,
exine boursoflée | <i>Tsuga</i> | pl. 3 |
| 1 - | deux ballonnets \pm sphériques | 2 | |
| 2 - | ballonnets non-exorbités, \pm fondus dans le
corps du grain | <i>Picea</i> * | pl. 4 |
| 2 - | ballonnets exorbités, forte constriction entre
les ballonnets et le corps du grain | 3 | |
| 3 - | exine amincie au pôle proximal, grand dia-
mètre du corps du grain : 100 μ | <i>Abies</i> | pl. 2 |

* Voir la clé d'identification spécifique.

3 – pas d'amincissement de l'exine au pôle proximal, grand diamètre du corps du grain : 50-60 μ	<i>Pinus*</i>	pl. 8
2. INAPERTURÉS		
1 – grains anguleux	<i>Taxus</i>	pl. 1
1 – grains \pm sphériques	2	
2 – diamètre environ 100 μ	<i>Larix</i>	pl. 7
2 – diamètre < 40 μ	3	
3 – exine d'aspect réticulé	<i>Populus*</i>	pl. 16
3 – exine finement verruqueuse, 27 μ	<i>Juniperus</i>	pl. 13
3 – exine finement granuleuse, 34 μ	<i>Thuja</i>	pl. 12
3. TRICOLPÉS		
1 – exine verruqueuse	<i>Quercus*</i>	pl. 35
1 – exine striée (striato-réticulée)	<i>Acer*</i>	pl. 48
1 – exine nettement réticulée	2	
2 – grains \pm équiauxes, réseau à mailles régulières, petites	<i>Fraxinus*</i>	pl. 61
2 – grains longiauxes	3	
3 – axe polaire 25 μ environ	<i>Salix</i>	pl. 14
3 – axe polaire 40 μ environ	<i>Acer*</i>	pl. 49
4. STÉPHANOCOLPORÉS		
généralement 4 sillons	<i>Fraxinus*</i>	pl. 59
5. TRICOLPORÉS		
1 – exine tectée	2	
1 – exine intectée	5	
2 – tectum échinulé	<i>Lonicera*</i>	pl. 63
2 – tectum scabre	<i>Rhamnus</i>	pl. 54
2 – tectum fovéolé, pore elliptique transversal	<i>Tilia</i>	pl. 55
2 – tectum verruqueux, endexine perforée	<i>Cornus</i>	pl. 56
2 – tectum strié	3	
3 – axe polaire \pm 50 μ , équateur constricté	<i>Rhus</i>	pl. 46
3 – axe polaire < 40 μ	4	
4 – endexine détachée de l'ectexine aux pores, formant un vestibule plat	<i>Acer*</i>	pl. 49
4 – ectexine infléchie vers l'extérieur aux pores, formant un bec	<i>Prunus*</i>	pl. 43
5 – grains échinulés	<i>Diervilla</i>	pl. 62
5 – grains réticulés	6	
5 – grains munis de pilas	7	
6 – exine épaisse > 1,3 μ	<i>Viburnum*</i>	pl. 67
6 – exine mince < 1,3 μ	<i>Sambucus</i>	pl. 72
7 – gros pilas distincts, disposés en réseau régulier, diamètre des grains 30 μ	<i>Viburnum*</i>	pl. 68
7 – petits pilas indistincts, obscurément disposés en crêtes ou en réseau	<i>Fagus</i>	pl. 34
6. TRIPORÉS		
1 – pores vestibulés	<i>Betula*</i>	pl. 27
1 – pores non-vestibulés	2	

* Voir la clé d'identification spécifique.

2 – diamètre équatorial $> 40 \mu$	<i>Carya</i> *	pl. 22
2 – diamètre équatorial $< 40 \mu$	3	
3 – pores non-saillants, operculés	<i>Celtis</i>	pl. 42
3 – pores \pm saillants	4	
4 – bacules visibles en L-0 analyse, endexine atténuée autour des pores	<i>Myrica</i>	pl. 20
4 – bacules invisibles en L-0 analyse, tectum scabre	5	
5 – grains bréviaxes, subtriangulaires en vue po- laire, pores légèrement saillants	<i>Corylus</i>	pl. 24
5 – grains \pm équiaux, subcirculaires en vue po- laire, pores brusquement saillants	<i>Ostrya, Carpinus</i>	pl. 25-26
7. STÉPHANOPORÉS		
1 – pores vestibulés, diamètre équatorial $< 30 \mu$ épaississements arcués joignant les pores	<i>Alnus</i> *	pl. 32
1 – pores non-vestibulés, diamètre équatorial $>$ 30μ	<i>Ulmus</i> *	pl. 39
8. PÉRIPORÉS		
pores localisés sur un même hémisphère	<i>Juglans</i>	pl. 21

Références

- AUBERT J. *et al.*, 1959. Étude palynologique de quelques Oléacées de Provence. *Pollen et Spores*, **1** (1) : 7-13.
- BARTH, O. M. et SILVA, S. A. F., 1963. Catalogo Sistematica dos Polens das Plantas arboreas do Brasil Meridional. IV. *Cunoniaceae, Rosaceae e Connaraceae*. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Brésil, **61** (3) : 411-427.
- CHAMBERS, T. C. et GODWIN, H., 1961. The fine structure of the pollen wall of *Tilia platyphyllos*. *The New Phytologist*, **60** : 393-399.
- CHAUDHURI, S. K. et MALLIK, N., 1965. Pollen morphological studies of the order *Malvales*. *Bull. Bot. Soc. Bengal*, **19** (1) : 32-36.
- GUINET, Ph., 1962. Pollens d'Asie tropicale, I. *Trav. Sect. Scient. et Techn., Inst. fr. Pondichéry*, 8 p., ill., 52 pl.
- HELMICH, D. E., 1963. Pollen morphology in the maples (*Acer* L.). *Papers Mich. Ac. Sci., Arts & Letters*, **48** : 151-164.
- HOROWITZ, A. et BAUM, B., 1967. The arboreal pollen flora of Israel. *Pollen et Spores*, **9** (1) : 71-93.
- RADULESCU, D., 1960. Date palinologica referitoare la speciile spontane si la unele specii cultivate din Familia *Caprifoliaceae*, R. P. R. *Acta Bot. Horti Bucurestiensis* : 289-299.
- REITSMA, F., 1966. Pollen morphology of some European *Rosaceae*. *Acta Bot. Neerl.*, **15** : 290-307.
- RICHARD, P., 1970. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec I. Introduction générale — II. Gymnospermes. *Naturaliste can.*, **97**(1) : 1-34.
- STRAKA, H., 1954. Die Pollenmorphologie der europäischer *Cornus*-Arten und einiger ähnlicher Pollentypen, in *Flora*; F. Firbas, K. Mothes, A. Pirson éd., Gustav Fischer Verlag, Jena.
- TARNAVSKI, I. T. et SERBANESCU-JITARU, G., 1960. Cercetari asupra morfologiei polenului Oleaceelor din R. P. R. *Acta Bot. Horti Bucurestiensis* : 281-287.
- WITTMAN, G. et WALKER, D., 1965. Towards simplification in sporoderm description. *Pollen et Spores*, **7** (3) : 443-456.

* Voir la clé d'identification spécifique.

INFLUENCE DE LA NUTRITION POTASSIQUE SUR LA RÉSISTANCE AU FROID DU FRAISIER ET CHANGEMENTS DANS LA COMPOSITION MINÉRALE AU COURS DE L'ENDURCISSEMENT¹

R. BÉDARD et H.P. THERRIEN

Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec 10e, Québec

Résumé

Nous avons étudié l'influence du niveau de potassium sur la résistance au froid du fraisier et les changements dans la composition minérale de la partie aérienne de la plante au cours de l'endurcissement. Le niveau de potassium a influencé de façon très marquée la survie des plants soumis à des températures de -1° à -8°C . L'endurcissement a modifié la teneur en N total, Na et Mn des feuilles.

Abstract

The influence of the potassium level on the cold resistance of strawberry and changes in the mineral content of the leaves and petioles during hardening were studied. The potassium level influenced significantly the resistance of the plant to low temperatures. Total N, Na and Mn content of the leaves changed during hardening.

Introduction

Plusieurs chercheurs ont rapporté que le potassium jouait un rôle important dans le développement de la résistance au froid hivernal de quelques espèces de graminées et légumineuses (2, 4, 5, 6, 7). Ainsi, lors d'essais de fertilisation de la luzerne, on a trouvé une corrélation positive élevée entre la teneur en potassium disponible dans le sol et le degré de survie de cette plante (4, 6, 7).

À notre connaissance, un seul rapport sur le fraisier cultivé mentionne que lorsque le milieu nutritif est déficient en magnésium et en potassium, les dommages par le froid hivernal sont plus élevés (1).

Divers chercheurs ont trouvé des variations importantes dans la composition minérale et organique de quelques espèces au cours de leur endurcissement au froid (2, 5). Cependant, une telle étude n'a pas encore été faite avec le fraisier.

1. Contribution No 80, Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec.

Cet article rapporte les résultats d'une étude préliminaire de l'influence de la nutrition potassique sur la résistance du fraisier aux basses températures et sur les variations de la composition minérale de cette plante durant l'endurcissement au froid en milieu contrôlé.

Matériel et méthodes

ENDURCISSEMENT AU FROID

Nous avons utilisé des plants de fraisier, *Fragaria ananassa* Duch., cultivar Redcoat, arrachés en novembre 1967 des parcelles expérimentales de la Faculté d'agriculture, Université Laval, Ste-Foy. Ces plants furent entreposés à $0^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ jusqu'à leur utilisation. Nous les avons d'abord fait croître en serre pendant une période de six semaines, puis nous les avons placés dans une chambre d'endurcissement au froid dans les conditions ambiantes décrites ci-dessous.

Températures d'endurcissement :

Jour	Nuit	Durée de traitement (jours)
18°C	13	3
16	10	3
13	7	3
10	5	3
7	2	3
5	0	3
2	0	4
0	-1	3

Éclairément : diminution graduelle de 34,500 à 800 lux.

Photopériode : 12 heures.

Durant les périodes de croissance et d'endurcissement, nous avons utilisé le quartz comme support des plants et une solution nutritive complète (3) sauf pour le potassium. Les concentrations de cet élément furent de 0, 50, 100 et 150 ppm.

TESTS DE FROID ET DE SURVIE

Des tests de froid permettant de suivre l'évolution de l'endurcissement furent effectués après les 15ième, 20ième et 25ième jours de la période d'endurcissement décrite précédemment. Avant de placer les pots dans le cabinet à froid, nous avons coupé le feuillage de chaque plant afin d'assurer une meilleure circulation d'air dans le cabinet. Les températures expérimentales furent de -4 , -6 et -8°C , durant 3 heures, avec un taux d'abaissement de 1°C par 30 minutes. Après un dégel lent, les plants traités ainsi que les

témoins (-1°C) furent remis en conditions favorables à la croissance, i.e. (a) température : 24°C , le jour, et 18°C , la nuit ; (b) éclaircissement : 32,000 lux ; (c) photopériode : 16 heures ; (d) solution nutritive complète contenant un niveau adéquat de K.

Après quatre semaines de croissance, nous avons coupé et fait sécher la partie aérienne des plantes. La matière sèche a servi de critère d'évaluation de l'endurcissement et de la résistance au froid. En effet, les plants les plus endurcis sont moins endommagés par le froid et, par la suite, leur taux de croissance et de production de matière sèche est supérieur à celui des plants moins bien endurcis. Les plants qui n'ont pu survivre aux tests de froid ont reçu des valeurs de production de matière sèche de 0.00. Ces valeurs ont été utilisées dans la détermination des moyennes (tableaux 2 et 3).

COMPOSITION MINÉRALE

Avant et après la période d'endurcissement, nous avons prélevé et analysé des échantillons de feuilles et de pétioles afin d'en connaître la teneur en certains éléments minéraux. L'analyse de K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe et Mn a été faite par spectrophotométrie d'absorption atomique, celle de P, par la méthode au métavanadate et celle de N, par la méthode Kjeldahl (analyseur automatique Technicon).

Une seule analyse a été faite pour chaque élément sauf pour N total où nous en avons fait deux. L'échantillon analysé a été obtenu en mélangeant, soit les feuilles, soit les pétioles de 6 plants avant et de 8 plants après la période d'endurcissement. La quantité de matériel végétal requise pour toutes les analyses était trop élevée pour permettre une analyse par plant individuel comme cela aurait été souhaitable de le faire.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Dans cette expérience, nous avons utilisé un dispositif complètement randomisé. Pour l'analyse des données, nous avons employé un modèle statistique à trois facteurs (nombre de jours d'endurcissement, niveau de K de la solution et T° au cours du test de froid).

Résultats et discussion

L'analyse statistique des données présentée au tableau 1 montre que les trois effets principaux (J, T et K) sont significatifs. Toutefois, certaines interactions l'étant également, notre discussion ne portera forcément que sur ces dernières.

TABLEAU 1

Analyse de variance de la production de matière sèche
par plant après un test de froid.

Source de variation	D.L.	M.C.	Valeur de F
Nombre de jours d'endurcissement (J)	2	2.06	8.66**
Température lors du test de froid (T)	3	14.70	61.94**
Niveau de K dans la solution nutritive (K)	3	2.90	16.42**
J x T	6	0.70	2.94*
J x K	6	0.24	1.00
T x K	9	0.71	2.99**
J x T x K	18	0.12	0.51
Erreur	48	0.24	

* Significatif au seuil $P > 0.05$

**Significatif au seuil $P > 0.01$

TABLEAU 2

Effet du degré d'endurcissement et de la température au cours du test de froid
sur la résistance au froid du fraisier, exprimée en grammes
de matière sèche produite par plant.

Nombre de jours d'endurcissement	Température au cours du test de froid			
	-1°C (témoin)	-4°C	-6°C	-8°C
15	1.98 ^{a,b}	0.65	0.00	0.00
20	1.70	1.08	0.03	0.00
25	1.75	1.53	0.94	0.25

a, moyenne de 6 plants

b, S.E. $\bar{x} = 0.17$

Dans le tableau 2, nous voyons que l'acquisition de la résistance au froid, exprimée par le poids de la matière sèche des plantes, n'est manifeste qu'au 25^{ième} jour de la période d'endurcissement. En effet, ce n'est qu'après un tel degré d'endurcissement que la plupart des plants ont pu survivre au test à -6°C et, pour quelques-uns, même à une température aussi basse que -8°C.

Après 15 et 20 jours d'endurcissement, seuls les plants traités à -4°C n'ont pas été détruits, mais la matière sèche produite fut très inférieure à celle des plants endurcis durant 25 jours. Ces résultats montrent donc la nécessité d'une exposition suffisamment prolongée à des températures voisines de 0°C pour le développement maximum de la résistance au froid chez le fraisier.

L'augmentation du niveau de potassium de 0 à 50 ppm dans la solution nutritive a influencé de façon significative la survie des plants à -1 et -4°C et leur production subséquente de matière sèche (tableau 3). À -6°C , il y eut également augmentation de résistance quoique de façon non-significative. L'élévation de K à 100 ppm semble avoir accru la résistance des plantes à toutes les températures mais il ne s'agit que d'une tendance, les différences notées n'étant pas significatives.

TABLEAU 3

Effet du niveau K dans la solution nutritive et de la température au cours du test de froid sur la résistance au froid du fraisier, exprimée en grammes de matière sèche produite par plant.

Niveau de K (ppm) dans la solution nutritive	Température au cours du test de froid			
	-1°C (témoin)	-4°C	-6°C	-8°C
0	0.62 ^{a,b}	0.30	0.00	0.00
50	2.12	1.38	0.30	0.00
100	2.22	1.53	0.50	0.23
150	2.28	1.12	0.48	0.10

a, moyenne de 6 plants

b, S.E. $\bar{x} = 0.20$

COMPOSITION MINÉRALE

Les résultats d'analyse minérale d'échantillons de feuilles et de pétioles, prélevés au début et à la fin de la période d'endurcissement, sont présentés dans le tableau 4.

Le pourcentage de K dans les feuilles et les pétioles a augmenté sensiblement avec l'élévation de la concentration de cet élément dans la solution nutritive. Même à 0 ppm, il y avait un certain pourcentage de K dans les parties analysées en raison des réserves présentes au départ dans le collet et les racines.

TABLEAU 4

Teneur en éléments minéraux des feuilles et des pétioles de fraisiers cultivés sous 4 niveaux de potassium au début et à la fin de la période d'endurcissement.

Éléments	Temps du prélèvement	Feuilles				Pétioles			
		K (ppm) dans la solution nutritive				K (ppm) dans la solution nutritive			
		0	50	100	150	0	50	100	150
K (%)	A*	0.38	0.50	0.95	1.21	0.25	0.38	1.43	1.98
	B**	0.32	0.52	1.06	1.53	0.26	0.52	1.11	1.81
N (%)	A	0.85	0.55	0.70	0.80	0.65	0.70	0.75	0.75
	B	2.10	1.89	1.67	1.32	1.32	1.15	0.95	0.98
P (%)	A	0.15	0.10	0.18	0.18	0.12	0.18	0.17	0.20
	B	0.23	0.22	0.21	0.20	0.18	0.19	0.20	0.27
Ca (%)	A	0.66	0.71	0.59	0.58	0.66	0.74	0.78	0.69
	B	0.21	0.91	0.85	0.87	0.93	0.87	1.00	0.91
Mg (%)	A	.19	.23	.22	.20	.23	.22	.21	.19
	B	.36	.35	.31	.28	.34	.32	.27	.25
Na (%)	A	.025	.033	.100	.200	.025	.038	.125	.148
	B	.006	.013	.021	.022	.062	.012	.012	.180
Fe (ppm)	A	66	40	50	100	43	23	33	45
	B	108	56	94	75	49	30	24	29
Mn (ppm)	A	320	200	200	240	38	25	27	29
	B	97	73	77	74	37	21	26	28
Cu (ppm)	A	11	13	13	13	12	13	14	15
	B	18	18	23	19	8	8	10	5

* au début de l'endurcissement

**après 25 jours d'endurcissement

L'accroissement du niveau de K dans la solution a causé une augmentation parallèle de Na dans les feuilles et dans les pétioles, de même qu'une certaine augmentation de Fe dans les feuilles lorsque K atteignait 150 ppm. La variation du potassium dans la solution nutritive ne semble pas avoir influencé la teneur des autres éléments dans les tissus analysés.

Il est intéressant de noter que la teneur en certains éléments dans les feuilles et les pétioles a changé au cours de l'endurcissement. Ainsi, N total a

augmenté surtout dans les feuilles alors que Na a diminué dans les feuilles et les pétioles, et Mn, dans les feuilles.

De façon générale, la teneur en minéraux des pétioles avant la période d'endurcissement était aussi élevée que celle des feuilles, sauf pour Mn. Il semblerait, toutefois, que l'endurcissement ait altéré cette tendance, la teneur en N, Na, et Cu des feuilles étant supérieure à celle des pétioles après l'endurcissement.

Conclusions

Ce travail préliminaire démontre l'importance d'un niveau adéquat de potassium dans le milieu nutritif pour l'acquisition de la résistance au froid chez le fraisier. Il démontre également que certains changements s'effectuent dans la composition minérale de la partie aérienne de la plante au cours de l'endurcissement. Il nous paraît important de poursuivre nos recherches dans ce domaine, en milieu artificiel aussi bien que naturel, afin de mieux comprendre le problème complexe de la résistance de certains végétaux au froid hivernal. De plus, nous sommes d'avis que la connaissance des exigences nutritives du fraisier en relation avec l'endurcissement aux basses températures doit servir de base aux recommandations faites aux producteurs sur la fertilisation adéquate de cette culture.

Remerciements

Les auteurs remercient la compagnie American Potash of Canada et le Conseil des Recherches agricoles du Québec dont la contribution financière a permis la réalisation de ce travail. Ils remercient également MM. G. Rousselle et J. Debroux, pour leur assistance technique.

Références

1. DAVIS, M.B. and F.G. JOHNSON, 1934. Nutritional studies with *Fragaria*. *Scient. Agric.*, **14**: 411-432.
2. DEXTER, S.T., 1956. The evaluation of crop plants for winter hardiness. *Advances in Agronomy*, Academic press Inc. N.Y. Vol. **8**: 203-239.
3. HEWITT, E.J., 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Commonwealth Agri. Bur.
4. KUCINSKI, K.J., W.S. EISEMMENGER and R.W. DONALDSON, 1939. The effect of time of cutting on yields of alfalfa and the use of potash in preventing winter killing of alfalfa. *Bull. agric. Exp. Stn. Mass.*, **355**.
5. LEVITT, J., 1956. The hardiness of plants. Academic Press Inc. N.Y.
6. JUNG, G.A. and Dale SMITH, 1959. Influence of soil potassium and phosphorus content on the cold resistance of alfalfa. *Agron. J.*, **51**: 585-587.
7. WANG, L.G., O.J. ATTOE and E. TRUOG, 1953. Effect of lime and fertility levels on the chemical composition and winter survival of alfalfa. *Agron. J.*, **45**: 381-384.



NOTES ON ASCOSPORE GERMINATION AND MYCELIAL GROWTH OF *NECTRIA GALLIGENA*

MARCEL LORTIE

Faculté de Foresterie et de Géodésie,
Université Laval, Québec

Résumé

En laboratoire, les ascospores du *Nectria galligena* Bres., agent d'un chancre important sur les feuillus, germent facilement en présence d'eau, quelques heures après leur éjection. La germination atteint son maximum à des températures entre 21 et 26.5°C. Les différentes couches de l'écorce de bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.) préparées en poudre et incorporées à de l'eau gélosée stimulent légèrement la germination et la croissance mycéliale en regard de l'eau gélosée seule. Aucune des couches n'a inhibé la germination des spores ou la croissance du champignon. La température optimum pour le développement mycélien se situe près de 21°C et selon le type du milieu à un pH de 4.8 à 5.5. Bien que réduites, germination et croissance ont lieu à $0 \pm 1.5^\circ\text{C}$, ce qui montre que ce pathogène pourrait s'établir dans un arbre durant l'hiver particulièrement à la suite de blessures dues au verglas ou à la neige.

Abstract

Ascospore germination and mycelial growth of *Nectria galligena* Bres. were investigated in the laboratory. Ascospore germination occurs readily in presence of free water within a few hours after discharge and at an optimum temperature between 21 and 26.5°C. The different layers of bark of yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britt.) incorporated into water agar favor the germination and the mycelial growth in comparison with water agar alone. No layer is found inhibitory to germination or growth. Best temperature for growth is near 21°C and, depending on the type of medium used, optimum pH may vary from 4.8 to 5.5. Although much reduced, spore germination and growth may take place at $0 \pm 1.5^\circ\text{C}$; this suggests that inoculation may occur during winter through injuries caused by freezing rain or snow.

Introduction

Ascospores and conidia of *Nectria galligena* Bres. are commonly released, in Québec, even near freezing point (Lortie and Kuntz, 1963). Whether ascospores could germinate at those temperatures thus seemed of paramount importance for understanding the initiation and subsequent development of the cankers caused by this pathogen on forest trees. Munson (1939) is the only

one to have reported that ascospores of this fungus can germinate and that mycelium can develop at low temperatures. He and Wiltshire (1914) reported optimum temperature for growth to be at or around 20°C, except Vinogradova (1957) who mentioned 24 to 25°C. In the light of these informations, it seemed desirable to investigate further on these aspects and to characterize more fully the life-cycle of this pathogen.

Materials and Methods

Tests for ascospore germination were conducted with spores either in suspensions on agar media or in hanging drops. With the first method, freshly collected perithecia were washed several times and crushed in sterile water. Drops of spore suspensions were spread over the surface of solidified media. The plates were then incubated for various periods of time under the conditions proper at each experiment.

In the second method, a cankered stem bearing perithecia was brought into the laboratory and spore discharge was obtained over a cover slip after wetting the fruiting bodies (Lortie and Kuntz, 1963). The cover slips were placed over glass rings resting on damp filter paper. After a few minutes, water condensed to produce a hanging drop on the inner surface of the cover slips. The rings with cover slips were then sealed to a microscope slide and the germination of ascospores was examined directly under the microscope. Both techniques were used to measure the influence of temperature, while only the first one could be used to find out the influence of ground bark layers. Germination was expressed as the percent of total spores observed.

To investigate the influence of the relative humidity on spore germination, ascospores were trapped as above on microscope slides; these were placed immediately in closed chambers which were maintained at $21 \pm 0.5^\circ\text{C}$ and at different regimes of relative humidity with salt solutions (Winston and Bates, 1960). Two slides were placed in each chamber and, on each slide, three groups of 100 spores were counted after 24 hours.

The possible effect of bark tissues was measured on ascospore germination and mycelial growth by following the technique of French and Oshima (1959). The bark of small yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britt.) was separated into four distinct layers: the surface portion of the bark, the green layer consisting mainly of cortex, and the two layers of secondary phloem, the outer portion of which was rather dry and brittle, while the inner part was leathery in texture. Samples of each layer were kept at room temperature for a few days and ground in a Wiley Mill (40 mesh screen). In a first series of tests, each powdered bark layer was added at a rate of 7 g per 100 ml of a 2 percent agar solution, autoclaved, and plated. In a second series, the ground bark

layers were first sterilised with propylene oxide, then added in the same proportion to a 2 percent warm agar solution already autoclaved and still in a liquid state, and finally plated.

For studying conditions on the mycelial growth of *N. galligena*, four different isolated were inoculated on PDA (Difco) in petri plates. After a 12-hour period of incubation at room temperature, the plates were brought to rooms set at various constant temperatures in the range of 0 to 32°C. Growth was measured in due time as the average of the length of two perpendicular diameters drawn across each colony excluding the size of the inoculum. All investigations on growth were carried out in the dark since daylight induces zonation (Lortie, 1964).

The effect of pH on growth was studied with the following media : 1) a modification of Fries liquid medium which comprised : NH_4 tartrate, 1 g ; NH_4NO_3 , 1 g ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, 0.5 g ; NaCl, 0.1 g ; CaCl_2 , 0.1 g ; FeSO_4 , 0.01 g ; ZnSO_4 , 0.05 g ; dextrose, 10 g ; distilled water, 1000 ml ; adjusted to various pH levels with potassium phthalate and phosphate salt buffers ; 2) a modification of Richard's liquid solution (Zeller, 1926) made of : KH_2PO_4 , 0.5 g ; MgSO_4 , 0.25 g ; KNO_3 , 4 g ; NH_4NO_3 , 1 g ; FeSO_4 , trace ; glucose, 20 g ; distilled water, 1000 ml ; buffered variously with phosphate salts. For each pH value, three 125 ml Erlenmeyer flasks containing 50 ml of the medium were used. After being autoclaved and inoculated with a 0.2 ml conidial suspension (containing approximatively 25,000 conidia), these were incubated at 21°C for 10 days. Tests were repeated once for each medium.

The calculated pH values were controlled with a pH meter by testing a 10 ml aliquot removed aseptically from the autoclaved medium. After harvesting the mats, the acidity of the remaining liquid was remeasured. Growth was expressed in dry weight.

Results

Typically, in the process of germination in water, ascospores of *N. galligena* swell and develop germ tubes at the apex of either one or both cells end. In some cases, the tubes grow laterally. Mass of ascospores extend their germ tubes away from their own mass. In this study, spores were recorded as germinated if they had a germ tube, of at least two microns in length.

Occasionally, ascospores with germ tubes were found on the collection slides during daily spore discharge studies in the field (Table 1). This was observed only on rainy days although there were several days with precipitation during which no record was made of the presence of discharged germinating spores. In most cases, germinated spores did not exceed 10 percent of the trapped ones except for July 30th when this value reached 80 percent.

TABLE 1

Germination of ascospores of *N. galligena* on collection slides in the field after 24 hours periods of trapping.

Canker ¹ No	Date of collection 1960	Rain (in.)	Trapped Ascospores (no.)	Germinating Ascospores	
				(no.)	(%)
I	June 17	0.48	14400	2900	2.0
I	June 20	0.10	7800	200	2.5
I	July 5	0.25	4000	40	1.0
I	July 13	0.05	14000	130	9.3
V	July 30	1.30	25000	20000	80.0
III	Aug. 20	0.84	184000	197	1.1
IV	Aug. 20	0.84	75000	1400	1.9
II	Aug. 29	0.55	170000	107	0.6
V	Aug. 29	0.55	2100	117	5.6

1 These cankers were described in Lortie and Kuntz, 1963.

In the laboratory, ascospore germination on slides placed in closed chambers was found to occur at high relative humidities : at values of 65%, 75% and 85%, no germination was recorded but at 90%, 6% of the spores had germinated and at 96%, 24%. At these high values, a film of free water formed on the slide surface.

Temperatures influenced germination only when ascospores were kept in very humid atmospheres. With the seeded-plate technique, germination was expressed as the percentage of 100 spores counted per plate, after 24 hours of incubation. The highest value was found at 21°C (Table 2). However, after another 24 hours, it became impossible to read most plates which were contaminated with bacteria. Plates at high temperatures were dessicating. Crushing of perithecia liberated immature as well as mature spores. Greater use was made of the hanging drop technique which proved to be more satisfactory than the former.

With the hanging drop technique, nearly equally high percents of germination occurred at 21° and 26.5°C (Table 3), but at the latter, the germ tubes were shorter than those at the former temperature. At temperatures as low as 7°C, germination was slower but final percentages were comparable to those at 21°C. At 0 ± 1.5°C, germination occurred only after 24 to 48 hours and germ tubes were short. No germination occurred at 32°C even after 48 hours.

TABLE 2

Percent of germinated ascospores of *N. galligena* after 24 hours on 2% water agar at different temperatures ¹.

Incubation Temperature (°C)	0 ±1.5	7 ±1.0	12.5 ±1.0	15.5 ±0.5	21.5 ±0.5	26.5 ±0.5	32.0 ±0.5
Germinated Ascospores (%)	1	10	24.5	49	75	54	0

1 100 spores were counted on each of two plates at each temperature.

TABLE 3

Percent of germinating ascospores of *N. galligena* in hanging drops after various intervals at different temperatures.

Germination period (hr)	Percentage of germination at temperatures of (a)							
	0°C ^b	3°C	7°C	12.5°C	15.5°C	21.0°C	26.5°C	32.0°C
2	0	0	1	3	4	6	6	0
4	0	0	7	17	21	65	63	0
8	0	3	11	32	59	90	91	0
24	1	14	37	64	90	94	93	0
48	2	61	83	90	93	c)	—	0
96	7	80	92	94	—	—	—	0
144	14	84	—	—	—	—	—	0

- a) Percentage of germinating ascospores as counted in two drops during three different tests.
- b) Variation was ± 1.5 at 0°C, ± 1.0 at 3, 7 and 12.5°C, and ± 0.5 at the other temperatures.
- c) Indicates that growth was too dense to measure ascospore germination.

Whether gas-sterilised or autoclaved, each of the four different bark layers incorporated into water agar did not influence very much ascospore germination (Table 4). Values were comparable to those obtained with water agar alone.

TABLE 4

Percent of ascospore germination ^(a) and mycelial growth ^(b) of *N. galligena* on four different bark layers of yellow birch incorporated into 2% water agar.

Bark layers	Bark material autoclaved		Gas sterilised	
	germinated ascospores (%)	growth in diameter (mm)	germinated ascospores (%)	growth in diameter (mm)
Surface portion	77	55.5	65	60
Green layer (cortex)	74	53.0	70	55
Outer secondary phloem	71	46.5	59	47
Inner secondary phloem	68	52.5	63	53
Water agar	76	42.5	68	42.5

- a) Average of three tests with three replicates each time. Cultures were incubated at 21°C for 24 hours.
- b) Values represent an average of two tests, each with four replicates, for four different isolates.

Differences between the results of germination in water agar are related probably to the ascospores condition which were obtained by the crushed perithecia technique.

The different parts of bark either autoclaved or gas-sterilised supported equal mycelial growth at 21°C (Table 4) showing no evidence of inhibitory or stimulatory effects. The outer bark portion gave better growth probably on account of the presence of dust on the bark, but the conidia produced were not abundant. Similar growth was obtained on the media containing the second and fourth layers, but the outer secondary phloem gave slightly less growth. These three bark layers supported abundant conidial production.

The influence of temperature on mycelial growth indicated that the optimal temperature was at or very near 21°C (Table 5). At 32°C, no growth occurred but when these cultures were returned to normal room temperature (around 22°C), mycelial development resumed at a slow rate. Some growth (0.2 mm per day) took place at $0 \pm 1.5^\circ\text{C}$, although ice crystals had formed on the surface of some plates.

TABLE 5
Diameter growth at different incubation temperatures
of four isolates of *N. galligena*.

Isolate	Diameter growth at temperatures of						
	0°C	7°C	12.5°C	15.5°C	21°C	26.5°C	32°C
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
WB-31	5 ¹	28	39.7	49.3	57	27.6	0
YB-33	0 ¹	28.7	41	51.3	56.7	28.3	0
SM-100	5.5 ¹	27.8	41.3	48	58.5	28.7	0
RM-207	5 ¹	30	39.7	48	57.1	27	0
Average	3.9	28.6	40.4	49.1	57.3	27.9	0

1 : Some plates had ice crystals over the surface of the medium.

On all the media tested for the influence of pH on growth, the pH values had dropped at the end of the incubation periods (Table 6 and 7). On Fries medium, maximum growth occurred at pH values originally buffered at 5.5 and 5.9 and on Richard's solution, near 5.4.

Discussion

Informations obtained in this study are an indication of biological adaptation of *N. galligena* to the winter climate of eastern Canada. Previous studies (Lortie and Kuntz, 1963) revealed that ascospore discharge and conidium release may occur near 0°C in the field and in the laboratory. Present findings indicate that ascospore germination and mycelial development may occur also near the freezing point. Obviously, a temperature of 0°C is far from optimum but under eastern Canada weather, initial establishment of the fungus may follow inoculations through injuries caused by freezing rains or snow. Influences of temperature and relative humidity on ascospore germination and of temperature on mycelial growth are similar to results reported by other workers (Wiltshire, 1914 ; Ashcroft, 1934 ; Munson, 1939). On the whole, the fungus *N. galligena* is well adapted to the climate of the temperate zones.

To germinate, ascospores need the presence of a film of water. During the winter, such conditions are not frequent but they prevail in periods of freezing rains and after snow accumulation on branches, particularly when

temperatures slightly above the freezing point take place after heavy snow fall. Such conditions prevail each year particularly along the St. Lawrence River although locally there may be variations year to year as indicated in the monthly *Bulletins météorologiques* of the Québec Department of Natural Resources.

Comparisons of *N. galligena* with *Hypoxyylon pruinautum* (Klotzch) Cke, the incitant of hypoxyylon canker of aspen (*Populus tremuloides* Michx) deserve attention. Although *Nectria* spp. are quite remote phylogenetically, it is believed often that the pathogenicity of fungi causing canker is somewhat similar. In the present study, ascospore germination occurred readily on a film of water a few hours after they were expelled from perithecia. Hubbes and d'Astous (1964) have pointed out that incubation period was necessary for *H. pruinautum* ascospores to germinate. Contrary to inhibition of germination of *H. pruinautum* ascospores by certain bark layers of aspen (French and Oshima, 1959), it was

TABLE 6

Growth of *N. galligena* (isolate YB-33) on a modified Fries liquid medium adjusted to different pH levels with phthalate and phosphate buffers.

Calculated pH ¹	Buffer solutions 0.2M					Measured pH		Growth ² (mg)
	HCL	NaOH	KHPhthalate	KH ₂ PO ₄	K ₂ HPO ₄	after incubation	before incubation	
	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(ml)			
4.0	2	—	50			4.0	4.0	11
4.2	—	3.65	50			4.2	4.2	26
4.5	—	10.5	50			4.5	4.4	48
4.8	—	17.5	50			4.8	4.6	63
5.1	—	24.5	50			5.0	4.8	94
5.4	—	31.6	50			5.3	5.0	340
5.7	—	38.3	50			5.5	5.3	452
6.0	—	45.4	50			5.9	5.5	443
6.0				50	10	5.0	5.8	408
6.6				50	40	6.6	6.4	408
7.2				10	31.7	7.1	6.8	314
7.8				5	63	7.6	6.9	165

1 Calculated from equation : $\text{pH} = \log 1/\text{ka} + \log \text{b/a}$

2 Average oven dry weight of mycelial mats after 10 days at 21°C.

not possible to detect any effect of the bark (or part of it) of yellow birch upon the germination of ascospores and on mycelial growth of *N. galligena*. Hence, the behavior of *N. galligena* is different of *H. pruinatum* as least in the germination process when it occurs on a medium made with host bark.

TABLE 7

Growth of *N. galligena* (isolate YB-33) in Richard's liquid medium adjusted to different pH levels with phosphate buffer.

Calculated pH ¹	Buffer solutions 0.33M			Measured pH		Growth ² (mg)
	H ₃ PO ₄	KH ₂ PO ₄	K ₂ HPO ₄	before incu- bation	after incu- bation	
	(ml)	(ml)	(ml)			
3.5	1.0	6.7		3.9	3.4	30
4.0	0.8	6.9		4.3	3.9	43
4.5	0.5	7.2		4.4	4.1	118
5.0	0.2	7.5		5.0	4.4	356
5.5		7.5	0.2	5.4	4.8	407
6.0		6.2	1.5	5.9	5.7	345
6.5		3.7	4.0	6.5	6.3	173
7.0		1.5	6.2	7.0	6.7	105

1 Calculated from equation : $\text{pH} = \log 1/\text{ka} + \log \text{b/a}$

2 Average oven dry weight of mycelial mats after 10 days at 21°C.

References

- ASHCROFT, J.M., 1934. European canker of black walnut and other trees. W. Va. Agr. Exp. Sta., Bull. 261.
- FRENCH, D.W., and N. OSHIMA, 1959. Host bark characteristics and infection by *Hypoxy-
lon pruinatum* (Klot.) Cke. Forest Sci., 5 : 255-258.
- HUBBES, M. and R. D'ASTOUS, 1967. Factors affecting the germination of spores of *Hypoxy-
lon pruinatum*. Can. J. Botany, 45 : 1145-1153.
- LORTIE, M., 1964. Quelques effets de la lumière sur la croissance du *Nectria galligena*
Bres. en culture. Naturaliste can., 91 : 241-248.
- LORTIE, M. and J.E. KUNTZ, 1963. Ascospore discharge and conidium release by *Nectria
galligena* Bres. under field and laboratory conditions. Can. J. Botany, 41 : 1203-1210.
- MUNSON, R.G., 1939. Observations on apple canker I. The discharge and germination of
spores of *Nectria galligena* Bres. Ann. app. Biol. 26 : 440-457. .

- VINOGRADOVA, N.V., 1957. Biological peculiarities of the causal agent of apple canker (In Russian). Trud. Grodnensk. Sel.-kholz. Inst. 3 : 63-73.
- WILTSHIRE, S.P., 1914. The apple canker fungus. Ann. Rept. Res. Sta. Long Ashton, 1913 : 80.
- ZELLER, H.S.M., 1926. European canker of pomaceous fruit trees. Oreg. Coll. Agr. Exp. Sta., Bull. 222..

COMPTAGE DE VERTÈBRES CHEZ QUELQUES CYPRINIDAE DU QUÉBEC ET DE L'ONTARIO ¹

PIERRE LEGENDRE ²

Department of Zoology, McGill University, Montréal.

Résumé

Des photographies faites à l'aide d'un projecteur à rayons-X ont été utilisées pour déterminer le nombre de vertèbres de 6 taxa de la famille des cyprins. Les moyennes de trois échantillons de *Phoxinus eos* x *P. neogaeus* varient de 36.8 à 38.2 vertèbres, tandis que des moyennes de 36.9 et 37.3 ont été trouvées dans deux échantillons de *P. eos*. Les moyennes sont de 42.7 et 43.0 dans deux échantillons de *Semotilus atromaculatus*, 43.7 chez *S. corporalis*, 41.0 chez *S. margarita* et 42.1 chez *Hybopsis plumbea*. Un seul échantillon a été étudié pour chacune des trois dernières espèces.

Abstract

The vertebrae of 6 taxa of cyprinid fishes were counted by X-rays. The means in three samples of *Phoxinus eos* x *P. neogaeus* varied from 36.8 to 38.2 vertebrae, and the means in two samples of *P. eos* were found to be 36.9 and 37.3. Means of 42.7 and 43.0 were found in two samples of *Semotilus atromaculatus*. The mean of the single sample studied in each of the following species was: 43.7 in *S. corporalis*, 41.0 in *S. margarita* and 42.1 in *Hybopsis plumbea*.

Introduction

Dans notre étude des hybrides de *Phoxinus eos* (*Chrosomus eos*), nous nous sommes intéressés à d'autres espèces de genres voisins (Legendre, 1969a). L'une des techniques que nous avons employées pour nous aider à comprendre la structure de ce groupe est le dénombrement des vertèbres. Comme nous ne connaissons aucune publication traitant des cyprins du Québec sous cet aspect, nous présentons ci-après les résultats obtenus chez les quelques espèces que nous avons étudiées.

Matériel

Nous avons examiné 380 spécimens provenant de 10 ruisseaux et lacs (tableau I). L'étude a porté sur des individus de 6 entités taxonomiques :

1. Extrait d'une thèse (Legendre, 1969a).

2. Adresse actuelle: Department of Biology, University of Colorado, Boulder, Colorado 80302, U.S.A.

TABLEAU I
Lieu d'origine des spécimens

<i>Taxon</i>	Date de collection	<i>Lieu d'origine</i>	<i>Coordonnées</i>
<i>Phoxinus eos</i>	13 juin 1966	Lac Caché (ou Parond), Québec	74°29'25"W, 46°05'42"N
	13 août 1966	Lac Clair, Québec	73°38'44"W, 46°14'11"N
<i>Phoxinus eos</i> x <i>P. neogaeus</i>	18 mai 1966	Lac Triton, Québec	74°00'21"W, 45°59'18"N
	28 mai 1968	Lac Eos, Ontario	78°21'35"W, 45°35'35"N
	28 mai 1968	Lac Amikeus, Ontario	78°30'55"W, 45°35'20"N
<i>Hybopsis plumbea</i>	13 juin 1968	Lac Clarence Gagnon, Québec	71°31'53"W, 48°05'28"N
<i>Semotilus atromaculatus</i>	10 août 1946	Lac Campbell #1, Québec	73°05'30"W, 47°13'45"N
	10 sept. 1946	Ruisseau près de Contrecoeur, Québec	73°12' W, 45°54' N
<i>Semotilus corporalis</i>	15 juin 1951	Ruisseau des Aulnes, Québec	74°30'32"W, 46°20'31"N
<i>Semotilus margarita</i>	3 août 1946	Lac Des Neiges, Québec	71°02' W, 47°29' N

5 espèces et un hybride, appartenant à 3 genres. Les spécimens mesuraient de 3.5 à 16 cm environ.

Méthode

Notre travail de dénombrement des vertèbres a été facilité par l'emploi d'un appareil à rayons-X (General Electric : Videx, Mascot FF-50), propriété du Musée National des Sciences Naturelles, à Ottawa, avec lequel nous avons pris des photos sur pellicule Kodak Industrial X-ray Type M. Nous avons obtenu nos meilleures images en plaçant le projecteur à 80 cm des spécimens et en exposant 10 sec. avec une source énergétique de 60 KVP et 15 MA. Les spécimens étaient disposés à plat, en deux rangées, sur une feuille de pellicule et le projecteur était situé au-dessus.

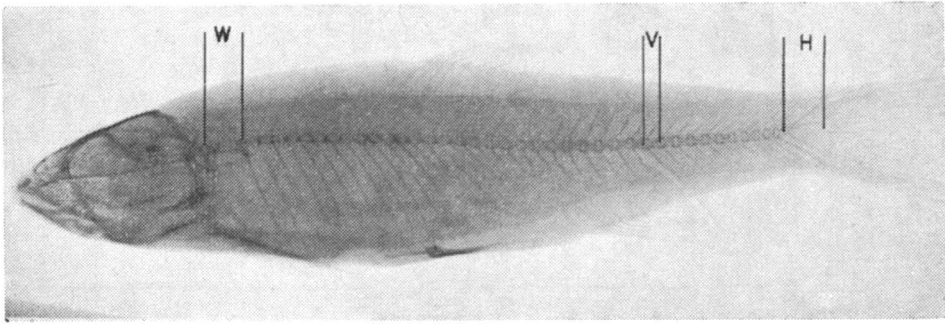


FIG. 1: Photographie à rayons-X d'un *Semotilus corporalis* du Ruisseau des Aulnes (grandeur naturelle). Ce spécimen a 44 vertèbres. W: vertèbres modifiés, reliés à l'appareil de Weber; V: une vertèbre; H: plaque hypurale.

Les quatre premières vertèbres modifiées, qui sont reliées à la vessie natatoire et à l'appareil de Weber, sont très difficiles à distinguer sur les photographies (figure 1). Nous les avons donc comptées en bloc comme quatre vertèbres. Les vertèbres suivantes, facilement distinguables, furent comptées d'abord de la tête à la queue, à l'aide d'une aiguille à microscopie, en perforant le négatif au centre de chaque vertèbre. Puis nous recomptons les trous de la queue vers la tête. Cette opération était effectuée sur une table à dessin illuminée par en dessous. Lorsque nous obtenions une différence dans nos comptages, nous faisons deux dénombrements additionnels. Nous avons considéré la plaque hypurale comme étant une vertèbre, tel que le recommandent Hubbs et Lagler (1964, p. 24).

Il a été difficile de déterminer le nombre exact des vertèbres sur les spécimens plus petits que 4 ou 5 cm, à cause de l'effet de parallaxe obtenu à la prise des photos. Nous avons dû utiliser une loupe binoculaire sur ces petits spécimens.

TABLEAU II

Résultats des dénombrements de vertèbres

Taxon	Lieu d'origine	Nombre des spécimens possédant les nombres de vertèbres ci-dessous:										\bar{x}	s	
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44			45
<i>Phoxinus eos</i>	Lac Caché (ou Parond)		9	23	23								37.25	0.73
	Lac Clair		5	10	3								36.89	0.68
<i>Phoxinus eos</i> x <i>P. neogaeus</i>	Lac Triton			20	26	14							37.90	0.75
	Lac Eos	1	17	36	6								36.78	0.64
	Lac Amikeus			2	11	6							38.21	0.63
<i>Hybopsis plumbea</i>	Lac Clarence Gagnon						1	6	22	9	1		42.08	0.77
<i>Semotilus atromaculatus</i>	Lac Cambell # 1								4	13	3		42.95	0.60
	Ruisseau près de Contrecoeur								5	14			42.74	0.45
<i>Semotilus corporalis</i>	Ruisseau des Aulnes									10	19	1	43.70	0.53
<i>Semotilus margarita</i>	Lac Des Neiges					1	11	37	11				40.97	0.66

Résultats et discussion

Nous présentons les résultats des comptages de vertèbres au tableau II, où « x » indique la moyenne et « s » indique l'écart-type. Les nombres de vertèbres trouvés varient de 35 à 45, chez les cyprins étudiés ici.

Un test de t de Student n'a montré aucune différence significative, quant au nombre de vertèbres, entre les deux populations de *Phoxinus eos*, ni entre les deux populations de *Semotilus atromaculatus*. Il n'en est cependant pas de même des trois populations de *P. eos* x *P. neogaeus*, ce qui suggère une différence dans la constitution génétique de ces populations.

Signalons que le nombre de vertèbres de *Semotilus margarita* diffère nettement de celui des deux autres espèces de *Semotilus* étudiées ici, tout comme son nombre chromosomique ($2n = 50$) est différent de celui de ces deux mêmes autres espèces ($2n = 52$) (Legendre, 1969b).

Notons enfin que l'on peut s'attendre à une certaine variation du nombre de vertèbres, d'une population à l'autre de la même espèce, due aux différences du milieu, tel que l'ont montré Bailey et Allum (1962, p. 45) dans leur étude d'*Hybopsis gracilis*. Ces auteurs avaient cependant dénombré de 41 à 47 vertèbres chez des spécimens de cette espèce provenant de différentes stations, ce qui est très près des résultats obtenus ici sur l'espèce voisine *Hybopsis plumbea*.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Dr Don E. McAllister, Conservateur des Poissons au Musée National des Sciences Naturelles à Ottawa, pour son aide dans la préparation des photographies à rayons-X. Nos remerciements s'adressent aussi au personnel du Service de la Faune du Québec, d'où nous avons obtenu les spécimens de *Semotilus atromaculatus*, *S. corporalis* et *S. margarita* utilisés dans cette étude.

Ce travail a été rendu possible grâce à une subvention du Conseil National de Recherches du Canada (no A-2598) au Dr David M. Steven de l'université McGill de Montréal.

Références

- BAILEY, Reeve M. and Marvin O. ALLUM, 1962. Fishes of South Dakota. University of Michigan, Museum of Zoology, Misc. Publ. No. 119. 131 pages.
- HUBBS, Carl L. and Karl F. LAGLER, 1964. Fishes of the Great Lakes region. The University of Michigan Press. 213 pages.
- LEGENDRE, Pierre, 1969a. Two natural hybrids of the cyprinid fish *Chrosomus eos*. M. Sc. thesis, Department of Zoology, McGill University, Montréal. 119 pages.
- LEGENDRE, Pierre, 1969b. Dénombrement des chromosomes chez quelques cyprins. *Naturaliste can.*, **96** (6): 913-918.

FRESHWATER TRICLADS (*Platyhelminthes*, *Turbellaria*) FROM
ANTICOSTI ISLAND

IAN R. BALL

and

C. H. FERNANDO

Department of Biology, The University of Waterloo, Ontario

Résumé

La présence de trois espèces de Triclades dulcicoles, *Fonticola velata*, *F. morgani* et *F. gracilis*, sur l'île d'Anticosti est mentionnée pour la première fois. La comparaison entre les répartitions géographiques de ces animaux sur l'île d'Anticosti et dans le sud-est québécois suggère que leur présence sur Anticosti n'est pas un phénomène naturel mais plutôt le résultat de l'activité humaine : leur apparition date probablement de la fin du siècle dernier à l'époque où les grenouilles ont été apportées de Québec à Port Menier.

Abstract

Three species of freshwater triclads, *Fonticola velata*, *F. morgani* and *F. gracilis*, are reported from Anticosti Island. By comparing the distribution of these animals in Anticosti Island with their known distribution in south eastern Québec it is concluded that their occurrence in Anticosti Island is not a natural phenomenon. It is suggested that they were introduced by man, probably at the turn of the century, when frogs were introduced to Port Menier from Québec City.

The freshwater fauna of Anticosti Island in the Gulf of St. Lawrence is not well known. This is unfortunate since its post-glacial history and geographical position render it of importance in attempting to interpret the post-glacial migrations of the fauna of eastern Canada.

The present note considers the results of a visit made to the Island by the senior author in July 1969 for the purpose of collecting freshwater triclads. There appear to be no previous records of these animals from this Island, but the fact that they are not mentioned in the works of Verrill (1863), Schmitt (1904) and Johansen (1924) cannot be taken as evidence that they were not present at that time since they are small and inconspicuous, and not of general interest to naturalists. A full list of the localities investigated in 1969 is given below ; nomenclature follows Ball (1969a).

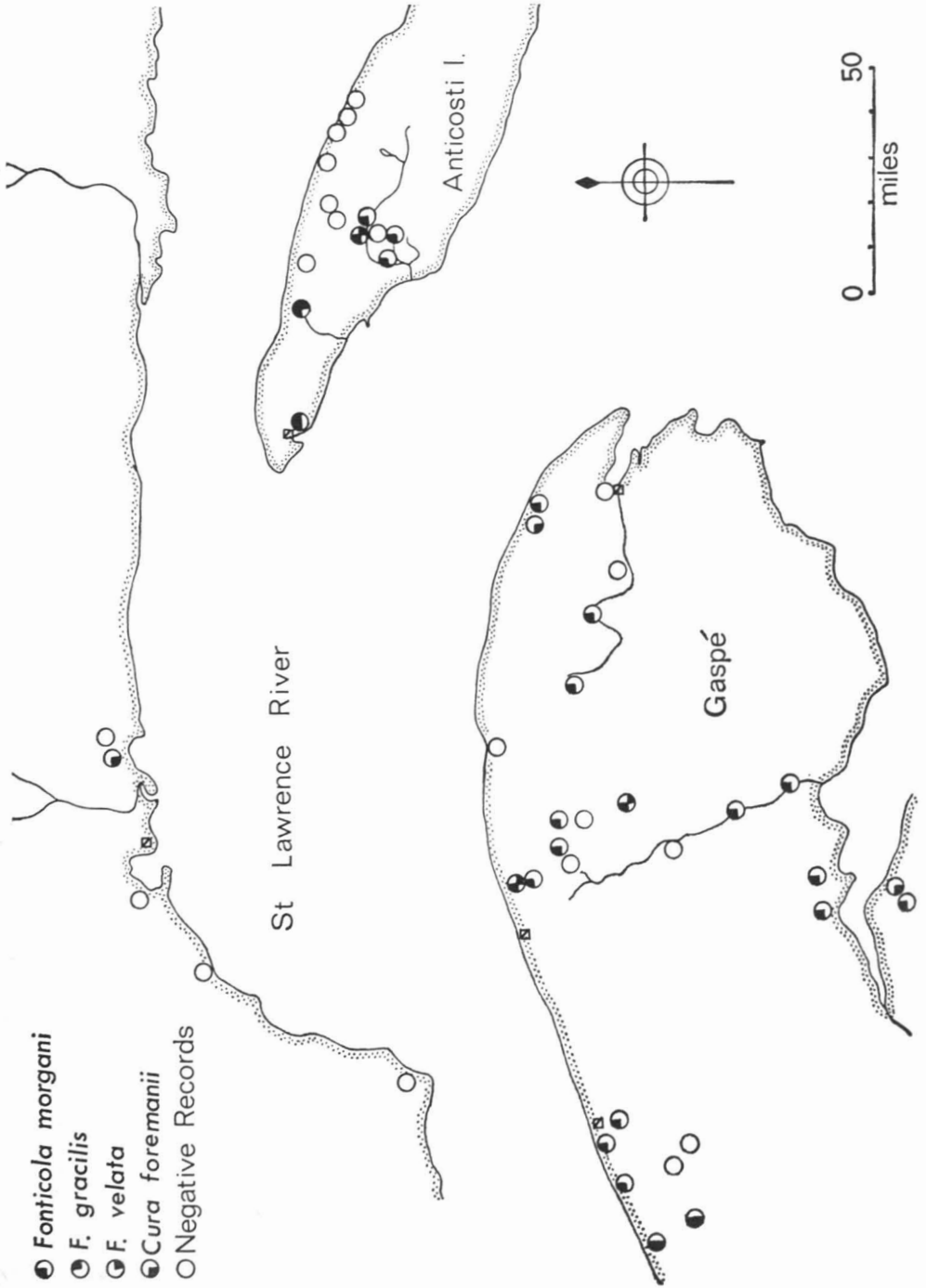


FIG. 1. Known distribution of freshwater triclads in south-eastern Québec. Symbols on the map are composites of those shown in the key.

- 1 49° 48'N 63° 46'W. Cailloux River just south of Lake Jejeune. 7.7.69 *Fonticola gracilis*, abundant ; *F. morgani*, one specimen only ; *F. velata*, two specimens.
- 2 49° 47'N 63° 34'W. Oil River where it crosses the Port Menier-McDonald Point road. 7.7.69 no triclads found.
- 3 49° 44'N 63° 18'W. Stream from Lake Bear, about 11 miles west of McDonald Bay. 7.7.69 no triclads found.
- 4 49° 45'N 63° 04'W. McDonald River at McDonald Bay. 7.7.69 no triclads found.
- 5 49° 41'N 62° 56'W. Potatoe River, three miles south of Potatoe River Camp. 8.7.69 no triclads found.
- 6 49° 38'N 62° 54'W. Potatoe River, about six miles south of the camp. 8.7.69 no triclads found.
- 7 49° 37'N 62° 47'W. Observation River, just north of Lake Malouin. 8.7.69 no triclads found.
- 8 49° 42'N 62° 56'W. Tributary of the Potatoe River, just south of Carleton Point. 8.7.69 no triclads found.
- 9 49° 44'N 63° 21'W. Stream flowing north from Lake Loon, about 1 mile southwest of stn. 3. 8.7.69 no triclads found.
- 10 49° 38'N 63° 26'W. Tributary of the Jupiter River. 8.7.69 *F. morgani*, abundant ; *F. velata*, two specimens.
- 11 49° 36'N 63° 21'W. Jupiter River at the 30 mile camp. 8.7.69 *F. morgani*, one specimen only.
- 12 49° 35'N 63° 26'W. Shallow marl lake just north of the Jupiter River 12 miles camp. 8.7.69 no triclads found.
- 13 49° 35'N 63° 27'W. Another lake adjacent to stn. 12. 8.7.69 no triclads found.
- 14 49° 34' 63° 27'W. Jupiter River, just south of stn. 12. 8.7.69 *F. morgani*, abundant.
- 15 49° 33'N 63° 32'W. Small stream flowing into the Jupiter River at the 12 mile camp. 8.7.69 *F. morgani*, abundant.
- 16 49° 33'N 63° 32'W. Small stream flowing into the Jupiter River, just south of stn. 15. 8.7.69 *F. morgani*, abundant.
- 17 49° 49'N 64° 21'W. Small stream near Lake St. George, Port Menier 9.7.69 *F. morgani*, abundant ; *F. gracilis*, three specimens.

During the last, or Wisconsin, glacial epoch Anticosti Island was entirely covered by ice (Stockwell, 1957), and the flora and fauna presumably was eliminated. Evidence from the distribution of batrachians and mammals indicates the unlikelihood of there having been a landbridge to the mainland during or since recession (Bleakney, 1958 ; Cameron, 1958). The occurrence of three species of freshwater triclads on the Island therefore requires explanation, especially as we have previously summarised evidence indicating that narrow sea passages are very effective barriers to the dispersal of triclads, and concluded that these animals are therefore exceptionally useful in zoogeographical studies (Ball and Fernando 1969).

A consideration of the triclad fauna of Anticosti Island cannot be made without including data from the neighbouring mainland. The available data on the distribution of triclads in this part of Québec, based on collections made in July 1969, is given in Figure 1.

If the absence of glacial refugia on the Island is accepted, and the impossibility of direct migration to the Island since glaciation is also accepted, then there remain two possible hypotheses to explain the occurrence of triclads : passive dispersal by birds, wind, floating debris or ice, or alternatively, introduction by man.

The evidence against passive dispersal as a general phenomenon in this group has been reviewed by Reynoldson (1966) and summarised by Ball (1969b) and Ball and Fernando (1969). The dissimilarities between the triclad faunas of Anticosti, Gaspé, and the North Shore (Fig. 1) argue very strongly against the random dispersal of these organisms by birds or wind. Dispersal by floating debris or ice has some favourable supporting data. It may explain why only the streams flowing into the southwestern shore of the Island support triclads, and it would also explain the occurrence of *F. gracilis* since this species is abundant in the St. Lawrence River, at least within the boundaries of Ontario, and probably further eastwards. On the other hand, if such drifting has occurred we must then explain why *F. gracilis* has not established itself on the shores of the St. Lawrence River in the vicinity of Anticosti Island, and why other species which are abundant with *F. gracilis* in the St. Lawrence River in Ontario, such as *Dugesia lugubris*, *D. tigrina* and *Procotyla fluviatilis*, have not been able to establish themselves on Anticosti Island or the adjacent mainland. Similarly, if *F. morgani* and *F. velata* have drifted from Gaspé, where the former is the most dominant species, to Anticosti Island, why have they been unable to cross the St. Lawrence further westwards in the vicinity of Matane and Mont Joli ? The studies of Cameron (1958) on the distribution of mammals are particularly pertinent here, since from a study of the currents of the Gulf of St. Lawrence he concluded that floating debris would generally be carried to the mainland shores rather than to the Gulf inlands. Clearly, a theory of passive dispersal raises more questions than it solves.

The alternative explanation of introduction by man has historical support. According to Bleakney (1958) only two species of amphibians, *Rana pipiens* Schreber and *R. septentrionalis* Baird, are known from Anticosti Island. Johansen (1926) has pointed out that these were definitely introduced in 1899 into the vicinity of Port Menier in an attempt to control the biting insects of the area. Apparently the frogs were transported from near Québec City. We also know that mammals have repeatedly been introduced into the western half of the Island since the last decade of the nineteenth century (Cameron, 1958). These were collected from a number of Québec localities on the north and south shores of the St. Lawrence River. It seems most likely that the triclads were introduced among aquatic debris transported with the frogs. With one exception, *F. velata*, the species of triclads known from Anticosti Island are also known from streams in the general vicinity of Québec City, or from the St. Lawrence River. *F. velata* is characteristic of lowland spring fed habitats and is therefore easily missed in rapid surveys of the type we have been able to conduct. However, from what we know of its distribution in eastern Canada there is every reason to expect it to occur in southwestern Québec.

The fact that triclads are known only in the southern half of the Island is readily explicable on the assumption that they were originally introduced into the Port Menier area. They are unable to migrate overland and the extensive areas of peat bog and peat bog lakes in Anticosti would, especially in the cooler seasons, favour the dispersal of triclads in the southern watershed. Such dispersal would be more likely than dispersal across to the northern watershed. What little data we have on the chemistry and biology of the northern and southern streams does not yield any clues to the apparent absence of freshwater triclads in the north. A more intensive faunistic survey of Anticosti Island, and the geologically similar mainland immediately to the north of it may be expected to yield interesting results.

Acknowledgements

We wish to express our thanks to Consolidated-Bathurst Ltd., for permission to visit the Island and for providing transport and accommodation. Mr. Donat Paradis was a very able guide and rapidly achieved efficiency at collecting various freshwater invertebrates. Dr. G. Power kindly made collecting and laboratory facilities available at the Salmon Research Station, Matamek, Québec, and supported travel to the station. This note represents part of a continuing study of the freshwater triclads of eastern Canada which is being supported by the National Museum of Natural Sciences, Ottawa. We are grateful for this assistance.

References

- BALL, I. R., 1969a. An annotated checklist of the freshwater Tricladida of the Nearctic and Neotropical regions. *Can. J. Zool.*, **47** : 59-64.

- BALL, I. R., 1969b. *Dugesia lugubris* (Tricladida : Paludicola), a European immigrant into North American freshwaters. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **26** : 221-228.
- BALL, I. R., and C. H. FERNANDO, 1969. Freshwater triclads (Platyhelminthes, Turbellaria) and continental drift. *Nature, Lond.* **221** : 1143-1144.
- BLEAKNEY, J. S., 1958. A zoogeographical study of the amphibians and reptiles of eastern Canada. *Bull. natn. Mus. Can.*, **155** : 1-119.
- CAMERON, A. W., 1958. Mammals of the islands in the Gulf of St. Lawrence. *Bull. natn. Mus. Can.*, **154** : 1-165.
- JOHANSEN, F., 1924. A biological excursion to Anticosti Island. *Can. Fld Nat.*, **38** : 161-164.
- JOHANSEN, F., 1926. Occurrences of frogs on Anticosti Island and Newfoundland. *Can. Fld Nat.*, **40** : 16.
- REYNOLDSON, T. B., 1966. The distribution and abundance of lake-dwelling triclads — towards a hypothesis, p. 1-71. In J. B. Cragg (Ed.) *Advances in ecological research*, Vol. 3. Academic Press, Inc., London and New York.
- SCHMITT, J., 1904. *Monographie de l'île d'Anticosti*. Paris, Librairie scientifique, A. Hermann. vi + 370.
- STOCKWELL, C. H. (ed.), 1957. *Geology and Economic Minerals of Canada*. *Geol. Surv. Can.*, Economic Geology Series **1** : 1-517.
- VERRILL, A. E., 1863. Notes on the natural history of Anticosti Island. *Proc. Boston Soc. nat. Hist.*, **9** : 132-135.

ANATOMIE VISCÉRALE COMPARÉE DE LA FAMILLE DES MALAPTERURIDAE (PISCES - OSTARIOPHYSI) ¹

GÉRARD MAHY ²

Laboratoire de Zoologie systématique, de Géographie et d'Écologie animales,
Université libre de Bruxelles

et

Musée royal d'Afrique centrale à Tervuren

Résumé

Nous décrivons l'anatomie viscérale comparée des deux espèces de la famille des Malapteruridae (silures électriques d'Afrique) :

Malapterurus electricus (Gmelin), 1789,

"*Malapterurus* — petite bouche" nouvelle espèce récemment décrite par Monsieur le Professeur M. Poll et Monsieur J.P. Gosse de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, sous le nom de *Malapterurus microstoma* Poll et Gosse.

Nous revoyons l'anatomie du *Malapterurus electricus* (Gmelin) et complétons les données anatomiques anciennes sur le système viscéral. La description précise de l'appareil digestif et principalement du foie est nouvelle. Le système circulatoire est étudié pour la première fois.

L'étude anatomique des viscères de la nouvelle espèce est entièrement originale.

Abstract

This study examines comparatively the visceral anatomy of the two species of the family Malapteruridae (African electric catfish) :

Malapterurus electricus (Gmelin), 1789,

and "*Malapterurus* — narrow mouth" new species recently described by Prof. M. Poll and Mr. J.P. Gosse, of Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, under the name of *Malapterurus microstoma* Poll et Gosse.

We revise anatomy of *Malapterurus electricus* (Gmelin) and add to former studies of the visceral system. The precise description of the digestive system and principally the liver is new. The circulatory system is studied for the first time.

Anatomic description of the viscera of the new species is entirely original.

1. Extrait de thèse de Licence soutenue à l'Université libre de Bruxelles en juillet 1969 et préparée sous la direction du professeur M. Poll de l'Université libre de Bruxelles, Conservateur du Musée royal d'Afrique centrale à Tervuren (Belgique).

2. Adresse actuelle : Collège de Bathurst, Bathurst, Nouveau-Brunswick.

Introduction

Il existe deux espèces de Malaptérure, dont la deuxième tout récemment décrite se distingue essentiellement de l'autre, *Malapterurus electricus* (Gmelin), par un crâne beaucoup plus pointu (Mahy, 1970).

Geoffroy St-Hilaire (1802) a brièvement survolé l'anatomie du Malaptérure électrique en insistant surtout sur la topographie de l'estomac et du duodénum dans le situs viscerum : il a aussi affirmé que la vessie natatoire était divisée en deux chambres, antérieure et postérieure, reliées par un canal. Il a aussi cité l'organe électrique caractéristique du Malaptérure.

Cleland (1858) a représenté le squelette du *Malaptérurus electricus* (Gmelin), en lui apportant des légendes incomplètes, et les viscères en les décrivant quelque peu et remarquant, à juste titre, qu'il n'existait dans cette espèce ni appendices pyloriques ni pancréas.

Bilharz (1857) a schématisé le squelette crânien (sans nomenclature), la vertèbre complexe et les vertèbres troncales en employant une terminologie ostéologique qui n'est plus acceptée actuellement. Il a aussi étudié l'origine du nerf électrique et dessiné le situs viscerum sans donner aux organes leur morphologie précise : il n'a, en effet, pas entrevu, ni même représenté, les deux lobes dorsaux du foie. Il a aussi représenté le cerveau du Malaptérure en employant une nomenclature que nous avons revue à la lueur des données nouvelles de l'anatomie comparée. La partie la plus importante de son étude a été la description précise de l'organe électrique.

Fritsch (1887) a, comme Bilharz, décrit sommairement le situs viscerum et le cerveau du Malaptérure ; il en a aussi étudié des coupes macroscopiques et surtout effectué l'histologie précise de l'organe électrique et de la peau si particulière de ce poisson.

Finalement, Ballowitz (1899) a étudié, dans le détail, l'organe et le nerf électriques du Malaptérure.

Matériel

Le matériel employé pour les dissections est le suivant :

— trois exemplaires de *Malapterurus electricus* (Gmelin), grande bouche, à 20 branchiospines du Nil.

— deux exemplaires de « *Malapterurus* – petite bouche », provenant de Yaekama sur le fleuve Congo (Mission de l'Institut national d'Études sur l'Afrique centrale ; 1956).

Ces cinq exemplaires faisaient partie des collections du Musée royal d'Afrique centrale à Tervuren.

MALAPTERURUS ELECTRICUS (GMELIN)

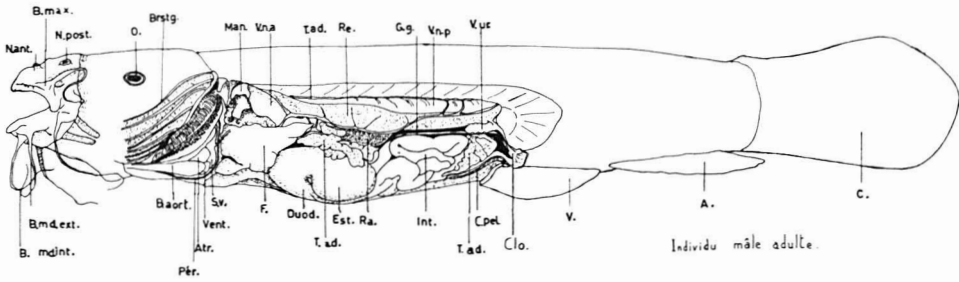


Fig. 1

"MALAPTERURUS - PETITE BOUCHE"

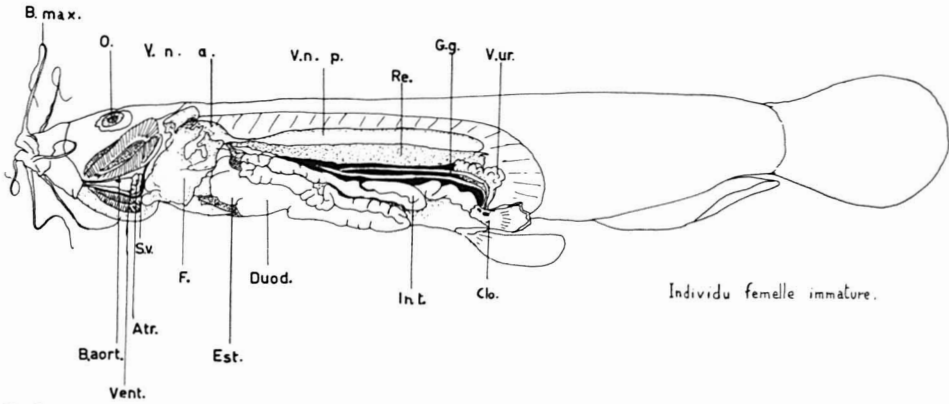


Fig. 2

FIG. 1 et 2. Le situs viscerum

Abréviations : A., nageoire anale ; Atr., atrium ; B.aort., bulbe aortique ; B.max., barbillon maxillaire ; B.md.ext., barbillon mandibulaire externe ; B.md.int., barbillon mandibulaire interne ; Brstg., rayon branchiostège ; C., nageoire caudale ; Clo., cloaque ; C.pel., ceinture pelvienne ; Duod., duodénum ; Est., estomac ; F., foie ; G.g., glande génitale ; Int., intestin ; Man., manubrium de la vessie natatoire encapsulant la chambre antérieure de la vessie natatoire (V.n.a.) ; N.ant., narine antérieure ; N.post., narine postérieure ; O., oeil ; Pér., péricarde ; Ra., rate ; Re., rein ; S.v., sinus veineux ; T.ad., tissu adipeux ; V., nageoire ventrale (pelvienne) ; Vent., ventricule ; V.n.a., chambre antérieure de la vessie natatoire ; V.ur., vessie urinaire.

Résultats

LE SITUS VISCERUM

Dans une dissection latérale ventrale d'un Malaptérure, nous pouvons voir (fig. 1 et 2), d'avant vers l'arrière, le foie assez volumineux possédant, de chaque côté, un lobe dorsal, qu'aucun auteur n'a jamais décrit ; lobe dorsal qui se place entre la base de la ceinture scapulaire et la partie antérieure de la vessie natatoire (fig. 3 et 4).

MALAPTERURUS ELECTRICUS (GMELIN)

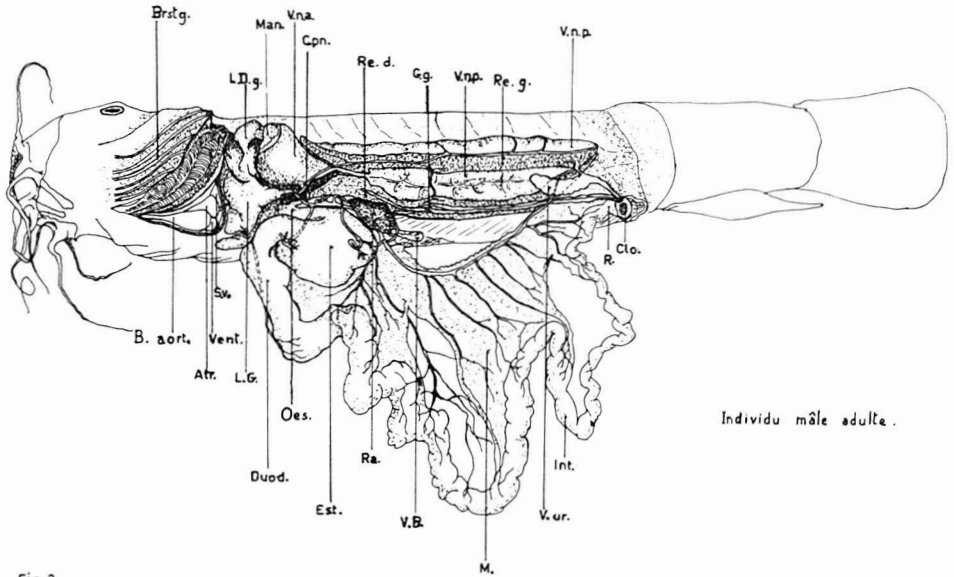


Fig. 3

"MALAPTERURUS - PETITE BOUCHE"

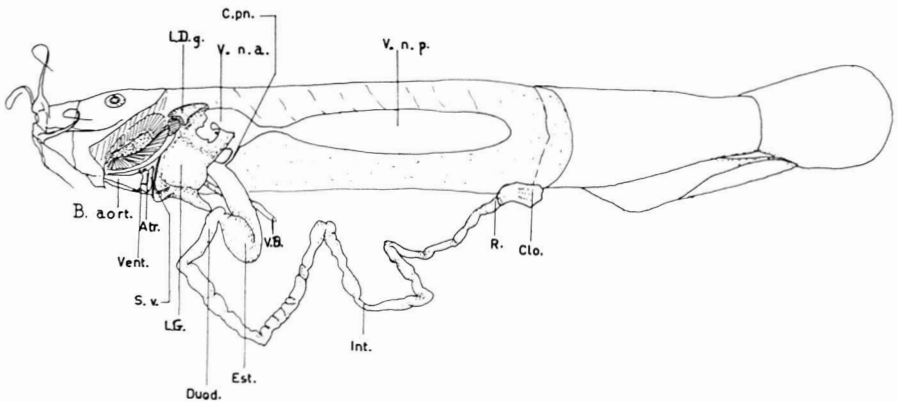


Fig. 4

FIG. 3 et 4. Le tube digestif déroulé.

Abréviations : Atr., atrium ; B.aort., bulbe aortique ; Brstg., rayon branchiostège ; Clo., cloaque ; C.pn., canal pneumatique reliant la chambre antérieure de la vessie nata-toire à l'oesophage ; Duod., duodénum ; Est., estomac ; G.g., glande génitale ; Int., intestin ; L.D.g., lobe dorsal gauche du foie ; L.G., lobe gauche du foie ; M., mé-sentère ; Man., manubrium de la vertèbre complexe ; Oes., oesophage ; R., rectum ; Ra., rate ; Re.d., rein droit ; Re.g., rein gauche ; S.v., sinus veineux ; V.B., vésicule biliaire ; Vent., ventricule ; V.n.a., chambre antérieure de la vessie nata-toire ; V.n.p., chambre postérieure de la vessie nata-toire ; V.ur., vessie urinaire.

Cette dernière est bicornue, alors que la partie postérieure est très allongée et se trouve sous la colonne vertébrale, tandis que les reins, contrairement à ce qui se passe chez les autres poissons, se trouvent latéroventralement par rapport à cette vessie natatoire, ce que les auteurs (Bilharz, 1857 ; Cleland, 1858 et Fritsch, 1887) ont bien vu.

En arrière, et un peu en-dessous du foie, se trouve l'estomac entouré vers le dessous par une boucle du duodénum ; le reste de la cavité viscérale étant occupé par les circonvolutions intestinales, la vessie urinaire et les glandes génitales ; celles-ci, longues et filiformes chez le mâle adulte et la femelle immature, ovoïdes et lobulées chez la femelle mature, se jettent dans le cloaque par un orifice commun avec celui du canal évacuateur de la vessie urinaire, chez le mâle et séparé chez la femelle. La vessie urinaire est relativement petite, un peu lobulée et son canal évacuateur reçoit, près de son origine dans la vessie, celui du rein. Ces rapports entre gonades, vessie urinaire, rein et cloaque n'avaient jamais été décrits, chez le Malaptérure, mais bien figurés par Fritsch (1887).

Entre l'estomac et le rein se trouve, dans une masse assez volumineuse de tissu adipeux, la rate assez grande, sise auprès du rein.

On trouve également une concentration de tissu adipeux entre la vessie urinaire et le rectum, près de son débouché dans le cloaque. L'ouverture de ce dernier se trouve située légèrement en arrière de l'insertion des nageoires pelviennes.

Chez la nouvelle espèce de Malaptérure, on ne voit pas à première vue la rate, bien qu'elle existe, mais beaucoup mieux cachée dans le tissu adipeux et plus petite.

Chez les deux espèces, nous confirmons les avis que Bilharz (1857) et Fritsch (1887) émettent sur *Malapterurus electricus* (Gmelin) en ce qui concerne le pancréas : l'absence d'un organe massif est, en effet, très courante chez les poissons.

LE TUBE DIGESTIF ET SES ANNEXES (figures 3, 4, 5 et 6)

L'oesophage passe dans une gouttière ménagée dans le foie à sa face dorsale : c'est aussi dans cette gouttière du foie que la vésicule biliaire prend son origine. Celle-ci, tubulaire et allongée, longe l'estomac qu'elle dépasse ; elle est toutefois plus courte, relativement, chez la nouvelle espèce ("*Malapterurus* — petite bouche").

Le foie possède deux lobes principaux d'importance égale chez *Malapterurus electricus* (Gmelin) et assez inégale chez "*Malapterurus* — petite bou-

MALAPTERURUS ELECTRICUS (GMELIN)

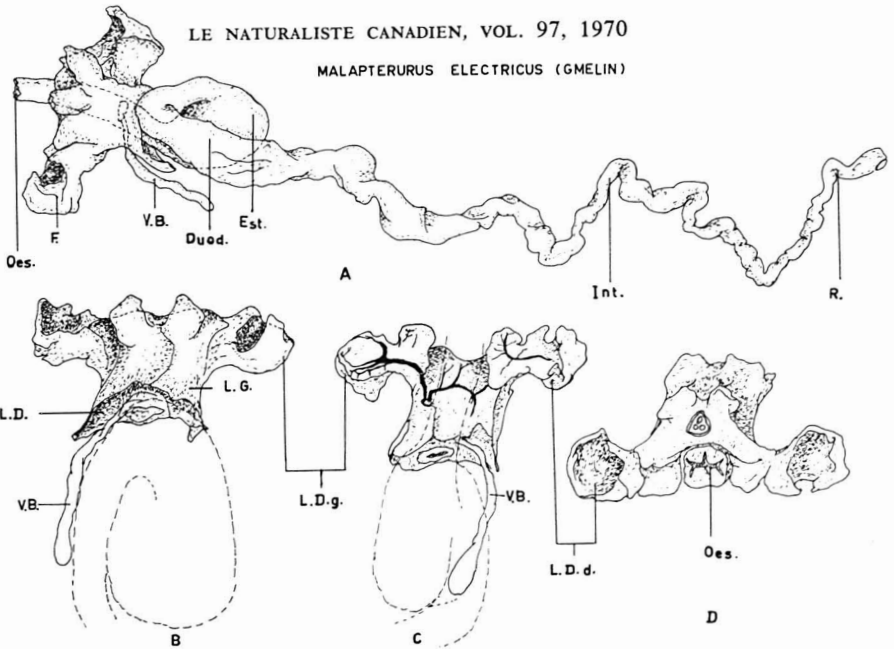


Fig. 5

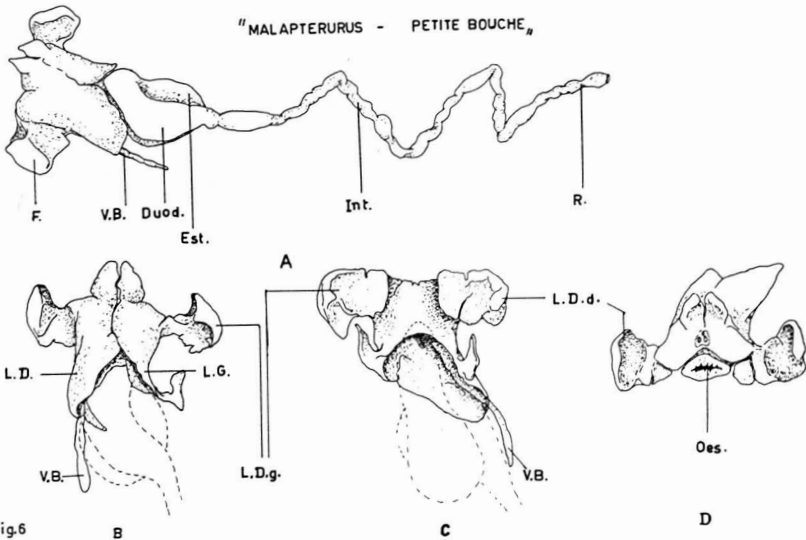


Fig. 6

FIG. 5 et 6

- A. Le tube digestif étalé.
Abréviations : Duod., duodénum ; Est., estomac ; F., foie ; Int., intestin ; Oes., oesophage ; R., rectum ; V.B., vésicule biliaire.
- B. Le foie, en place, face ventrale.
Abréviations : L.D., lobe dorsal droit du foie ; L.D.g., lobe dorsal gauche du foie ; L.G., lobe gauche du foie ; V.B., vésicule biliaire.
- C. Le foie, en place, face dorsale.
Abréviations : L.D.d., lobe dorsal droit du foie ; L.D.g., lobe dorsal gauche du foie ; V.B., vésicule biliaire.
- D. Le foie, en place, face antérieure.
Abréviations : Oes., oesophage ; L.D.d., lobe dorsal du foie.

che", chez lequel le lobe droit est nettement plus allongé en languette ; ces deux lobes possèdent dans leur partie antérieure et ventrale un lobule que l'on ne pourrait mieux comparer qu'au fruit du fraisier. Ces deux lobules antérieurs sont écartés l'un de l'autre chez *Malapterurus electricus* (Gmelin) alors qu'ils se touchent presque chez la nouvelle espèce.

Le foie possède également de très gros lobes dorsaux (qu'aucun auteur n'a jamais décrits) issus des deux lobes initiaux et très bien moulés sur la surface interne de la ceinture scapulaire. Ces lobes dorsaux, chez la plupart des Siluriformes sont transformés en organes producteurs de venin, reliés qu'ils sont avec l'épine de la nageoire pectorale ; ce n'est pas le cas ici, les Malapterures ne possèdent d'ailleurs pas non plus d'épine pectorale. Ils sont aussi faiblement différents de forme de l'ancienne espèce à la nouvelle et séparent la partie extérieure de la vessie natatoire d'avec la peau (contenant l'organe électrique) ; il n'y a pas ici, comme chez beaucoup de Siluriformes, une espèce de tympan, formé par l'accolement des parois latérales de la vessie natatoire à la peau.

Vient ensuite l'estomac, élargissement du tube digestif, après son passage dans la gouttière du foie, assez gros chez *Malapterurus electricus* (Gmelin) et

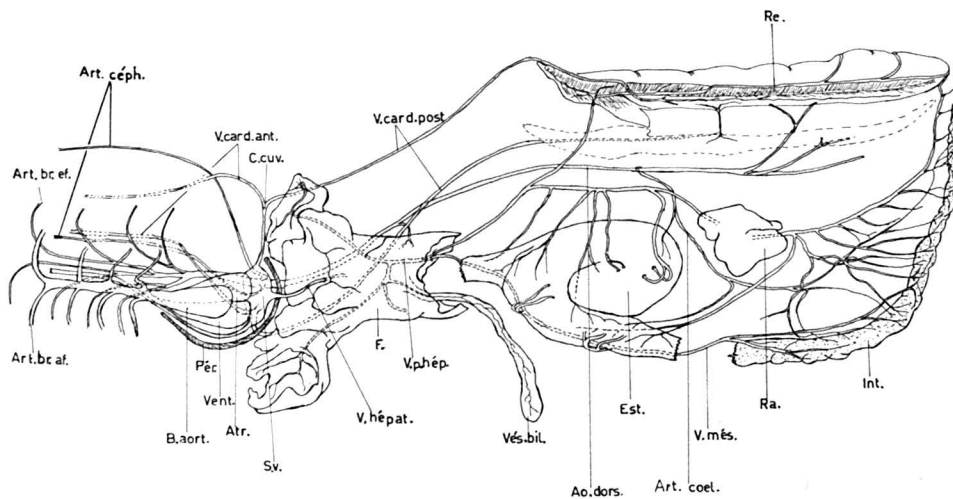


Fig. 7

FIG. 7. Le système circulatoire de *Malapterurus electricus* (Gmelin)

Abréviations : Art.coel., artère coeliaque ; Ao. dors., aorte dorsale ; Art.br.af., artère branchiale afférente ; Art.br.ef., artère branchiale efférente ; Art. céph., artère céphalique ; Atr., atrium ; B.aort., bulbe aortique ; C.cuv., canal de Cuvier ; Est., estomac ; F., foie ; Int., intestin ; Pér., péricarde ; Ra., rate ; S.v., sinus veineux ; V.B., vésicule biliaire ; V.card.ant., veines cardinales antérieures ; V.card.post., veines cardinales postérieures ; Vent., ventricule ; V.hépat., veine hépatique ; V.més., veine mésentérique ; V.p.hép., veine porte hépatique.

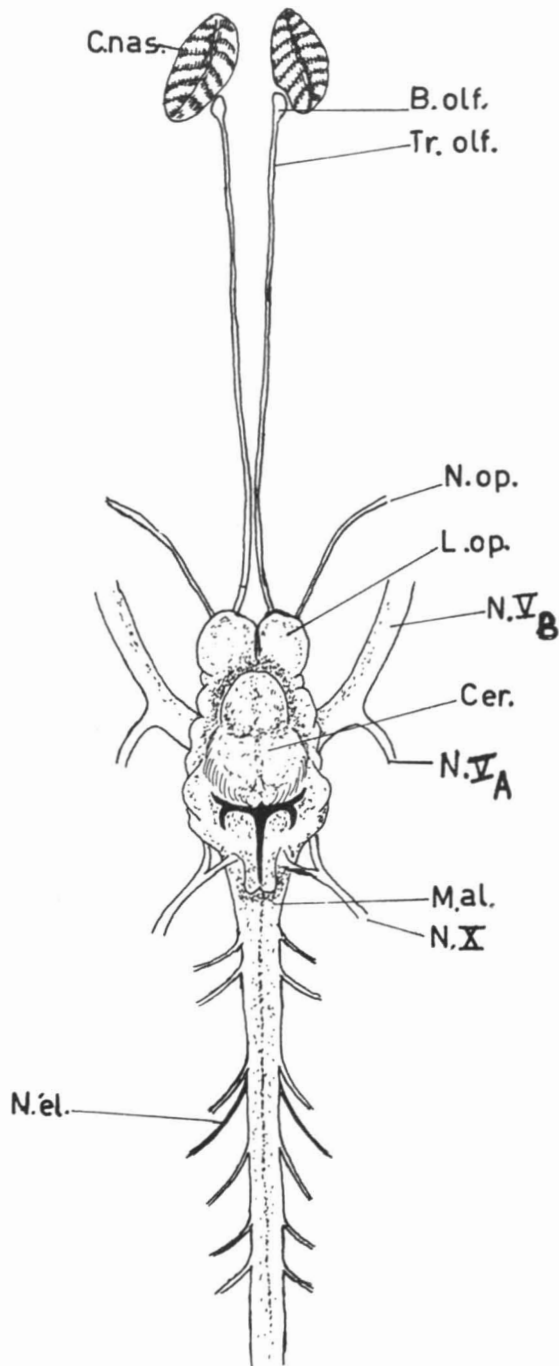


FIG. 8. Le système nerveux du genre *Malapterurus*.

Abréviations : B.olf., bulbe olfactif ; Cer., cervelet ; C.nas., capsule nasale ; L.op., lobe optique ; M.al., moelle allongée ; N.V_A, nerf V_A (profond) ; N.V_B, nerf V_B (trijumeau) ; N.X, nerf X (vague) ; N.op., nerf optique ; Tr.olf., tractus olfactif.

moins important chez la nouvelle espèce, suivi d'un coude constituant le duodénum. Ce dernier fait quasi le tour de l'estomac et se continue par l'intestin formant de nombreuses circonvolutions, moins nombreuses cependant chez la nouvelle espèce.

Le rectum n'est pas nettement différencié du reste de l'intestin.

La rate, qui est plus petite chez la nouvelle espèce, se trouve au-dessus de la partie postérieure de l'estomac où se forme le coude du duodénum et tout contre la région rénale.

L'APPAREIL CIRCULATOIRE (figure 7)

Au niveau du système circulatoire, nous n'avons pu observer des différences significatives entre les deux espèces de Malaptérure. Aussi nous limiterons-nous à la description de celui de *Malapterurus electricus* (Gmelin). Cet appareil n'a été décrit, ni figuré par aucun auteur jusqu'à présent.

Le coeur est constitué comme chez la plupart des Téléostéens. D'arrière vers l'avant, on observe le sinus veineux recevant les canaux de Cuvier formés par les veines cardinales antérieures et postérieures (il reçoit aussi la veine hépatique). En avant, se trouve l'atrium, à droite duquel se voit le ventricule prolongé par le bulbe aortique. Ce dernier se prolonge en donnant naissance aux quatre paires d'artères branchiales afférentes. Celles-ci sont indépendantes et sortent de l'aorte ventrale (caractère primitif).

Les quatre paires d'artères branchiales efférentes forment l'aorte dorsale. Les deux premières confluent entre elles et les troncs communs de ces deux premières artères efférentes droites et gauches confluent également avant de recevoir les branches communes gauches et droites des deux dernières. L'aorte dorsale ainsi formée envoie des artères qui se bifurquent au niveau de tous les organes du poisson. L'artère coeliaque est relativement reculée.

La veine porte hépatique est formée par la réunion de la veine rénale et des deux veines abdominales, dont la première est la mésentérique et la seconde draine le sang veineux du tube digestif vers la veine porte hépatique en passant par la rate.

LE SYSTÈME NERVEUX (figure 8)

Le cervelet ou métencéphale assez gros est oblong et massif : il est suivi par le myélocéphale beaucoup plus mince. Celui-ci est prolongé par la moelle épinière.

Pour ce qui est du cerveau, nous confirmons les travaux de Bilharz (1857). et Fritsch (1887). Pour le nerf électrique, nous sommes d'accord avec Bilharz (1857) et Ballowitz (1899) qui disaient qu'il naissait comme racine ventrale du troisième nerf rachidien.

Conclusion

Nous avons ainsi mis en évidence quelques particularités viscérales des Malaptérures et, particulièrement, la présence des deux lobes dorsaux du foie qui, à l'opposé des autres Siluri, se prolongent en arrière jusqu'à recouvrir la face externe de la chambre antérieure de la vessie natatoire, empêchant ainsi la formation d'un tympan (par accollement de la vessie natatoire à la peau). Ces lobes ne sont pas non plus transformés en organes producteurs de venin.

De plus, les reins se trouvent latéroventralement par rapport à la vessie natatoire, ce qui est exceptionnel chez les poissons.

Les différences anatomiques viscérales essentielles entre les deux espèces sont situées au niveau du tube digestif beaucoup moins long et circonvolé chez "*Malapterurus* — petite bouche", de l'estomac moins développé et du foie de structure plus irrégulière chez la nouvelle espèce.

Pour ce qui est de l'appareil circulatoire et du système nerveux, nous n'avons mis aucune différence en évidence entre les deux espèces du genre *Malapterurus*. Ceci n'est pas étonnant car ces systèmes diffèrent très peu, d'un genre à l'autre ou même d'une famille à l'autre dans la classe des Poissons.

L'anatomie viscérale comparée, tout comme la biométrie, la zoogéographie, concourt à montrer l'existence d'une deuxième espèce de Malapteruridae.

Remerciements

Toute notre reconnaissance va au Professeur Max Poll pour les éminents conseils qu'il nous a prodigués tout au long de notre travail sur les Malapteruridae.

Nous remercions également M. Lucien Cahen, directeur du Musée royal d'Afrique centrale et tout le personnel de la section des Vertébrés de ce Musée pour le climat de sympathie dans lequel nous avons pu travailler.

Références

- BALLOWITZ, E., 1899. Das elektrische Organ des afrikanischen Zitterwelses. Fischer. Jena. 96 p.
- BILHARZ, T., 1857. Das elektrische Organ des Zitterwelses anatomisch beschrieben. Engelmann. Leipzig. 52 p.
- CLELAND, J., 1858. On the skeleton, muscles and viscera of *Malapterurus beninensis*. *Proc. R. phys. Soc. Edinb.* 1: 381-396.
- FRITSCH, G. T., 1887-1890. Die elektrischen Fische. Ersten Abtheilung. *Malapterurus electricus*. Von Veit. Leipzig. 146 p.
- GEOFFROY ST-HILAIRE, E. F., 1802. Mémoire sur l'anatomie comparée des organes électriques de la raie torpille, du gymnote engourdissant et du silure trembleur. *Annl. Mus. Hist. nat. Paris.* 1: 392-407.
- MAHY, G., 1970. Les deux types morphologiques de la famille des Malapteruridae, (Pisces-Ostariophysi). *Naturaliste can.* (sous presse).

COMMUNICATIONS BRÈVESOBSERVATIONS ON DEAD AND COLLAPSED FISHES
DURING A COLD SPELL ALONG THE FLORIDA KEYS

W. A. SMIRNOFF

Faculty of Forestry, Laval University, Québec

A cold front coming from the North reached Florida State on 6 January, 1970, and lasted for a week. The Miami Weather Bureau reported temperatures between 35 and 40°F, and mentioned that it was the lowest temperatures registered in this area in the past 42 years. Obviously such unusually low temperatures affected flora and fauna of Florida Keys and, no doubt that its effects will be studied in details by specialists. My purpose is only to report observations made during this cold spell unwelcomed by a Canadian vacationer.

Big Pine Key Florida is situated at 24°5' N, 81°5'W. Observations were carried out in an area extending 3 – 4 miles into the Gulf of Mexico and the Atlantic Ocean at both ends of the Spanish Harbour Channel. Water depth was 5 – 17 feet in the Gulf of Mexico and 8 – 30 feet in the Atlantic Ocean. Most fishes were afloat upside down in the streams of deep water channels during high tide. They were collected from a boat by means of a fisherman's net attached to a long rod. Species collected were identified; collapsed ones were differentiated from dead and the total length for all fishes was given to 0.5 inch precision. Observations were carried out on January 10, 11 and 12, and were terminated by the end of my vacation period on January 12. Specimens of each species were preserved in a 10% Formaldehyde solution and brought back to the Québec Forest Research Laboratory for determination of total lipids and iodine number.

On January 7, the cold front from the North reached Florida Keys and fish stopped biting indicating lack of activities. Water temperature, which was 56°F on January 7, decreased to 52-50°F from January 8 to 11. On January 9, the first collapsed red snappers were seen and cow fishes were observed afloat in the streams. The maximum number of fishes afloat occurred on January 10 and 11, and a large number of them were already dead. On January 12, water temperature increased to 50°F but a large number of floating fishes were still observed and no biting activity occurred before my departure in the afternoon of the same day. Data on fish collection are given in Table 1.

Of the 1015 collected fishes, belonging to 27 species, 748 had collapsed and 267 were dead. Low water temperature did not have the same effect on each species. The more affected were coral reef species which are not able to

move rapidly, such as : Lane Snapper, Blue Striped, Common, French and White Grunt, Red Snapper and Pork Fish. Only one Jack Fish and one Smooth Dog Fish were collected but none of those with the ability to migrate rapidly such as Mackerel, Gruber, Northern Puffer, Lady Fish, Melet and Sea Trout were affected although these waters contain large numbers of these species.

At my laboratory, total lipids and iodine number of 9 species of collapsed fish were determined. For determination of the iodine number, the lipids were extracted in chloroform and treated with Hanus solution and excess of iodine titrated by sodium thiosulfate with potassium iodine and distilled water. Numbers are given in relation with fish fresh weight. For total lipids determination, lipids were homogenized and extracted in a 2 : 1 chloroform-methanol solution, and the liquid fraction isolated was dried. Lipid is given in relation to the total fresh weight and the total weight (Folch, J., Lees, M., and Stanley, G.H.S. J. Biology Chemistry, 226: 497-509, 1957). Results of analyses, reported in Table 2, may be useful to specialists in this field. No conclusion is drawn, except that this cold spell caused collapsing and death of fishes.

TABLE 2

The iodine number and total lipid content in certain species of collapsed fish

Species	total length (inches)	total weight (gm)	meat weight (gm)	iodine number of meat	% of total lipids in fresh meat
<i>Lactophrys triconnis</i>	6.75	88.5	9.70	4.83	2.34
<i>Anistremus virginicus</i>	8.0	127.0	9.70	6.22	1.96
<i>Ocyurus chrysurus</i>	7.0	51.5	10.05	6.50	1.60
<i>Lutianus synagris</i>	5.25	25.3	10.7	7.70	1.80
<i>Sphyraena sp.</i>	9.5	64.5	9.40	6.67	1.81
<i>Sparisoma abildgaardi</i>	8.75	166.2	9.60	6.67	2.08
<i>Ictalurus sp.</i>	11.50	136.2	9.20	5.42	2.50
<i>Haemulon plumieri</i>	8.25	121.0	9.85	3.24	1.53
<i>Clupeidae sp.</i>	4.0	7.0	2.35	6.20	3.44

TABLE 1

Data of fish collection made near Big Pine Key Florida between January 10 and 12, 1970

Species collected	January 10			January 11			January 12			Total numbers of fish		
	collapsed	dead	Max-min total length (inch)	collapsed	dead	Max-min total length (inch)	collapsed	dead	Max-min total length (inch)	collected	collapsed	dead
										collected	collapsed	dead
<i>Haemulon sciurus</i>	—	—	—	16	3	3.5—9	18	10	4—9.5	47	34	13
<i>Haemulon plumiere</i>	3	—	7—8.5	5	6	4—8.5	4	8	5—9.5	26	12	14
<i>Haemulon flavolineatum</i>	—	—	—	—	1	8	2	1	5—8	4	2	2
<i>Haemulon plumieri</i>	—	3	4.5—5	18	20	3—8.5	—	12	5—8.5	53	18	35
<i>Lutianus aya</i>	6	—	12—23.5	38	3	18—35	2	—	20	49	46	3
<i>Lutianus synagris</i>	22	4	3—9.5	82	21	3—14	60	18	4—12	207	164	43
<i>Lutjanus apodus</i>	1	—	16	7	1	12—21	—	—	—	9	8	1
<i>Ocyurus chrysurus</i>	—	—	—	12	4	3.5—7	10	6	4—9.5	32	22	10
<i>Alutera scripta</i>	—	—	—	—	1	12.5	2	1	9—14	4	2	2
<i>Ceratacanthus schoepfi</i>	—	—	—	1	—	14	—	—	—	1	1	—
<i>Scarus caeruleus</i>	—	—	—	2	—	9.5—10	1	—	13.5	3	3	—
<i>Sparisoma abildgaardi</i>	8	3	7—14	4	8	10—14	6	4	9—12	33	18	15
<i>Holacanthus ciliaris</i>	—	—	—	4	—	10.5	3	1	12	8	7	1
<i>Pomacanthus paru</i>	—	—	—	2	1	6.5—7.5	1	—	8	4	3	1
<i>Lactophrys tricorris</i>	30	8	5.5—7.5	120	35	2—7.5	97	4	2.5—8	294	247	47
<i>Lactophrys trigonus</i>	19	2	5.5—10.5	23	6	3.5—12	12	27	2.5—16.5	89	54	35
<i>Caranx latus</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	10.5	1	1	—
<i>Sphyraena sp.</i>	—	—	—	12	4	5—22	11	8	4.5—49	35	23	12
<i>Ictalurus sp.</i>	—	—	—	18	1	7.5—8.5	5	—	8—11	24	23	1
<i>Sphoeroides dorsalis</i>	2	1	2—10.5	6	2	5—11	1	6	5—12	18	9	9
<i>Strongylura marina</i>	—	—	—	6	—	3.5—4	—	—	—	6	6	—
<i>Chilomycterus schoepfi</i>	—	1	2.5	4	1	2—4	—	2	4	8	4	4
<i>Anistremus virginicus</i>	10	—	4.5	18	3	4.5—8	4	1	4.5—8	36	32	4
<i>Abudefduf saxatilis</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	5	2	1	1
<i>Mustelus canis</i>	—	—	—	1	—	56	—	—	—	1	1	—
<i>Lachnolaimus maximus</i>	1	2	5—6.5	6	9	5—9.5	—	3	5—7	21	7	14
Clupeidae sp. school	—	—	—	—	V	1.5—5	—	—	—	—	—	—
				many	many				Total :	1015	748	267



CRANBERRY SHOOT MORPHOLOGY AS INFLUENCED BY ORIENTATION OF VINES

I. V. HALL

*Research Station, Canada Department of Agriculture,
Kentville, Nova Scotia*

A definite need exists for research on the quickest and most economical way of establishing cranberry stands.

The generally accepted procedure for planting a bog is to cover it with 453.5 kg (1000 lb.) of vines per acre and to disc these into the bog surface (Dana and Klingbeil, 1966). Superphosphate is incorporated prior to planting and nitrogen, in the ammonium form, is applied as the vines begin to grow. A definite weed problem exists at the end of the second year following this practice and it is necessary to apply a selective weed killer to control the various weeds. Growers report that, in a heavy stand of weeds, growth is slow and lateral shoot development is very limited or nonexistent. For several years it has been considered necessary to bend the vines over by applying a layer of approximately one-half inch of sand in late fall and to force the vines to root before lateral buds develop (Darrow *et al.*, 1924).

This paper reports on the growth of cranberry plants at different vine positions in a growth chamber and relates the significance of these experiments to the establishment of a stand under natural conditions.

For the first experiment, 4 plants of each of the cultivars Beckwith, McFarlin and Pilgrim were grown in the growth chamber at each of 3 positions (Fig. 1). In position one, the vine was bent over the side of the pot and rooted in a medium of soil containing 1 part sand, 1 part garden soil and 1 part peat. In position two, the vine was fastened to a rod that had been bent at an angle of 45°. In position three, the vine was wired to a metal rod in a perpendicular position. Plants were allowed to grow for 29 days.

In the second experiment, 6 plants of the cultivars Franklin and Beaver River were grown under 2 sets of conditions. In one, the vines were bent over the side of the pot and allowed to rest upon a flat of moist sand, whereas in the other, the vines were trained in the same manner but a layer of approximately 1 cm of sand was placed over the vines. Plants were allowed to grow for 35 days.

1 Contribution No. 1367 from the Research Station, Canada Department of Agriculture, Kentville, Nova Scotia.

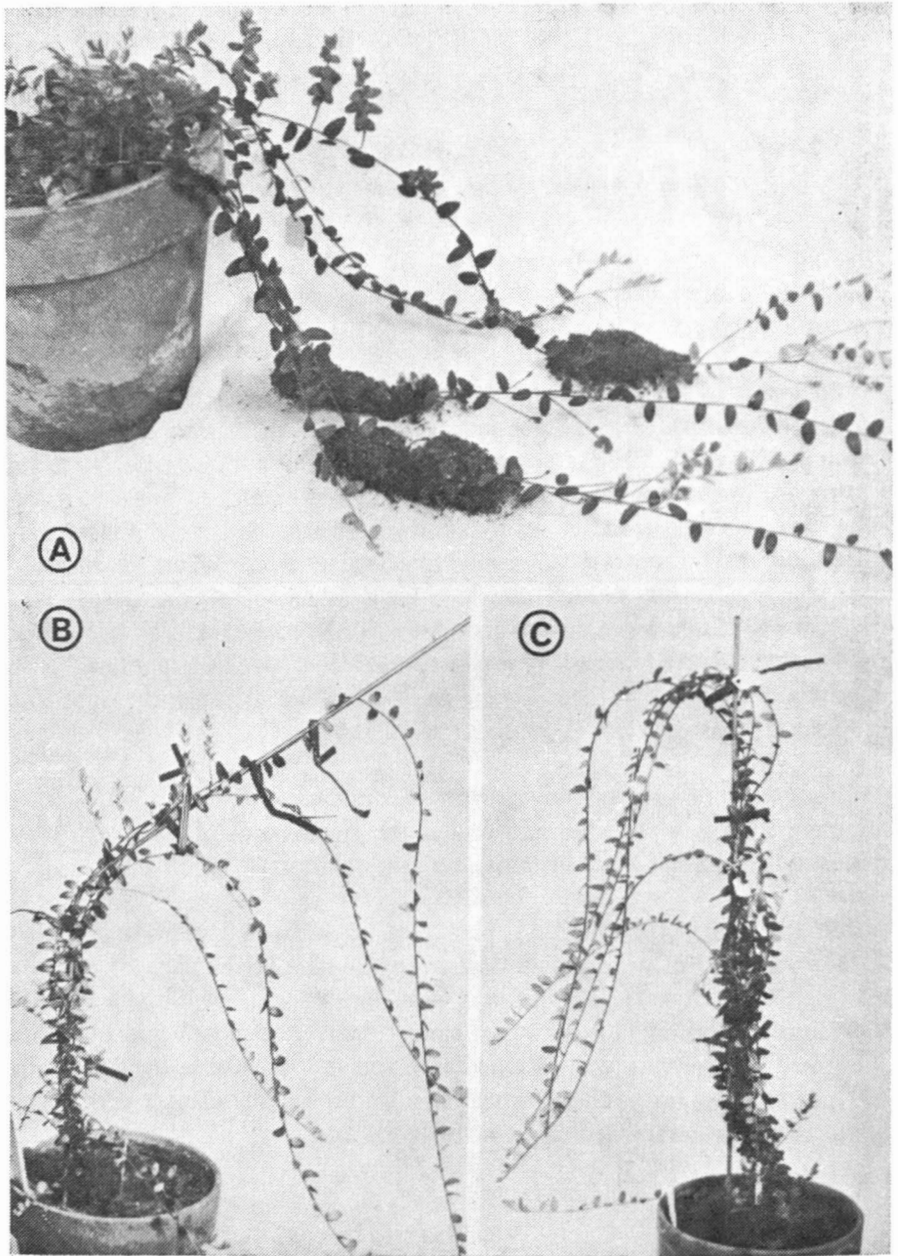


FIG. 1. Cranberry growth of the cultivar Beckwith at three positions (a) horizontal position in which segments of the vines or runners were covered with soil, (b) angled position, and (c) perpendicular position.

TABLE 1

Vegetative growth of three cranberry cultivars expressed as a ratio of growth of runners/length of lateral shoots

Treatment position	Cultivars			Means
	McFarlin	Pilgrim	Beckwith	
Perpendicular	1.27	2.24	2.95	2.15
Angled	.81	2.33	1.89	1.68
Horizontal	.46	1.31	1.00	0.92
Means	.85	1.96	1.94	

L.S.D. (5% level) between means of varieties or treatments = .24

TABLE 2

A comparison of cranberry growth between plants which have had vines buried and not buried in sand

Treatment	Av. length of main vines (cm)		Av. total length of lateral shoots (cm)	
	Cultivars		Cultivars	
	Beaver River	Franklin	Beaver River	Franklin
Vines buried in sand	736.0+	923.3**	433.6+	577.3**
Vines placed on the surface of the sand	548.0	578.0	340.0	300.3

+ Not significant at the 5% level.

** Significant at the 1% level.

The growth chamber was programmed so that the plants received 14 hours of light and 10 hours of dark during every 24 hours. Temperatures during the light and dark periods were 21°C and 18°C respectively, and the light intensity was 1600 ft-c. At the end of the experimental period in the first experiment the length of all new growth was recorded to the nearest centimeter and records

taken on the number of shoots. The values given in Table 1 were obtained by dividing the total length of runner growth by the total lateral growth. This was done to show the effects of treatments regardless of size of plants.

In the second experiment the length of all runners and lateral shoots was measured to the nearest centimeter and analyzed directly. Plants were placed at random in the chambers.

The bending of the cranberry vines over the sides of the pots in the first experiment significantly increased the number of shoots and increased the length of the shoot growth relative to the terminal vine (Table 1). Those vines which were supported in an upright position tended to continue terminal growth at the expense of lateral shoot growth (Fig. 1).

Observation on the growth of plants in the second experiment substantiated that it was not necessary to have the vines rooting in or covered with sand to get development of lateral buds. However, covering the vines with sand significantly increased the growth of vines and of lateral shoots of the cultivar Franklin (Table 2). The same trend was noted in the slower-growing cultivar Beaver River, but the increase in growth was not significant.

The results of these two experiments indicate that the growth of the cranberry is strongly influenced by the apical dominance of the terminal buds. The results found in this species of *Vaccinium* bear much similarity to those found for the lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium* (Hall *et al.*, 1969). When the vine is growing in a perpendicular position there is a continued growth of the existing shoot, whereas when the shoot is bent over, lateral buds begin to develop all along the vine (Fig. 1). Under field conditions a heavy stand of weeds permits only a continued growth of the few original shoots that were planted in the bed. If weeds could be reduced or eliminated early, it would allow the plant to fall over and produce an abundance of laterals.

The practice of sanding which is considered to be beneficial in many ways in Massachusetts (Cross and Demoranville, 1969) would also appear to improve growth as it bends the vines over and increases the amount of terminal as well as lateral shoot growth. It also promotes rooting along the buried vines and this undoubtedly helps to anchor the vines which are susceptible, in the first 2 to 3 years, after planting to pulling out during harvesting. Rooting is not essential for the development of lateral buds as the vines bent over in the second experiment produced shoots although not as prolifically as those covered with sand.

The author wishes to acknowledge the assistance of J. S. Leefe in the statistical treatment of the data.

References

- CROSS, C. E. and I. E. DEMORANVILLE, 1969. Resanding of Massachusetts cranberry bogs. Univ. of Massachusetts Cooperative Extension Publication, 36.
- DANA, M. N. and G. C. KLINGBEIL, 1966. Cranberry growing in Wisconsin. Extension Service College of Agriculture, Univ. of Wisconsin, Circular 654.
- DARROW, G. M., H. J. FRANKLIN and O. G. MALDE, 1924. Establishing cranberry fields. U. S. Dept. Agr. Farmers' Bull. 1400.
- HALL, I. V., L. E. AALDERS and A. D. CROWE, 1969. Apical dominance in the lowbush blueberry altered by indolebutyric acid. HortScience, 4 : 27-28.



REVUE DES LIVRES

FAIRBRIDGE, R.W., (éditeur), 1968. *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold, New York. 1295 p., ill. 18 x 26 cm. Relié, \$35.00.

À l'heure des cerveaux électroniques, le gigantisme devient chose courante et n'étonne guère plus. Tel n'est pas le cas de *The Encyclopedia of Geomorphology*, un ouvrage magistral qui saura retenir l'attention non seulement des géomorphologues, mais aussi de tous les spécialistes des sciences de la Terre et même de plusieurs profanes intéressés à l'évolution de la croûte terrestre.

Un ouvrage de cette nature s'imposait. Le professeur Fairbridge de l'Université Columbia, aidé de nombreux collaborateurs et d'une excellente maison d'édition, a pu réunir dans quelque 1300 pages une documentation aussi riche que substantielle sur les divers aspects de la géomorphologie. Ce livre utile nous apparaît comme un outil fondamental dont on ne saurait se priver. Il a sa place sur la table de travail du géologue et du géographe, à côté des meilleurs ouvrages de référence.

Il s'agit du troisième tome d'une série de 8 consacrés aux sciences de la Terre. Les deux premiers, publiés il y a quelques années, traitent d'océanographie (tome 1) et des sciences de l'espace (2). Les cinq prochains tomes feront le point dans les domaines suivants : géochimie et minéralogie (4), géophysique, géologie structurale et pétrographie (5), géologie appliquée et sédimentologie (6), stratigraphie et paléontologie (7), géologie régionale (8). Celui qui connaît et utilise les trois tomes déjà parus dissimule mal son impatience de voir sortir des presses les autres titres inscrits au palmarès.

Comme dans la plupart des ouvrages de sa catégorie, les sujets sont présentés par ordre alphabétique. La longueur des textes varie beaucoup d'un article à l'autre ; elle n'est pas automatiquement proportionnelle à l'importance du sujet, mais plutôt significative de l'intérêt que l'auteur y a accordé. Les sujets les plus courts totalisent une dizaine de lignes, les plus longs une douzaine de pages. Ils sont rédigés par divers auteurs et accompagnés pour la plupart d'une courte bibliographie. L'ouvrage est abondamment illustré de croquis simples, empruntés en grande partie à des publications diverses, et de nombreuses photographies, dans l'ensemble d'une grande netteté.

Si on s'en remet au nombre de titres inscrits, la seule contribution de Fairbridge compte pour environ 33%. Toutefois, il faut préciser que plusieurs textes de cet auteur sont très courts. Les noms qui reviennent le plus souvent après celui de Fairbridge sont ceux de Harris et Tanner qui ont contribué respectivement 16 et 11 textes. Cent cinquante (150) spécialistes, la plupart géologues et géographes, provenant d'une vingtaine de pays, ont collaboré à la rédaction de l'ouvrage. Bien que le plus gros contingent vienne du monde anglo-saxon, soit 121, répartis ainsi : 78 (États-Unis), 19 (Australie-Nouvelle-Zélande), 15 (Grande-Bretagne) et 8 (Canada), environ 20% des textes ont été fournis par des spécialistes de 13 autres pays dont l'U.R.S.S., France, Allemagne, Pays-Bas, Scandinavie, Pologne et Belgique.

On constate donc un effort de collaboration entre spécialistes ayant des formations et des cultures variées qui se reflète dans l'ouvrage par la qualité variable des textes. On peut souhaiter que de tels efforts s'intensifient, en particulier dans la recherche des spécialistes les plus qualifiés, car dans le présent ouvrage plusieurs questions sont traitées assez superficiellement par des auteurs qui ne sont pas forcément les plus autorisés. Pour en citer qu'un seul exemple, mentionnons le texte consacré aux plages arctiques (p. 21-22)

qui est basé essentiellement sur des observations fragmentaires faites en Alaska. Il paraît hasardeux de caractériser les plages arctiques à partir de ces seules observations quand l'on sait que les conditions naturelles de la côte alaskienne sont loin d'être communes à l'ensemble des quelques milliers de km de plage des régions arctiques. L'auteur ne mentionne même pas le travail fondamental de Nichols paru en 1961 dans l'*American Journal of Science*, ni les travaux de Rex consacrés aux plages polaires.

Au total, près de 350 sujets sont abordés, soit une moyenne de 3 pages par sujet. Tout n'a pas été dit, évidemment! L'ouvrage est cependant complété par les autres volumes de la série. L'éditeur n'a pas répété les sujets communs à deux disciplines, par exemple la géomorphologie et la sédimentologie. On retrouve les termes ou les expressions définies dans l'un ou l'autre tome.

Un ouvrage de cette envergure demeure particulièrement vulnérable à la critique, chaque lecteur voulant y trouver satisfaction. Il serait injuste envers les réalisateurs de cette grande encyclopédie scientifique de formuler toutes les critiques que suggèrent l'examen et la lecture de l'ouvrage, car à maintes reprises, il s'agit davantage de différences de point de vue ou de divergences de savants, que de questions fondamentales. Nous limiterons donc nos remarques à quelques points particuliers de manière à souligner le caractère perfectible de l'ouvrage, qu'il faut considérer comme un guide et non comme une bible.

L'une des faiblesses inévitables des ouvrages de cette nature qui font appel à une large collaboration, c'est de n'être pas tout à fait à jour lors de la parution. Aussi importe-t-il que les collaborateurs soient les mieux renseignés possible et tiennent leur fichier à jour. De cette façon, on n'ignorera pas des travaux importants parus plusieurs années auparavant comme cela se voit dans plusieurs articles du présent ouvrage. De même, il faudrait faire un plus grand effort pour sortir de l'univers anglo-saxon. Il existe quantité d'excellents travaux dans d'autres langues que l'anglais. Tout chercheur honnête a le devoir de les connaître et de les mentionner, même dans un ouvrage de langue anglaise. Un coup d'oeil aux petites bibliographies qui accompagnent la plupart des textes peut laisser entendre qu'en dehors de l'anglais, de l'allemand et du français, il existe fort peu de choses dans les autres langues. Et pourtant!

Certaines entrées ne semblent pas à leur place dans un ouvrage consacré à la géomorphologie. Ainsi, les textes sur la mer d'Aral (p. 18-20), la Caspienne (p. 109-116) et la Morte (p. 243-245) auraient dû normalement apparaître dans le volume consacré à l'océanographie. De même, il aurait été préférable, à notre avis, de parler des mers anciennes (post-glaciaires), comme les mers de Champlain et de Tyrrell dans le tome 1. D'autant plus que toutes les mers liées aux niveaux post-glaciaires ne sont pas étudiées ni même mentionnées. Il n'est pas question du golfe de Laflamme (Lac-Saint-Jean/Saguenay), ni de la mer d'Iberville (Ungava).

D'un autre côté, les définitions offertes ne sont pas toujours des plus concises et des mieux formulées. Les termes *corrasion* et *corrosion* (p. 202-205) illustrent cette déficience. La photo offerte au mot *tafoni* (p. 1103) relève de la corrosion et constitue une mauvaise illustration du phénomène qu'elle peut représenter. Par ailleurs, de nombreux sujets sont à peine esquissés. Le lecteur demeure insatisfait à la lecture du texte accompagnant le mot *pothole* (p. 888), par exemple. Sur les six références fournies, quatre concernent des manuels. Certaines mises au point ne sont pas forcément les mieux renseignées et les plus adéquates. La classification des côtes proposée par Shepard (p. 131-133) laisse place à l'amélioration. La question des broutures glaciaires (p. 117-117) est loin d'être satisfaisante.

Il est assez étonnant de lire (p. 326) : «... up to the eastern tip of Ile d'Orléans (Montréal)». C'est une erreur géographique grossière pour un nord américain, même d'adoption. La définition d'un estuaire (p. 325-326) demeure conservatrice et manque de rigueur — on comprend mal pourquoi la définition claire et concise de Guilcher : *l'estuaire correspond à la partie d'un cours d'eau affectée par la marée et ses courants (marée de salinité et marée dynamique)* n'a pas été adoptée. Il ne faut pas confondre par ailleurs *estuaire* et *milieu estuarien*.

Il nous est agréable de souligner que la section consacrée aux cartes géomorphologiques a été rédigée par un de nos collègues. Denis St-Onge, auteur de quelques jolies cartes en couleurs, propose sa légende et commente celle de certains pays (U.R.S.S., Tchécoslovaquie, Pologne, France, Belgique).

Les théoriciens de la géomorphologie et les adeptes de la géomorphologie des hypothèses spéculatives ou les anti-processus trouveront matière à discussion dans les pages consacrées à la définition de la géomorphologie, ses principes, son histoire (p. 403-423), et à la géomorphologie quantitative (p. 898-912).

The Encyclopedia of Geomorphology constitue non seulement un livre de référence précieux, mais aussi une source de culture générale. C'est un ouvrage utile et indispensable à tous ceux qui s'intéressent aux sciences de la Terre. Il consacre une discipline que plusieurs conservateurs hésitent encore à reconnaître comme valable. Il n'est pas exagéré de qualifier cet ouvrage de magistral.

Jean-Claude DIONNE

EMBLETON, C. et KING, C. A. M., 1968. **Glacial and Periglacial Geomorphology**. Edward Arnold, London et Macmillan, Toronto. 608 p., 106 fig., 30 pl. h. t. 15 x 23 cm. U.S. \$12.75

La publication d'un ouvrage consacré au milieu froid présente toujours un vif intérêt pour les populations de ces régions, en particulier pour les québécois dont le territoire a été à la fois le berceau et le tombeau d'une des principales calottes glaciaires de la dernière grande glaciation, dite wisconsinienne ou laurentidienne. Ces événements géologiques récents, (la dernière glaciation aurait débuté il y a 70 000 ans pour se terminer il y a 5000 ans environ), ont profondément marqué les paysages et le milieu québécois. Relief, sol, faune, flore, réseau hydrographique, tout rappelle qu'hier encore d'immenses calottes glaciaires de quelques centaines de mètres d'épaisseur recouvraient les Appalaches, la cuvette du Saint-Laurent et les Laurentides.

En ce sens, l'étude des régions froides revêt un caractère d'une haute importance, non seulement pour un petit groupe de spécialistes appelés tantôt géographes, géologues, géomorphologues, glaciologues, pédologues, tantôt biologistes, botanistes ou préhistoriens, mais pour l'ensemble de la communauté. Les plus avancés d'entre nous ne savent même pas actuellement si nous vivons dans un interglaciaire ou si nous sommes définitivement sortis de l'ère des grandes glaciations quaternaires. Qu'advient-il de l'*Homo sapiens* dans quelques milliers d'années, si les glaciers réoccupent le territoire nord américain ? Les progrès de la science permettent de penser qu'à cette époque, la conquête réelle de l'espace sera accomplie et que l'homme du paléolithique qui a existé durant la dernière glaciation aura fait place à un être dont il est difficile de prévoir les dimensions intellectuelles et les possibilités matérielles de lutte efficace contre les éléments indésirables de la nature sur la planète mère. Ce sera peut-être alors l'époque par excellence du refuge dans le cosmos.

L'ouvrage d'Embleton et King consacré à la géomorphologie glaciaire et périglaciaire n'aborde pas directement ces questions philosophiques fondamentales, mais fournit une foule de renseignements qui permettent de mieux comprendre le milieu dans lequel nous évoluons. Nous disposions depuis quelques années déjà d'un ouvrage général, en français, consacré à la morphologie des régions froides, celui de Tricart et Cailleux. Les géographes anglais viennent de se donner un instrument analogue, quoique beaucoup moins détaillé. *Glacial and Periglacial Geomorphology* s'adresse surtout aux étudiants du niveau de la licence et de la maîtrise.

L'ouvrage comprend quatre parties, la première étant consacrée aux principes fondamentaux relatifs à la glaciation et à la formation des glaciers (p. 9-134), la seconde, à l'érosion glaciaire et fluvio-glaciaire (p. 135-298), la troisième, à l'accumulation glaciaire et fluvio-glaciaire (p. 299-446) et la quatrième, à la géomorphologie périglaciaire (p. 447-586) ; le tout comprenant 26 chapitres, une introduction et un index.

Dans l'ensemble, l'ouvrage se révèle assez clair et bien formé en date de 1965-1966. La lecture demeure intéressante même pour celui qui connaît le sujet. Ce livre contraste avec celui de Flint (1958) devenu classique, même en Europe. Sa publication était devenue nécessaire, car l'optique géomorphologique apparaît rarement dans le manuel américain dont tous se servent aujourd'hui. Il ne ressemble guère également à la « bible » de Charlesworth (1957) que par le style et la pensée anglo-saxonne parfois déroutante pour l'esprit latin. Il ne fait donc pas double emploi. Nous l'accueillons avec plaisir et beaucoup de satisfaction même s'il ne répond pas à tous nos désirs.

Cet ouvrage est consacré en majeure partie (les $\frac{3}{4}$) au glaciaire ; ce qui révèle à la fois l'importance du domaine glaciaire, même de nos jours, et la quantité et la qualité supérieures des informations dont nous disposons, en comparaison du domaine périglaciaire. Si la section consacrée au glaciaire couvre à peu près la plupart des sujets, celle sur le périglaciaire manquera de satisfaire plus d'un périglacialiste. Les auteurs ont fait preuve d'un conservatisme dépassé. Ils ont omis complètement de traiter des glaces flottantes. Ils auraient pu facilement, à la suite de Charlesworth ranger le glacier parmi les manifestations périglaciaires. Or, les rares allusions à l'action des glaces flottantes et surtout des icebergs (transport) apparaissent au chapitre 19 traitant des lacs glaciaires et des dépôts lacustres. La démonstration a pourtant été faite déjà de l'action morpho-sédimentologique des glaces flottantes. Nul n'osera prétendre que celles-ci exercent une action prépondérante sur le modelé, quoique dans certains cas les formes de 1 à 10 m de hauteur soient fréquentes, mais elles exercent une action aussi importante sur les formes de détail que certains phénomènes de ségrégation de glace dont il est fait état dans cet ouvrage.

Les formes d'érosion et d'accumulation glaciaires et fluvio-glaciaires sont, comme il se doit, largement discutées : plus de la moitié du livre leur est consacrée. Les auteurs définissent d'abord des termes, énumèrent un certain nombre de caractéristiques et passent en revue quelques-unes des principales explications qui ont été proposées. Dans la majeure partie des cas, ils ne prennent pas position, laissant au lecteur le choix de se former une opinion. Il ne fait aucun doute que cette manière d'agir fait appel à une certaine maturité qu'hélas ! on trouve trop rarement chez les étudiants à la licence et même à la maîtrise.

Ce qui frappe davantage, c'est une certaine faiblesse pédagogique de l'ouvrage. Un manuel se doit d'être abondamment illustré et nourri de définitions claires et précises, d'exposés concis, de tableaux et de cartes. Or, tel n'est pas le cas ici. Les figures simples sont insuffisantes ; les photographies semblent plus décoratives qu'instructives ; le texte manque de rigueur dans l'exposé ; on croirait parfois avoir un roman entre les mains ...

ce qui n'est pas détestable à certains points de vue ! Est-il concevable qu'en 1970, on écrive encore des manuels sans faire appel aux moyens les plus efficaces dont on dispose ? Il semble qu'en ce domaine un grand nombre de manuels accusent un décalage disproportionné par rapport aux progrès de la civilisation. Une bonne photographie aérienne ou terrestre permet de montrer plus facilement les formes du terrain que le verbe, même à son meilleur. La photographie ne dit pas tout, bien entendu, mais elle révèle beaucoup. Il faut compléter par des coupes, par des descriptions appropriées. La photographie aérienne permet de saisir l'aspect extérieur d'un dépôt, d'en tracer les limites ; les photographies de coupes montrent la composition interne du dépôt. Il aurait été préférable d'augmenter le prix de revient de l'ouvrage et de l'illustrer convenablement. Plus complet ainsi, il aurait rendu d'inestimables services tant au professionnel qu'à l'étudiant.

La section consacrée aux dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires ne constitue en somme qu'une introduction substantielle à un sujet d'une importance capitale. Les auteurs rappellent brièvement un certain nombre de travaux et d'hypothèses et décrivent les dépôts fluvio-glaciaires dans des termes assez généraux qui ne permettent pas d'obtenir une connaissance suffisante de la question. Les coupes (photographies et graphiques) accompagnant le texte sont avares voire exceptionnelles. Bien que l'ouvrage soit avant tout un précis de géomorphologie et non de sédimentologie, il se révèle indispensable pour la compréhension des faits, la bonne interprétation des formes d'étudier non seulement l'aspect extérieur d'un dépôt mais aussi ses caractéristiques internes. Les coupent s'avèrent donc indispensables. Les auteurs en sont convaincus eux-mêmes qui traitent longuement de la question de la texture du till (*till fabric*).

D'autres sujets révèlent le manque d'audace des auteurs, leur trop grand conservatisme. Ainsi la partie consacrée aux broutures et aux autres marques mineures d'abrasion glaciaire aurait pu s'écarter des sentiers battus pour tenter de mettre de l'ordre dans une terminologie anarchique. La même remarque s'applique aux moraines de De Geer (p. 359), appelées tour à tour *cross-valley moraine*, *wash-board moraine*, *annual moraine*, etc. Par ailleurs Embleton et King utilisent encore trop souvent le terme *boulder-clay* à la place de till, même s'ils sont conscients (p. 301) de l'inexactitude de l'expression et de la confusion inutile qui persiste dans la littérature géologique à ce sujet. La distinction entre palsen, thufur, buttes gazonnées et *earth hummocks* (p. 473) ne paraît pas suffisamment claire. À notre connaissance, thufur et palsen sont deux formes bien distinctes ...

Malgré son grand intérêt, la question du transport glaciaire paraît plutôt escamotée. Sur quelle distance le matériel (fin et grossier) peut-il être transporté par les glaciers et les cours d'eau supra ou sous-glaciaires ? et surtout quelle est la quantité de matériel qui est déplacée ? L'après le précis d'Embleton et King, il semble que les données soient relativement peu abondantes quant au rapport *quantité/distance* pour ce qui concerne les éléments grossiers (blocs et galets).

La table des matières simplifiée oblige le lecteur à feuilleter l'ouvrage ou à recourir à l'index pour trouver le sujet qui l'intéresse, les subdivisions n'apparaissant pas au début.

Pour un livre européen, il est étonnant et réconfortant de constater la place accordée à l'Amérique du Nord, en particulier aux travaux canadiens. C'est une amélioration sur les ouvrages précédents qui mérite d'être signalée. Il est vrai que le *Dominion of Canada* demeure dans l'esprit de plusieurs une colonie où les loyaux sujets de sa majestée conservent une digne suprématie ! La référence à la note de T.H. Clark (p. 142) suggérant un écoulement vers le nord, dans le Québec méridional, des glaciers attardés dans les Appalaches au cours du retrait de la calotte wisconsinienne, aurait pu céder la place à des

observations et des travaux de meilleure qualité. Les travaux récents et sérieux de MacDonald, Shiels, Gadd et autres ont montré l'inexactitude des déductions de Clark.

Dans la rédaction d'un manuel destiné aux géomorphologues, il convient de se demander s'il est préférable de mettre l'accent sur l'information de nature culturelle ou sur l'information technique qui permet d'acquérir un certain baggage de connaissances, de données pratiques, de recettes facilitant la reconnaissance ou l'identification des phénomènes. La formation trop souvent théorique ou littéraire donnée aux jeunes ne les incite pas forcément à se débrouiller efficacement par eux-mêmes. Combien d'entre eux connaissant par coeur des tas de définitions sont incapables de reconnaître les faits sur le terrain et de faire la moindre déduction logique ! Dans les sciences de la nature, l'observation demeure fondamentale ; sur le terrain, aucun cerveau électronique ne peut supplanter un observateur intelligent. Il importe donc de préparer le jeune en conséquence.

Actuellement, il existe des ouvrages scientifiques de généralisation de deuxième ou troisième degré, c'est-à-dire au niveau de la licence. Ces ouvrages font la synthèse, résumant très laconiquement une abondante matière que l'on peut retrouver dans de multiples publications spécialisées dont ne disposent pas toutes les bibliothèques universitaires, en particulier celles du Québec. Il manque cependant de bons traités suffisamment détaillés pour éviter à l'étudiant à la maîtrise ou au doctorat d'avoir à réunir lui-même une documentation éparse souvent difficile à trouver. Nous aurions souhaité que l'ouvrage d'Embleton et King réponde à ces exigences. Hélas ! il a été conçu dans un but différent ; ce qui ne lui enlève pas sa valeur, d'autant plus qu'il est accompagné d'une forte bibliographie en majorité de langue anglaise (87%), il va de soi.

À tous ceux qui s'intéressent au Quaternaire, à la compréhension du milieu dans lequel ils vivent, nous recommandons la lecture de *Glacial and Periglacial Geomorphology*, un ouvrage écrit par des géographes, mais destiné à tous ceux qui ne croient pas détenir le monopole du savoir en géologie glaciaire. Un bon guide de terrain tel que le *Field Geology* de Lahee serait sans doute plus utile que la multiplication des manuels du niveau de la licence ou de la maîtrise. Souhaitons qu'il se trouve un quidam pour combler cette lacune.

Jean-Claude DIONNE

WEST, R. G., 1968. **Pleistocene Geology and Biology, with especial reference to the British Isles.** Longmans, Green and Co. Ltd., London. xiii + 377 p., 16 pl., 139 fig. 15 x 23 cm. Relié, 63 s.

Le passé est la clé du présent. Le monde qui nous entoure résulte d'une lente évolution biologique et géologique et on ne peut espérer comprendre l'organisation actuelle des êtres vivants et des conditions du milieu sans recourir aux inestimables informations que nous livre l'étude du passé.

La connaissance des diverses époques géologiques pré-Quaternaire est sans doute essentielle dans cette recherche des causes du présent état de la nature, mais l'étude du Pléistocène revêt un intérêt particulier de par sa proximité du présent. En effet, les vicissitudes de ce que l'on peut appeler l'époque des glaciations ont joué un rôle tout à fait déterminant dans le modelé des divers biotopes et la répartition des espèces au sein des diverses biocénoses actuelles. Inversement, toujours du fait de cette proximité, les reconstitutions biogéocénologiques du Pléistocène peuvent être effectuées avec une précision souvent remarquable par la transposition de nos connaissances sur l'autécologie et l'éthologie des espèces végétales et animales, et sur les processus géomorphologiques et pédologiques actuels.

L'étude du Pléistocène fait appel à des disciplines extrêmement variées, allant de la géologie (géomorphologie, stratigraphie, sédimentologie, etc.) à la biologie (paléontologie, paléoécologie, etc.), en passant par la climatologie, la glaciologie, l'archéologie, et beaucoup d'autres disciplines secondaires. En outre, de nombreux spécialistes dans la plupart des branches des sciences naturelles, agronomiques, forestières, humaines, trouvent leur profit à une connaissance adéquate du Pléistocène.

Le livre de R.G. West, Professeur à l'Université de Cambridge, vient combler une lacune énorme par la présentation d'une magnifique synthèse, centrée sur le Pléistocène des Iles britanniques. Il s'adresse aux étudiants déjà avancés et aux gradués et se caractérise par un souci pédagogique constant. Chacun des sujets traités est clairement présenté, des définitions précises sont proposées, et l'exposé des diverses théories explicatives ne souffre aucun parti pris.

L'ouvrage contient treize chapitres dont on ne manquera pas de remarquer l'heureux enchaînement logique.

Les cinq premiers sont destinés à fixer le contexte géocénétique du Pléistocène. Il s'agit d'abord d'un court chapitre introductif intitulé *le Pléistocène*, suivi de *la glace et les glaciers*, *les sédiments non-glaciaires et la stratigraphie* et enfin, *la zone périglaciaire*. Notons que ces exposés ne remplacent pas les ouvrages de Flint, ou de Tricart, auxquels l'auteur réfère d'ailleurs souvent, et qui sont beaucoup plus complets. Toutefois, la présentation des sujets est effectuée ici avec une si grande clarté et un tel détail dans la concision que son usage comme manuel pour l'étudiant et comme livre de référence pour le spécialiste s'impose de toute évidence.

Il en est de même dans les chapitres suivants dont quatre traitent des méthodes d'étude du Pléistocène. Ce sont : *les investigations stratigraphiques*, *les investigations biologiques*, *les changements du niveau des terres et des mers* et *la chronologie et la datation*.

Chacun des chapitres est enrichi de nombreux exemples pris partout dans l'hémisphère nord, et illustrés de plusieurs schémas, blocs-diagrammes, cartes, etc.

Un dixième chapitre traitant des *changements du climat* durant le Pléistocène fait appel aux éléments d'information exposés précédemment et nous introduit aux synthèses biogéocénétiques que l'auteur nous présente dans les trois derniers chapitres. Ils portent respectivement sur *les successions pléistocènes et leurs subdivisions* — fixant ainsi le cadre chronologique —, *le Pléistocène des Iles britanniques* et *l'histoire pléistocène de la flore et de la faune des Iles britanniques*, qui couronne l'ouvrage de façon tout à fait magistrale.

Enfin, le volume comporte deux appendices sur les méthodes, et un index ; il contient environ 500 références réparties à la fin de chaque chapitre, facilitant ainsi la consultation par sujet.

Soulignons que l'apport remarquable de la palynologie à la connaissance de la biogéographie végétale et de la stratigraphie pléistocènes est partout mise en relief par l'auteur qui allie à sa formation de géologue celle d'un palynologue chevronné.

Pleistocene Geology and Biology est un livre de base concis, écrit adroitement, sans rien sacrifier à la précision, dans le plus pur style des chefs-d'oeuvres didactiques anglo-saxons.

PEWE, T. L., (éditeur), 1969. **The Periglacial Environment, past and present.** Based on the Symposium on Cold Climate Environments and Processes, VII Congress of the International Association for Quaternary Research, held at Fairbanks, Alaska, August 18-25, 1965. Arctic Institute of North America, McGill-Queen's University Press, Montreal. 487 p., 22 tab., 160 fig. 17 x 24 cm. Relié, \$25.00.

L'intérêt des comptes-rendus de symposium et de congrès internationaux n'est plus à démontrer. On sait combien l'affrontement des idées autour d'un thème central est fructueux, autant pour les auditeurs et les lecteurs que pour les participants eux-mêmes. La publication en un même volume des différents articles présentés lors d'un congrès ou d'un symposium constitue une mine de renseignements pour le spécialiste et, souvent, présente l'avantage de brosser pour le simple naturaliste un excellent tableau d'ensemble du thème traité. *Periglacial Environment, past and present*, appartient à cette série et c'est le point de vue du naturaliste non-spécialiste qui sera adopté ici pour présenter cet ouvrage.

Ce volume réunit 25 articles dont 17 furent présentés au Symposium sur les processus et les environnements en climat froid qui a eu lieu en Alaska en août 1965, dans le cadre du VII^e Congrès de l'INQUA (International Association for Quaternary Research). 6 articles furent écrits spécialement pour ce volume par des participants à la Conférence de terrain tenue en Alaska parallèlement au Symposium et, enfin, 2 articles ont été présentés au Congrès même, tenu à Boulder, Colorado, en septembre 1965.

La variété des disciplines mises à contribution (géologie, géomorphologie, géographie physique, pédologie, botanique, paléontologie, archéologie, anthropologie, physique) et la vaste distribution géographique des travaux (15 pays sont représentés) caractérisent, comme il se doit, un ouvrage de ce type. La nature même du sujet, l'environnement périglaciaire actuel et fossile, rend le volume particulièrement intéressant pour le naturaliste canadien puisqu'il trouvera sur son territoire même les milieux froids actuels ou fossiles dans lesquels se sont développés et se développent encore les phénomènes décrits dans cet ouvrage.

L'éditeur a réuni dans un premier groupe 13 articles portant sur le périglaciaire actuel de l'Arctique, du Subarctique et de l'Antarctique, en passant par les régions tropicales de hautes montagnes. Le second groupe de 12 articles traite plus spécialement des phénomènes de climat froid enregistrés dans des régions actuellement tempérées mais ayant subi, dans le passé géologique, une influence périglaciaire.

L'ensemble du volume constitue donc en quelque sorte un recensement des phénomènes périglaciaires actuels et fossiles dans le monde. La plupart des articles consistent en effet en des contributions à caractère plutôt régional portant sur les diverses structures géomorphologiques caractéristiques du périglaciaire. Certains auteurs présentent des études cartographiques du périglaciaire fossile (Basse de Ménorval, Bigarellla *et al.*, Lorenzo, Rudberg, Weidick, West, Williams), d'autres s'attachent à la description et à l'analyse de traits précis tels le pergélisol (Brown), les stries et les polygones de toundra (Bellair, Rapp et Annersten), les fentes en coin (Macar, Gruhn et Bryan), les loess (Cailleux, Journaux *et al.*), les pingos et phénomènes associés (Lundqvist, Mullenders et Gullentops), l'isostasie (Harris), l'évolution des pentes (Dylik), l'érosion dolomitique (Ford), la glace dans les sols (Popov).

En plus de l'article introductif de Péwé, on trouvera un article de synthèse sur le Pleistocène de l'Antarctique (Markov).

L'aspect biologique du périglaciaire n'apparaît que dans le remarquable travail de Marr sur un écosystème de sols polygonaux et dans ceux de Mullenders et Gullentops et de Reger et Péwé, qui présentent des résultats de datation biologique par le pollen (palynostratigraphie) et les lichens (lichénométrie), respectivement.

Malgré cette pauvreté, l'écologiste-botaniste ne manquera pas de trouver, tout au long de l'ouvrage, des données essentielles lui permettant de mieux comprendre les avant-postes nordiques que sont les tourbières ou les écosystèmes de hautes altitudes (comme le Mont-Albert, en Gaspésie).

Le paléobiogéographe aura, à la lecture de ce volume, une idée assez nette de ce que pouvait être l'environnement périglaciaire dans les régions actuellement déglaciées, et les contraintes qu'il exerçait sur les êtres vivants.

Sans doute les périglacialistes, les géomorphologues et les géographes pourront-ils adopter une position beaucoup plus critique et compétente devant ce volume; il n'en reste pas moins que pour le naturaliste, la vue d'ensemble du « fait périglaciaire » ressort clairement de l'ouvrage et on ne peut qu'en louer son éditeur.

Pierre RICHARD

SALISBURY, F. B. et ROSS, C., 1969. *Plant Physiology*. Wadsworth Publ., Belmont, California. 780 p., 346 fig. 20.5 x 23.3 cm. Relié, U.S. \$16.65.

Au cours de la dernière décennie, plusieurs traités de physiologie végétale ont été publiés, mais il fallait attendre en 1969 pour consulter enfin celui qui, à notre connaissance, a atteint l'excellence tant par le fond que par la forme. Ce nouveau traité est le fruit de la vaste expérience de deux universitaires américains de renommée mondiale, les professeurs Salisbury et Ross. Ils offrent cette fois aux étudiants des 3 cycles, ainsi qu'aux professeurs et chercheurs, en biologie végétale, une vue précise, en même temps que synthétique, de l'état actuel des connaissances et des recherches sur le fonctionnement des plantes.

L'ouvrage comprend en tout 29 chapitres répartis dans quatre sections. Dans la première section (187 pages), les auteurs font un rappel des principes de la thermodynamique qui sont le fondement même des échanges constants de matière et d'énergie entre la cellule vivante et son milieu, ainsi que des nombreuses réactions biochimiques permettant la croissance et le développement des plantes. Puis, suivent les exposés sur les phénomènes de surface, la perméabilité des membranes, la diffusion, l'application des lois de l'osmose aux cellules végétales, la transpiration, la montée de la sève brute et enfin la circulation de la sève élaborée.

La deuxième section s'intitule *Plant Biochemistry* et couvre 215 pages. Elle constitue, en soi, un véritable précis de biochimie végétale. Les auteurs traitent, en premier lieu, de la nutrition minérale des plantes : composition élémentaire, méthodes d'étude et fonction des éléments indispensables, absorption racinaire et foliaire des ions. Ils abordent ensuite les questions relatives au métabolisme et ils étudient successivement : l'enzymologie, la photosynthèse, la respiration, le métabolisme et les fonctions de l'azote et du soufre, la biosynthèse des acides nucléiques, le code génétique et la formation des protéines, les voies de synthèse et les fonctions des lipides et des composés aromatiques.

La troisième section (250 pages) est consacrée à l'étude de la morphologie des plantes. Les auteurs analysent en détails les mécanismes enzymatiques et hormonaux de contrôle de la différenciation cellulaire et de la génèse des organes. Ils exposent les rôles

ou effets physiologiques de phytohormones diverses (auxines, gibbérellines, cytokinines, acide abscissique, éthylène, etc.) ainsi que les hypothèses et théories sur les mécanismes d'action de ces substances. Quatre chapitres traitent d'une façon approfondies de l'influence du milieu sur la croissance et le développement. Ce sont : 23, la photomorphogénèse et les rôles du phytochrome dans la croissance des feuilles, des tiges, etc. ; 24, l'horloge biologique ; 25, les réponses aux basses températures : vernalisation, dormance, germination des semences, tubérisation ; et 26, photopériodisme et physiologie de la floraison. Le dernier chapitre de cette section porte sur la physiologie de reproduction et présente des discussions relativement nouvelles sur la croissance du fruit, la maturation et la sénescence de la plante et de ses organes. La quatrième et dernière section de l'ouvrage comprend deux chapitres. Le premier souligne les nombreuses applications de la physiologie végétale en agriculture : fertilisation, irrigation ; contrôle chimique des insectes, maladies et plantes nuisibles ; régulation phytohormonale de l'enracinement, de la parthénocarpié et de l'abscission ; technologie de la conservation des produits végétaux. Le second chapitre traite de divers aspects de la physiologie écologique : croissance en milieux contrôlés (phytotrons, chambres de croissance) ; physiologie des stress dus à la sécheresse, à la chaleur, au froid ou à la salinité ; considérations sur l'exobiologie (les aspects biologiques des voyages intersidéraux).

La bibliographie est imposante. Elle groupe 1300 références de livres ou d'articles scientifiques récents pour la plupart et se rapportant à chaque chapitre. Un index des auteurs cités et des sujets complète l'ouvrage.

Plant Physiology est un traité moderne, abondamment illustré de tableaux, figures et photographies. Le texte, bien que disposé sur deux colonnes par page, est suffisamment ajouré et se lit bien. Ceci est dû au fait que tous les titres des divisions et subdivisions de chaque chapitre portent des numéros et sont écrits en caractères gras. Par conséquent, le lecteur n'a que de la facilité à suivre le plan proposé au début du livre et peut facilement trouver les sujets qui l'intéressent. Les caractères gras sont fréquemment utilisés pour les mots ou expressions nouvelles et importantes dans un paragraphe.

L'ouvrage des professeurs Salisbury et Ross nous permet de constater le progrès immense des connaissances acquises sur le fonctionnement des plantes au cours des vingt dernières années. En cette époque d'angoisse profonde de l'humanité face aux problèmes de la faim et de la pollution de notre planète, ce traité de physiologie végétale apporte une étincelle d'espoir. En effet, il rappelle clairement aux lecteurs que nous sommes tous parasites des plantes, et qu'en définitive, notre survie dépend et dépendra toujours de la croissance des plantes, de leur pouvoir merveilleux de synthèse d'aliments et d'oxygénation de l'atmosphère. Cet ouvrage invite donc étudiants et chercheurs à s'intéresser davantage au fonctionnement des plantes auxquelles se lie intimement le destin de l'humanité.

Henri-Paul THERRIEN

SIMPSON, G. G., 1969. *La Géographie de l'Évolution*. Masson, Paris. 204 p., 45 fig., 16 x 24 cm. Broché, 60 FF.

Ce livre réunit sept essais du professeur Simpson, publiés sur une période de quinze ans. C'est dire que l'objectif visé est de mettre à la portée d'un public élargi les idées biogéographiques de l'éminent paléontologiste. La répartition des espèces et des communautés à la surface de la terre ne dépend pas uniquement des conditions écologiques actuelles ; elle est le résultat des processus évolutifs dont elle porte témoignage. Les êtres vivants ont évolué dans un cadre géographique différent de celui que nous connaissons ; les documents paléontologiques ordonnés dans le temps et l'espace fournissent alors des

renseignements précieux sur les modalités de l'Évolution (radiation parallèle, convergence, succession et remplacement des faunes...) et sur la paléogéographie (anciennes voies d'échanges faunistiques, barrières...)

Ces liens entre les faits évolutifs et biogéographiques constituent la trame de l'ouvrage. Les trois premiers chapitres constituent une introduction à l'interprétation des données paléontologiques ; l'auteur y aborde notamment les preuves de « la périodicité dans l'Évolution des Vertébrés ». Le quatrième chapitre « Évolution et Géographie » est « la partie cruciale du livre ». C'est une introduction à l'approche historique de la biogéographie, l'histoire et la géographie des Mammifères constituant la majeure partie de la documentation analysée. Les trois derniers chapitres traitent de la zoogéographie historique des Mammifères sur les continents de l'hémisphère sud ; ils fournissent un exemple détaillé du point de vue défini précédemment.

En plus de l'intérêt des faits qu'il rassemble, cet ouvrage sera apprécié pour la clarté de l'illustration et du style, la vigueur de l'analyse des faits et la prudence méthodologique dans un domaine où les spéculations mal assurées ne sont pas rares.

Plus qu'une introduction à un champ d'étude, c'est un modèle d'analyse scientifique qui vaut d'être lu, notamment par ceux qui n'ont pas eu l'occasion de suivre des cours élaborés dans ce domaine de la Biologie.

J. C. PRUDHOMME

McVEAN, D. N. and LOCKIE, J. D., 1969. **Ecology and Land Use in Upland Scotland**.
Edinburgh University Press, Edinburgh et Aldine Publish. Co., Chicago.
X + 134 p., 3 fig., 18 pl. hors texte. 14 x 22 cm. Relié, 40 s. net.

Ce petit livre bleu et lilas, malgré son apparence, n'est pas un recueil de poèmes, ni un doux roman. Il traite de la dure réalité écossaise. De ce pays de tourbières, balayé par les vents et soumis à un climat froid et humide où les sols, fortement appauvris à la suite de la destruction des écosystèmes naturels et des pratiques culturelles abusives, posent l'éternel problème : comment les cultiver pour réaliser la plus grande production tout en conservant leur fertilité ? Le problème n'est évidemment pas particulier à l'Écosse. Il se retrouve dans un grand nombre de pays y compris le nôtre. Et c'est pourquoi le livre de McVean et Lockie est susceptible d'intéresser les écologistes des régions tempérées froides et humides en général.

Après avoir décrit les principaux facteurs de l'environnement et les dangers de dégradation et d'érosion du sol, les auteurs discutent, dans une optique écologique, les problèmes liés aux différents types de l'utilisation du sol : agricole, sylvicole, faunique et touristique pour parler, ensuite, de l'utilisation polyvalente du territoire. Un exemple de classification et de cartographie de l'utilisation potentielle du territoire basés sur le système américain est donné à la fin de ce volume bien fait, qui contient, en plus, une liste de plantes et d'animaux, un glossaire, une bibliographie et un index des matières.

Miroslav M. GRANDTNER



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.

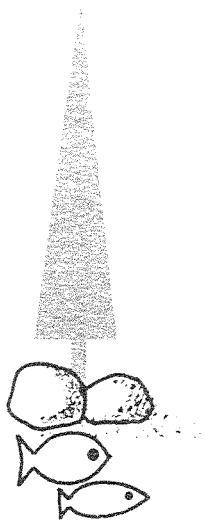
7 x 10, 460 p., broché, \$ 9.00.

En vente

aux

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

C. P. 2447, Québec 2, Canada



Sommaire

Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. IV. Angiospermes (Rosacées, Anacardiacees, Acéracées, Rhamnacees, Tiliacées, Cornacées, Oléacées, Caprifoliacées)	PIERRE RICHARD	241
Influence de la nutrition potassique sur la résistance au froid du fraisier et changements dans la composition minérale au cours de l'endurcisse- ment	R. BÉDARD et H. P. THERRIEN	307
Notes on ascospore germination and mycelial growth of <i>Nectria galligena</i>	MARCEL LORTIE	315
Comptage de vertèbres chez quelques cyprinidae du Québec et de l'Ontario	PIERRE LEGENDRE	325
Freshwater triclads (Platyhelminthes, <i>Turbellaria</i>) from Anticosti Island	IAN R. BALL and C. H. FERNANDO	331
Anatomie viscérale comparée de la famille des <i>Malapteruridae</i> (Pisces- Ostariophysi)	GÉRARD MAHY	337
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Observations on dead and collapsed fishes during a cold spell along the Florida keys	W. A. SMIRNOFF	347
Cranberry shoot morphology as influences by orientation of vines	I. V. HALL	351
REVUES DES LIVRES		357

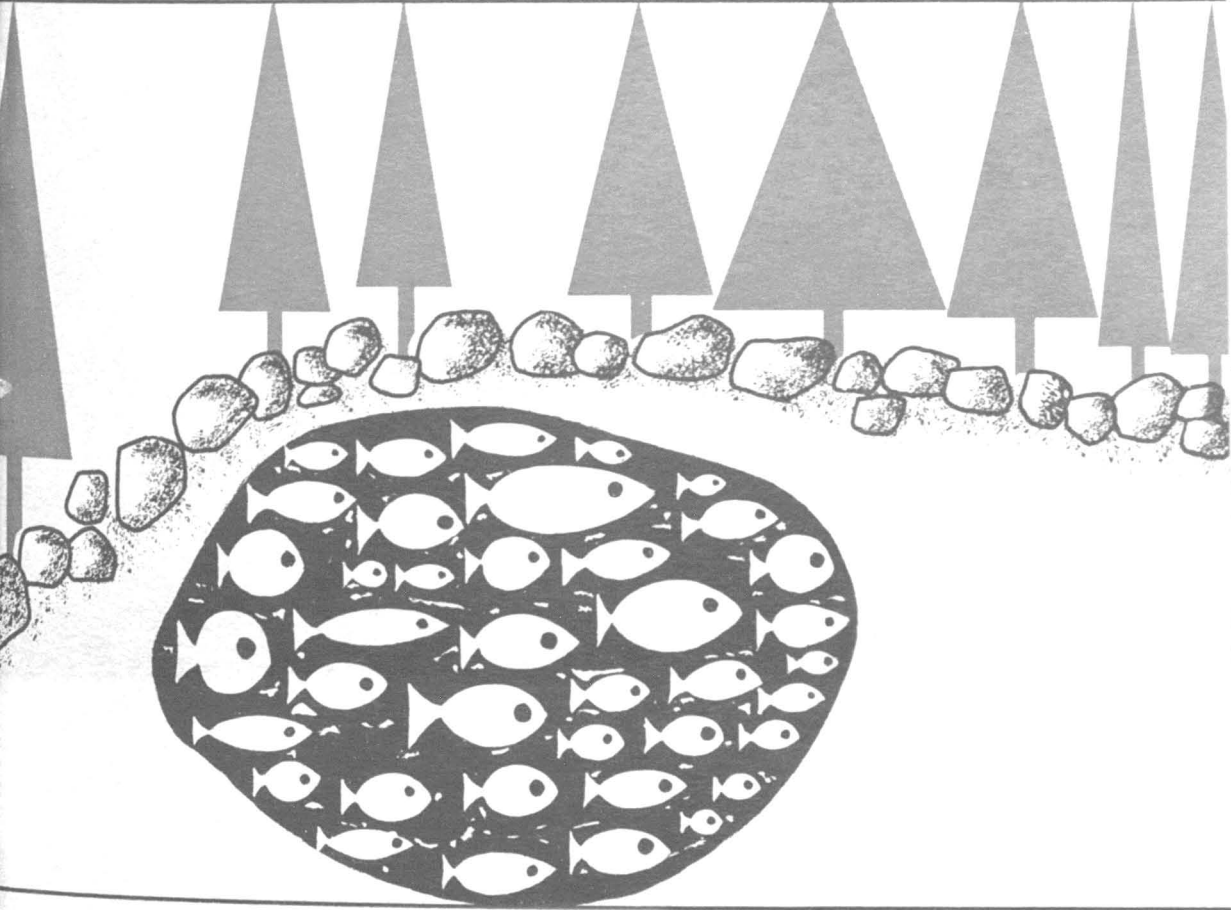
Volume 97,

n° 4

juillet-août 1970

PROPRIÉTÉ DE LA 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, *Université Laval*

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, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 6.00

— à l'étranger : \$ 7.00

— le numéro : \$ 1.50

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le **NATURALISTE CANADIEN** accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agro-nomiques et forestières, rédigés en français ou en anglais.

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

Les **manuscrits** doivent être adressés au **Secrétaire de la rédaction**, LE **NATURALISTE CANADIEN**, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE **NATURALISTE CANADIEN** est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 97

Juillet-Août

No 4

RECHERCHES ULTRASTRUCTURALES SUR LES MÉROZOÏTES ET LES
GAMONTES DE LA COCCIDIE *ADELINA DIMIDIATA* SCHNEIDER,
PARASITE DU MYRIAPODE CHILOPODE
SCOLOPENDRA CINGULATA LATREILLE.

ODETTE TUZET¹

Faculté des Sciences, Laboratoire de Zoologie, Montpellier - France

Résumé

Les mérozoïtes d'*Adelina dimidiata* provenant de la dernière schizogonie sont groupés autour d'un reliquat cytoplasmique. Ils montrent l'anneau polaire d'où partent 34 fibres sous-membranaires, le conoïde, deux rhoptries (= toxonèmes) et des sarconèmes. Leur noyau est gros, anucléolé. Les mitochondries, très développées, de type vésiculaire sont situées à la périphérie de l'élément. L'ergastoplasme (réticulum endoplasmique) est abondant. Un dictyosome se tient au-dessus du noyau. Les granules de paraglycogène sont plus nombreux vers le pôle postérieur de la cellule. Un micropyle s'observe dans le tiers antérieur; les stades plus âgés se dispersent, pénètrent dans d'autres cellules intestinales où ils se transforment en macro et microgamétocytes. Ceux-ci s'unissent très tôt. Le macrogamétocyte s'accroît fortement et se transforme en macrogamète, le microgamétocyte, de taille très inférieure, s'accrole étroitement à lui. Lorsqu'ils sont unis, les deux éléments s'entourent d'une gangue épaisse. Le macrogamète a un gros noyau nucléolé, son cytoplasme contient des mitochondries de type vésiculaire, surtout abondantes à la périphérie de la cellule. L'ergastoplasme n'est plus représenté que par des cysternes plus ou moins allongées, quelques sphérules de paraglycogène. En certains points de la surface, la gangue disparaît et le cytoplasme n'est plus séparé du milieu ambiant que par une mince membrane, sans que nous ayons vu de vrais micropyles. Les microgamètes montrent les mêmes constituants que le macrogamète, mais les réserves de paraglycogène sont sous forme d'éléments beaucoup plus petits, ovoïdes allongés ou bâtonnets à extrémités arrondies.

1. Avec la collaboration technique de Simone Oustau.

Abstract

The merozoites of *Adelina dimidiata* coming from the last schizogony are gathered around a cytoplasmic residue. They show the polar ring from which start 34 subpellicular fibrils, the conoid, two "rhoptries" (= toxonemes) and sarconemes. They have a big anucleated nucleus. Well-developed mitochondria of vesicular type may be seen at the periphery of the element. The ergastoplasm (endoplasmic reticulum) is abundant. A dictyosome appears above the nucleus. The paraglycogen granules are more numerous near the posterior pole of the cell. A micropyle is observed in the anterior third part. The older stages scatter and enter other intestinal cells where they turn into macro and microgametes, which soon join. The macrogametocyte greatly increases and turns into a macrogamete, while the microgametocyte, smaller in size, clings closely to it. Once they have joined, those two elements are surrounded with a thick coating. The macrogamete has a big nucleated nucleus, its cytoplasm contains mitochondria of vesicular types especially abundant at the cell periphery. The ergastoplasm is here only represented by more or less elongated cisternae. A few dictyosomes may be found scattered about. There are lipid storage substances and big paraglycogen spherules. At some points of the surface, the coating disappears and the cytoplasm is only separated from its environment by a thin membrane, but we have not seen real micropyles. The microgametocytes show the same components as the macrogamete, but the paraglycogen reserves exist as much smaller elements, elongated ovoids or rounded rods.

Introduction

Adelina dimidiata a été signalée pour la première fois par A. Schneider (1885) sous le nom de *Klossia dimidiata*, Labbé (1896) change son nom en celui d'*Adelea dimidiata* et c'est Hesse (1911) qui lui donne celui d'*Adelina dimidiata*.

Léger (1898) décrit la schizogonie de cette Coccidie et observe, sur le vivant, les phénomènes de la fécondation. Cette étude a été reprise par Léger et Duboscq (1903) pour une variété de cette Coccidie *Adelina (Adelea) dimidiata coccidioïdes* trouvée chez *Scolopendra oraniensis lusitanica* Verb. Ces auteurs décrivent plusieurs schizogonies successives. Les sporozoïtes se transforment en grands schizontes qui se divisent en nombreux mérozoïtes allongés à noyau situé vers le milieu de leur longueur. Après un certain nombre de schizogonies, apparaît la sexualité. Les mérozoïtes qui vont donner naissance aux microgamétocytes sont plus courts que ceux qui formeront les macrogamétocytes. Dans le cas de l'évolution mâle, la cellule grossit, puis se divise en une dizaine d'éléments, corps en croissant, chacun donnera un microgamétocyte. Le macrogamète dérive directement du mérozoïte, il est muni d'une trompe hyaline, organe de fixation et d'absorption. Le microgamétocyte va se loger dans une dépression de la partie antérieure de cette trompe. Lorsque

le macrogamète a atteint 0,03 mm environ, il devient ovoïde, sa trompe s'atrophie et macrogamète et microgamète sont étroitement accolés l'un à l'autre. Finalement, à partir de ce dernier se forment quatre microgamètes. La fécondation a lieu et aboutit à la formation de huit à douze sporocystes contenant chacun deux sporozoïtes.

Schellak (1913) reprend longuement l'étude d'*Adelina dimidiata*. Il voit six formes différentes de schizontes. Une dernière schizogonie donne les macro et les microgamétocytes. D'après ce qui a été observé depuis chez les diverses espèces d'*Adelina* décrites, il semble que, d'une façon générale, des schizogonies de trois types se succèderaient : protoschizogonie, euschizogonie, et télосchizogonie, d'où sortiraient les gamontes.

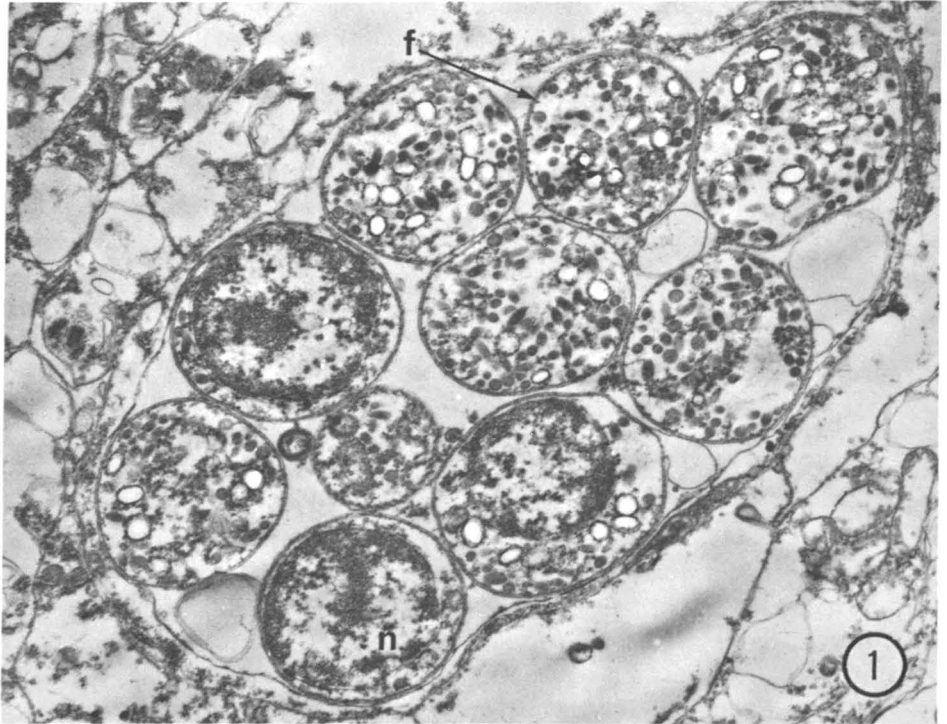
Nous avons observé au microscope électronique les schizozoïtes de dernière génération (provenant de la télосchizogonie) et les gamontes d'*Adelina dimidiata*.

Les connaissances actuelles sur l'ultrastructure des Coccidies ne concernent qu'un petit nombre de genres. De nombreuses publications ont paru concernant diverses espèces appartenant aux genres *Plasmodium* et *Eimeria*. Des travaux ont été faits, en outre, sur *Eucoccidium dinophili* (Badele 1966) ; *Isospora* sp. (Schmidt, Johnston, Stehbins 1967), *Lankesterella garnhami* (Garnham, Barker, Bird 1962 et Buttner 1968) ; *Coelotropha durchoni* (Vivier 1963, Vivier et Henneré 1965 Porchet-Henneré 1967, 1969) ; *Coelotropha vivieri* (Porchet-Henneré 1969, *Myriosporides amphiglenae* (Henneré 1965, 1967, Porchet-Henneré 1969) ; *Angeicocystis andonemae* et *Defretinella eulaliae* (Porchet-Henneré 1969) ; *Adelina trilobii* (Zizka 1969).

Nous ne reprendrons pas ici l'importante bibliographie se rapportant aux genres *Eimeria* et *Plasmodium*, nous renvoyons le lecteur à l'important travail publié par Porchet-Henneré en 1969. Nous parlerons seulement des dernières publications parues, en particulier de celles concernant les stades que nous étudions dans ce travail.

Porchet-Henneré (1969) donne le cycle de cinq espèces de Coccidies parasites des Annélides polychètes, ainsi que leur morphologie, aux microscopes optique et électronique. La phase de schizogonie caractéristique des cycles coccidiens, semble absente chez ces parasites. L'étude ultrastructurale des divers stades du cycle a été réalisée chez *Coelotropha durchoni*, parasite de *Nereis diversicolor*.

Pour les autres espèces, certains stades seulement ont été analysés au microscope électronique. D'après Porchet-Henneré, les premiers stades des Coccidies des Polychètes montrent une parenté, non seulement avec les stades



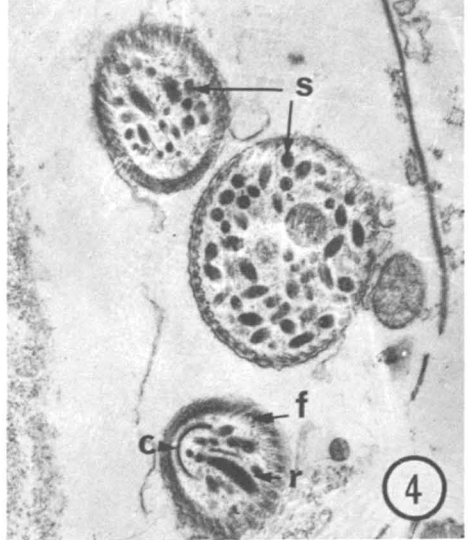
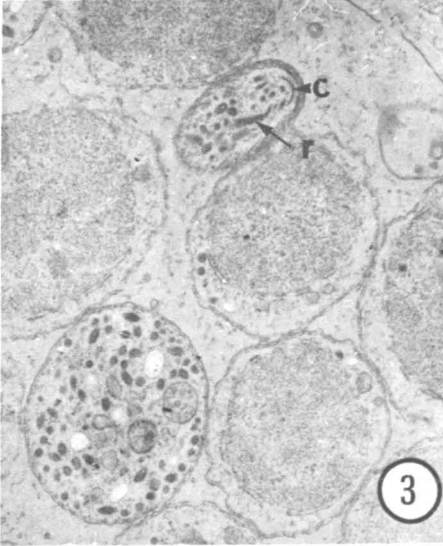
comparables d'autres Coccidies (*Eucoccidium*, *Eimeria*, *Plasmodium*), mais encore des Grégarines et d'autres parasites comme les Toxoplasmes.

Colley (1968) décrit les schizontes et les mérozoïtes d'*Eimeria nieschulzi*. Chez le mérozoïte, la membrane s'épaissit à l'extrémité antérieure pour former l'anneau polaire. A partir de celui-ci rayonnent, se dirigeant vers la partie postérieure de l'élément, juste au-dessous de la membrane plasmatique, 25 microtubules. Le conoïde est à l'intérieur de l'anneau polaire et de nombreux toxonèmes occupent la moitié antérieure de l'élément. Toujours chez *Eimeria*, mais dans les espèces *magna* et *tenella*, Senaud et Cerna (1969) font l'étude des mérozoïtes et de la schizogonie. Ils observent un micropyle chez le mérozoïte. Le complexe apical de ce dernier est constitué par un conoïde surmonté de deux anneaux et entouré par un autre anneau duquel partent les 26 fibrilles tubulaires sous-pelliculaires. On y voit deux rhoptries, de rares sarconèmes, un noyau nucléolé, un appareil de Golgi, des mitochondries, du réticulum endoplasmique, des globules lipidiques et des grains glucidiques. Ils décrivent la schizogonie et la formation des schizozoïtes et signalent, eux aussi, les similitudes ultrastructurales entre les mérozoïtes d'*Eimeria* et les endodyocytes de Toxoplasme.

Enfin Zizka (1969) étudie une espèce appartenant, comme celle que nous avons observée, au genre *Adelina* : *A. tribolii* parasite du tissu apideux de *Tribolium castaneum*. Il décrit l'ultrastructure du macrogamétocyte. Celui-ci est dans une enveloppe faite de deux couches et ayant 50 m μ d'épaisseur. Elle est interrompue par un ou plusieurs micropores. Le cytoplasme contient un abondant réticulum endoplasmique sous la forme de vésicules et de lamelles, des mitochondries, et des corps sombres de 1,4 μ à 2,4 μ de diamètre. Chez les macrogamétocytes en syzygie, des corps multivésiculaires se développent, ainsi que des granules de paraglycogène. Le complexe de Golgi est situé près du noyau, lui-même situé au centre de la cellule et qui montre un nucléole excentrique et une membrane avec de nombreux pores.

Nous avons enfin présenté au Congrès International de Protistologie de Léninegrad (Tuzet et Galangau 1969) une courte communication sur quelques ultrastructures d'*Adelina dimidiata*.

PLANCHE I, FIG. 1. Coupe transversale d'un amas de mérozoïtes entouré d'une fine membrane et logé dans une cellule intestinale *f*, fibre sous-cuticulaire ; *n*, noyau. x 17.500
 FIG. 2. Amas de jeunes mérozoïtes montrant au centre le reliquat cytoplasmique du schizonte. *e*, ergastoplasme ; *f*, fibres sous-cuticulaires ; *m*, mitochondries ; *p*, paraglycogène ; *s*, sarconèmes. x 14.000



Ultrastructure d'*Adelina dimidiata*

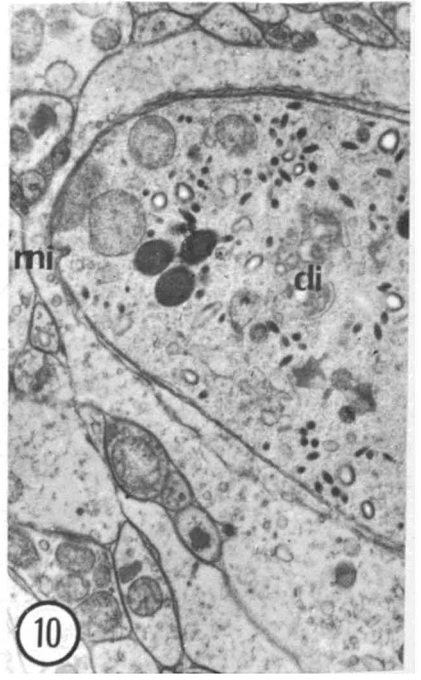
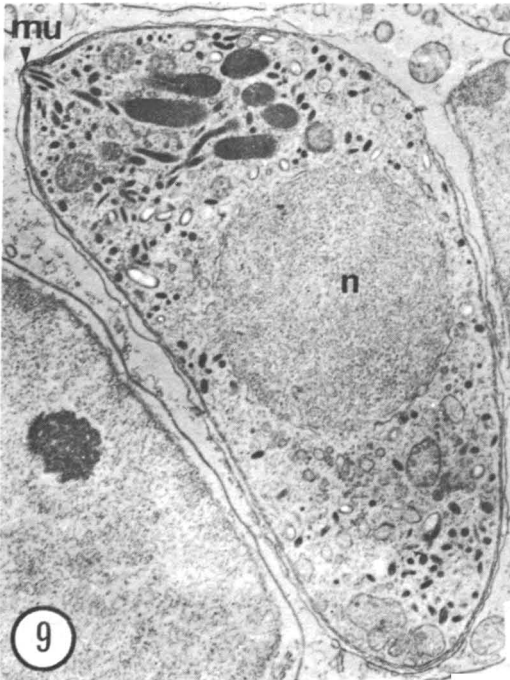
ÉTUDE DES MÉROZOÏTES

Nous avons observé au microscope électronique les mérozoïtes provenant de la dernière schizogonie et les micro et macrogamétocytes venant de s'unir d'*Adelina dimidiata*. Les mérozoïtes sont groupés et l'ensemble est entouré d'une fine membrane, autour de laquelle se voient les débris de la cellule intestinale hôte (Pl. I, fig. 1). Dans cette coupe transversale, le noyau volumineux montre des blocs de chromatine granuleux et l'enveloppe nucléaire est percée de pores. Accolées au feuillet interne de la membrane plasmatique, s'observent des fibres sous-pelliculaires creuses. Le protoplasme montre des vacuoles à contenu parfois granuleux, mais ayant souvent l'aspect vide avec, accolés à leur face externe, des ribosomes. Ces sortes de vacuoles correspondent, peut-être, aux grains de paraglycogène qui commencent à se former. Le protoplasme contient, en outre, de nombreuses inclusions sombres en forme de navette, de bâtonnet, ou sphérique (mais cet aspect arrondi correspond généralement à la coupe transversale d'une navette ou d'un bâtonnet). Ces inclusions correspondent aux sarconèmes décrits par Senaud et Cerna chez *Eimeria magna* et *E. tenella*.

Certaines coupes (Pl. I, fig. 2) permettent de voir le reliquat provenant du cytoplasme du schizonte, situé au centre de l'amas des jeunes mérozoïtes. Ce reliquat, fait de cytoplasme clair, contient des mitochondries de type vésiculaire. Les mérozoïtes chez lesquels les coupes n'intéressent pas le noyau, et qui comportent uniquement du cytoplasme (ce dernier est toujours très réduit au niveau du noyau) montrent des inclusions variées : de grosses mitochondries de type vésiculaire, des lames d'ergastoplasme (réticulum endoplasmique) bordées extérieurement de nombreux ribosomes, de sphérules d'aspect vide qui sont (ainsi que nous l'ont montré les techniques appropriées) des réserves glucidiques de paraglycogène et des sarconèmes abondants. Les fibres tubulaires sous-membranaires sont chez tous bien visibles.

Des coupes sagittales, intéressant la partie antérieure de jeunes mérozoïtes encore groupés dans leur enveloppe « kystique », montrent qu'ils ont déjà la même structure que les mérozoïtes plus âgés et qui ont acquis une plus grande taille. On y voit l'anneau polaire d'où partent les fibres sous-pelliculaires

PLANCHE II, FIG. 3. Jeune mérozoïte, encore dans l'enveloppe kystique montrant le conoïde (c) et une rhoptrie (r). x 11.000 FIG. 4. Jeunes mérozoïtes montrant le conoïde (c), les fibres sous-pelliculaires (f), les rhoptries (r) et les sarconèmes (s). x 17.500 FIG. 5. Mérozoïtes montrant le grand développement de l'ergastoplasme (e) et des grains de paraglycogène (p). x 11.250 FIG. 6. Coupe sagittale d'un mérozoïte accolé au noyau (n) de la cellule hôte. x 14.000

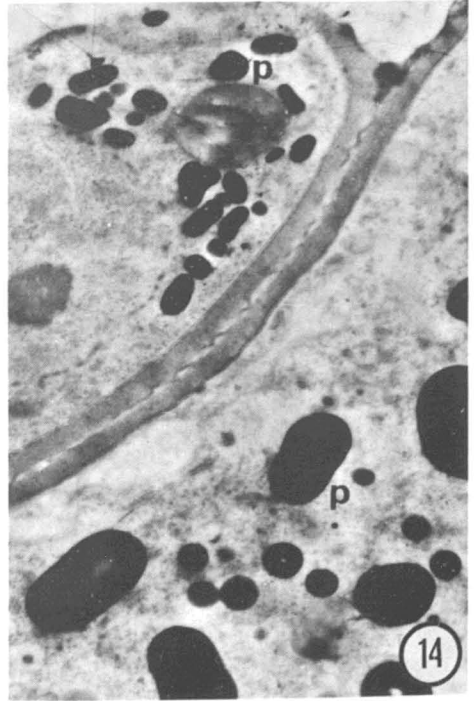
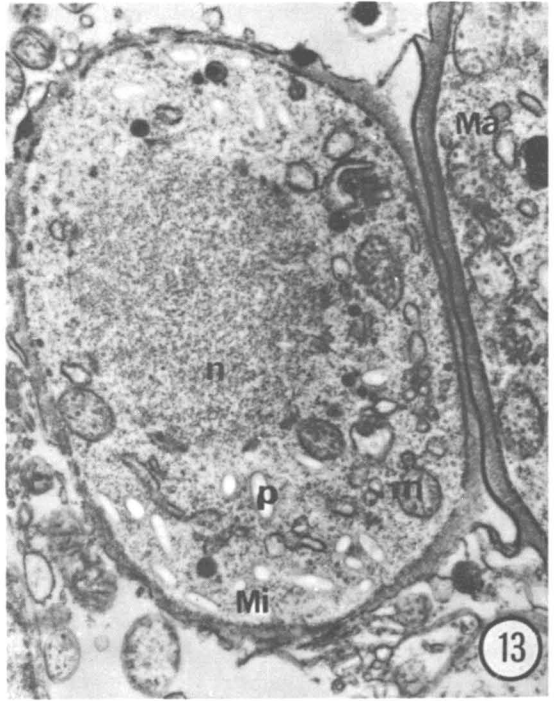
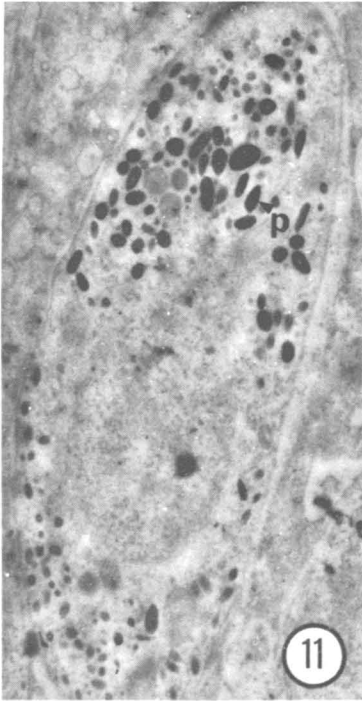


(Pl. II, fig. 3 et 4), le conoïde, les rhoptries, et les sarconèmes. Suivant l'incidence de la coupe, l'anneau polaire a l'aspect d'une calotte polaire formée par l'épaississement de la membrane interne de la partie antérieure du mérozoïte.

Au cours de la croissance du mérozoïte, l'aspect du noyau change, son contenu devient homogène, finement granuleux on n'y voit pas de nucléole. Les lames ergastoplasmiques prennent, à ce stade, un grand développement (Pl. II, fig. 5). Les mérozoïtes, à la fin de leur croissance, deviennent libres par destruction de la cellule hôte, ils pénètrent dans une autre cellule intestinale et viennent généralement se loger au voisinage immédiat du noyau de cette cellule hôte (Pl. II, fig. 6). Il n'y a pas de vacuole autour du mérozoïte qui baigne directement dans le cytoplasme de la cellule hôte. Dans certains cas, plusieurs mérozoïtes peuvent pénétrer dans une même cellule (Pl. III, fig. 7). Le mérozoïte d'*Adelina dimidiata* a une structure semblable à celle décrite par les auteurs chez diverses espèces d'*Eimeria* par exemple. Il est limité par une membrane externe qui peut s'écarter plus ou moins de la membrane plasmatisque propre de la cellule. On peut se demander si cette membrane externe ne correspondrait pas à une réaction de l'hôte, destinée à l'isoler du cytoplasme de la cellule. L'espace entre cette enveloppe et la membrane plasmatisque est toujours faible. Aux points où il est le plus grand, il ne dépasse pas 180 à 215 Å. Cette membrane ne se distingue plus à l'extrémité antérieure.

La membrane plasmatisque s'épaissit, au pôle antérieur du mérozoïte, pour former une calotte faite d'une substance fortement opaque aux électrons, anneau polaire (ou calotte), au-dessous duquel est le conoïde. C'est à partir de cet anneau polaire, ainsi que l'a dit Colley (1968) pour *Eimeria nieschulzi* que rayonnent les fibres tubulaires sous-membranaires (Pl. III, fig. 8). Nous en avons dénombré 34. Des coupes tangentielles montrent que ces fibres atteignent le pôle postérieur de l'élément et qu'elles sont légèrement obliques. Dans le protoplasme des mérozoïtes, s'observent les rhoptries, dont les extrémités effilées viennent se loger dans la concavité du conoïde. Elles seraient au nombre de deux et auraient un trajet sinueux. Les sarconèmes sont nombreux et d'aspects divers : filaments qui peuvent pénétrer jusque dans l'intérieur de la concavité du conoïde, bâtonnets, navettes. Les mitochondries, de type vésiculaire, peuvent atteindre une grande taille.

PLANCHE III, FIG. 7. Mérozoïte montrant l'anneau (a) polaire sous forme de calotte et les conoïdes (c). x 17.500 FIG. 8. Mérozoïte avec anneau polaire (a) et conoïde (c). x 27.000 FIG. 9. Coupe sagittale d'un mérozoïte qui a grossi à l'intérieur de la cellule hôte, il est toujours au voisinage du noyau de la cellule-hôte. mu, mucron ; n, noyau. x 9.450 FIG. 10. Mérozoïte montrant le micropyle (mi) et les dictyosomes (di). x 11.250



Le mérozoïte continue à grossir toujours au voisinage du noyau de la cellule hôte (Pl. III, fig. 9) qui ne montre pas encore de signes nets de dégénérescence, pas plus d'ailleurs que le cytoplasme qui contient des mitochondries en bon état, qui ne sont pas gonflées comme dans les cellules affamées ou lésées (Rouiller 1960, Harada 1967).

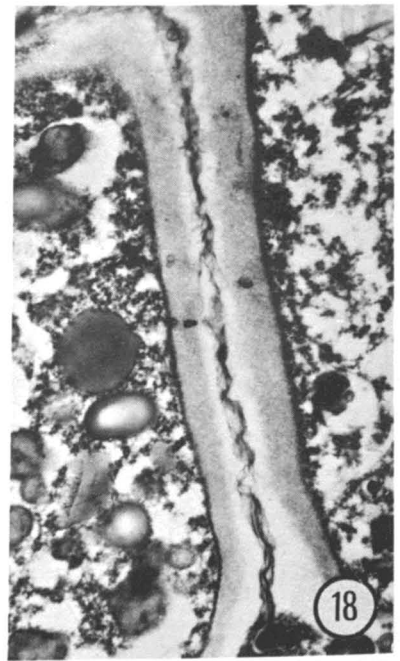
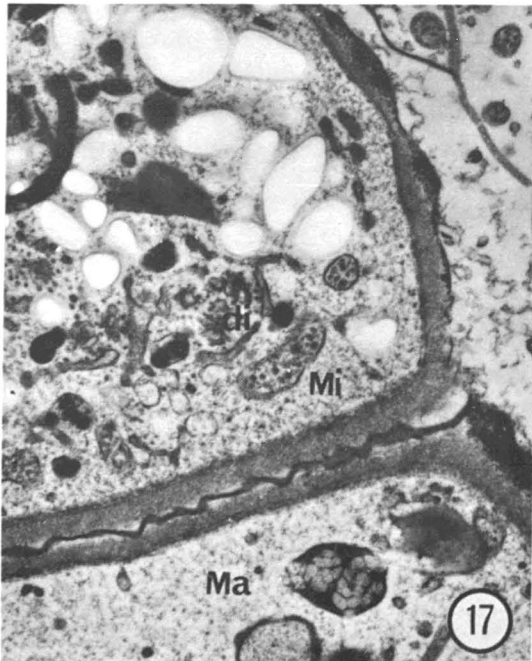
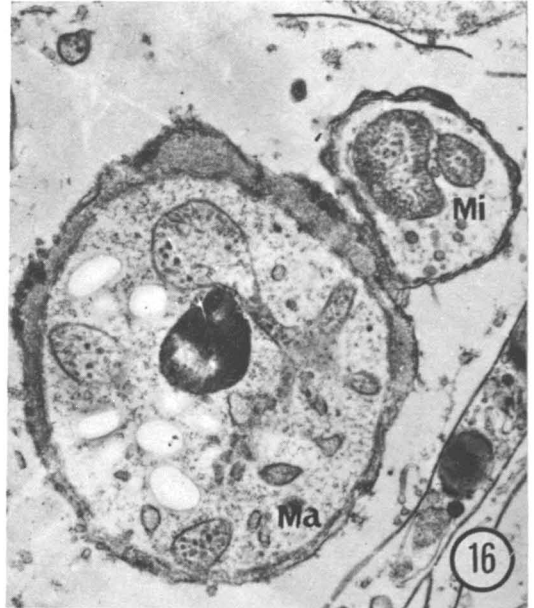
Le noyau est toujours très grand, il a un contenu d'aspect homogène et granuleux et n'a pas de nucléole, son enveloppe montre de nombreux pores. L'anneau polaire et les fibres sous-pelliculaires ne sont plus visibles, l'extrémité antérieure forme un mucron montrant des restes de l'anneau polaire. On voit dans le cytoplasme, les rhoptries qui ont l'air de se désagréger en donnant des sphérules, des sarconèmes, des mitochondries de type sphéruleux, où les crêtes classiques sont remplacées par des sphérules creuses. Les lames ergastoplasmiques, si abondantes dans les stades jeunes, ont disparu, il ne reste plus que quelques cysternes. Un micropyle est visible vers le tiers antérieur de l'élément, ainsi qu'un appareil de Golgi fait de dictyosomes situés au-dessus du noyau (Pl. III, fig. 10).

On observe aussi quelques grosses inclusions opaques aux électrons, probablement lipidiques et des grains ovoïdes de paraglycogène que nous avons mis en évidence en traitant les coupes, après fixation au Palade, aux sels d'argent avec des temps différents d'imprégnation ou par l'acide périodique avec la thiosemicarbazide (TSC) ou le thiocarbohydrazide (TCH), réactions suivies pour certaines de vapeurs osmiques avec des temps différents (technique de Thiery 1967). Ces réactions mettent bien en évidence les grains de paraglycogène dont certains ont un centre clair et qui, chez le mérozoïte, ont tendance à s'accumuler au pôle de la cellule opposé à celui où se trouve le conoïde (Pl. IV, fig. 11).

ÉTUDE DES GAMONTES

Chez *Adelina dimidiata* les gamontes s'unissent alors qu'ils sont encore de petite taille, mais le macrogamétocyte est déjà bien plus gros que le microgamétocyte. C'est au niveau du prolongement du macrogamétocyte que le microgamétocyte s'accôle (Pl. IV, fig. 12). L'union se fait à l'intérieur d'une cellule intestinale, le microgamétocyte est entouré, à ce stade, d'une enveloppe épaisse. Nous ne pouvons pas dire si elle lui est propre, correspondant au début

PLANCHE IV, FIG. 11. Mérozoïte montrant les grains de paraglycogène (*p*). x 9.275
 FIG. 12. Microgamétocyte (*Mi*) accolé au prolongement du macrogamétocyte (*Ma*);
m, mitochondrie; *n*, noyau. x 9.450 FIG. 13. Microgamétocyte (*Mi*) et macrogamé-
 tocyte (*Ma*) accolés par une large surface; *m*, mitochondrie; *n*, noyau; *p*, para-
 glycogène. x 11.250 FIG. 14. Mise en évidence du paraglycogène (*p*) dans le micro
 et le macrogamétocyte. x 7.950



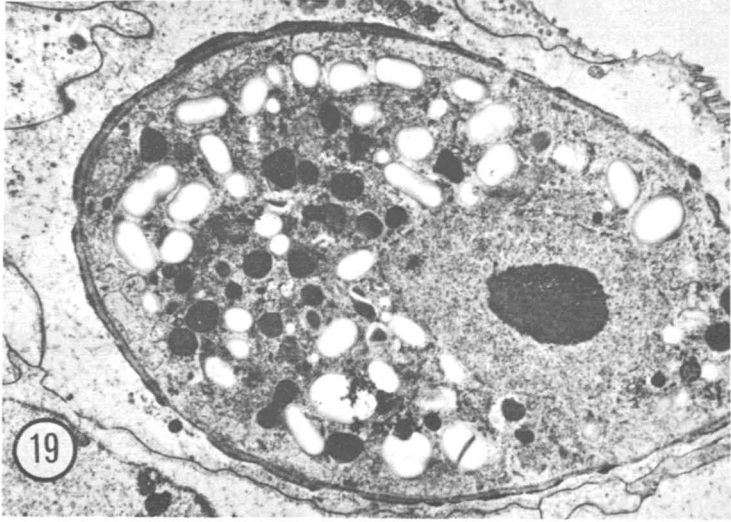
de la formation de la gangue, ou si elle est due à une réaction de la cellule hôte. Il montre un gros noyau qui occupe, à son niveau, une grande partie de la cellule, aussi ne voit-t-on là, dans le cytoplasme peu abondant, que quelques mitochondries, des inclusions lipidiques et quelques grains, ovoïdes ou en bâtonnets, de paraglycogène. Le prolongement du macrogamétocyte est riche en mitochondries qui se ramifient. Ce prolongement va disparaître, macro et microgamétocytes s'accolent par une large surface (Pl. IV, fig. 13).

Le microgamétocyte a toujours son gros noyau, dont l'enveloppe montre de nombreux pores. Le protoplasme contient des mitochondries, des restes de l'ergatoplasme sous forme de saccules plus ou moins allongés et de cisternes, des grains de paraglycogène et quelques granules sombres.

Le protoplasme du macrogamétocyte, qui se transforme directement en macrogamète, contient des mitochondries, des restes d'ergastoplasme, quelques inclusions lipidiques et des grains de paraglycogène plus gros que ceux du microgamétocyte. Comme pour les mérozoïtes, nous avons mis chez les macrogamètes et les microgamétocytes, le glycogène en évidence par les méthodes spécifiques indiquées plus haut. On voit alors très bien la différence de taille et d'aspect, entre les inclusions glucidiques du macrogamète et du microgamétocyte (Pl. IV, fig. 14). Elles peuvent atteindre 2μ chez le macrogamète et sont plus petites, en forme de bâtonnets à bouts arrondis chez le microgamétocyte. Les mitochondries sont très abondantes à la périphérie de ces éléments, ainsi que le montrent les coupes tangentielles. On y observe des crêtes périphériques qui s'égrenent en vésicules à leurs extrémités libres (Pl. V, fig. 15 et 16). Ces mitochondries peuvent se ramifier. De petits dictyosomes sont épars dans le cytoplasme du macrogamète, chez le microgamétocyte un ou deux dictyosomes sont visibles dans le voisinage du noyau, ils montrent un petit nombre de courts saccules empilés (Pl. V, fig. 17) et sont souvent associés à une cisterne ergastoplasmique qui les coiffe.

Le macrogamète et le microgamétocyte sont chacun limités par une double membrane tapissée, vers l'extérieur, par une épaisse gangue anhiste. Au niveau de la surface de jonction des deux gangues, se différencie une ligne sombre, d'abord mince et qui devient plus épaisse au fur et à mesure de la croissance des deux cellules et qui prend un aspect fibrillaire (Pl. V, fig. 18). Dès la formation de la gangue on observe, à sa surface, des épaisissements dus à une substance fortement opaque (Pl. VI, fig. 19) qui prend une teinte noire.

PLANCHE V, FIG. 15. Mitochondries (*m*) du microgamétocyte. x 11.250 FIG. 16. Mitochondrie du macro (*Ma*) et du microgamétocyte (*Mi*). x 11.250 FIG. 17. Microgamétocyte (*Mi*) avec un dictyosome (*di*) et macrogamétocyte (*Ma*). x 11.250 FIG. 18. Aspect de la jonction entre les deux gamétocytes. x 11.250



Snigirevskaya et Cheissin (1969) ont signalé la présence d'un micropore à tous les stades du cycle évolutif, à l'exception du microgamète, chez *Eimeria intestinalis*.

Nous n'avons pas, jusqu'à présent, observé de micropore chez les macrogamètes et les microgamétocytes d'*Adelina dimidiata*, mais seulement certaines zones où la gangue n'existe plus et où la cellule est simplement limitée par sa fine membrane (Pl. VI, fig. 20).

Conclusions

L'ultrastructure du mérozoïte d'*Adelina dimidiata* est semblable à celle qui a été décrite par les auteurs pour les *Eimeria*. Ce sont des éléments ovoïdes dont l'extrémité antérieure, correspondant au conoïde, est plus effilée. C'est à ce pôle, qu'au contact de la couche interne de la membrane plasmatique du mérozoïte, se différencie l'anneau polaire, qui se présente tantôt sous la forme d'une calotte, tantôt sous l'aspect d'un anneau, fait d'une substance fortement opaque aux électrons, et duquel partent 34 fibres creuses sous-pelliculaires. Nous n'avons pas pu observer, comme Senaud et Cerna, trois anneaux superposés à ce niveau. Le conoïde situé sous l'anneau polaire présente, comme ce dernier, soit l'aspect d'une calotte, soit celui d'un anneau. Les extrémités effilées des rhoptries partent de l'intérieur du conoïde. Nous n'avons pas pu distinguer de structure dans ces rhoptries. Des sarconèmes plus ou moins allongés se terminent aussi dans la lumière du conoïde, on en voit certains situés dans son voisinage et en-dessous de lui, d'autres encore en forme de navettes et ovoïdes sont épars dans le cytoplasme. Le noyau est volumineux à contenu homogène, nous n'y avons pas vu de nucléole. Au-dessus de lui est un dictyosome constitué d'un ou deux saccules, surmontant quelques vésicules, les saccules sont coiffés d'une sorte de sac aplati d'origine ergastoplasmique.

Les mitochondries, très abondantes et de grande taille dans les stades jeunes, sont du type vésiculaire, elles sont moins nombreuses dans les mérozoïtes bien développés. Il en est de même de l'ergastoplasme (réticulum endoplasmique) très abondant chez le jeune et qui persiste ensuite seulement sous forme de courtes lames et de cisternes. Les réserves glucidiques sont représentées par des grains de paraglycogène plus abondants au-dessous du noyau.

Nous avons aussi observé les gamontes d'*Adelina dimidiata*. Zizka (1969) a décrit le macrogamète d'*Adelina tribolii*, logée dans le tissu adipeux de l'hôte,

où l'on voit une vacuole périparasitique entourant la Coccidie. Chez *Adelina dimidiata*, nous n'avons pas observé de vacuole périparasitique autour du macrogamétocyte ou du macrogamète situés à l'intérieur d'une cellule intestinale. Dans le cas du microgamétocyte, nous avons vu une image (fig. 12) où l'on pourrait penser qu'une vacuole périparasitique s'est formée autour de lui, mais dans les stades plus âgés, lorsque ce microgamète est étroitement accolé au macrogamète, c'est une vraie gangue qui l'entoure.

Le protoplasme du macrogamète contient des mitochondries, particulièrement nombreuses à la périphérie de l'élément, des dictyosomes, des restes du réticulum endoplasmique sous forme de cisternes, des ribosomes, des inclusions sombres, probablement de nature lipidique et de gros grains de paraglycogène, que nous avons mis en évidence par les méthodes spécifiques.

Ces méthodes nous ont montré que ces grains ne sont pas contenus dans une vacuole, ainsi que l'écrit Zizka. Cet aspect est dû à ce que, dans certains cas, existe à la périphérie du grain non coloré, une zone périphérique qui l'est légèrement. Le noyau, nucléolé, est gros, l'enveloppe nucléaire montre de nombreux pores. La structure du microgamétocyte, qui reste toujours bien plus petit que le macrogamète, est semblable à celle de ce dernier. On y retrouve les mêmes composants, mais les grains glucidiques de paraglycogène permettent de les différencier. Ils sont chez les microgamétocytes de plus petite taille que chez le macrogamète. Ovoïdes ou presque sphériques, chez ce dernier, ils sont allongés en forme de bâtonnets plus ou moins renflés à extrémités arrondies, dans le microgamétocyte.

Zizka signale des micropores à la surface du macrogamète, nous n'en avons pas vu de nets, nous avons observé seulement de petites plages où la gangue n'existe plus et où le cytoplasme du macrogamète et du microgamétocyte n'est plus séparé du milieu extérieur que par une très mince membrane.

Le matériel d'étude a été fixé au tétroxyde d'Osmium tamponné au Palade, inclusions à l'araldite, amélioration du contraste technique sur grille, à l'Acétate d'Uranyle. Pour les fig. 11 et 14 pl. IV, coloration spécifique selon la technique de Thiery (1967) pour la mise en évidence des polysaccharides. Les coupes ont été réalisées avec l'ultramicrotome Porter-Blum, les grilles ont été observées au microscope électronique Zeiss EM 9A.

Références

- BARDELE, C.F., 1966. Elektronen mikroskopische Untersuchung an den sporozoon *Euccidium dinophilii* Grell. *Z. Zellforsch.*, **14**, 559-595.
- BUTTNER, D.W., 1968. Das Cytostom von *Lankesterella garnhami*. *Z. Zellforsch.*, **88**, 126-137.

- CHEISSIN, E.M. and E.S. SNIGIREVSKAYA, 1965. Some new data on the fine structure of the merozoïte of *Eimeria intestinalis* (Sporozoa, *Eimeriidae*). *Protistologica*, **1**, 121-126.
- COLLEY, F.C., 1968. Fine structure of schizontes and merozoïtes of *Eimeria nieschulzi*. *J. Protozool.*, **15**, 374-382.
- GARNHAM, P.C., J.R. BAKER and R.B. BIRD, 1962. The fine structure of *Lankersterella garnhami*. *J. Protozool.*, **9**, 107-114.
- HARADA, N., 1967. Morphological and respiration changes in Rat-liver low-casein diet. *J. Nutr.*, **93**, 263-272.
- HENNERÉ, E., 1965. Etude au microscope électronique de sporozoïte intracellulaire d'une Coccidie parasite de l'Annélide Polychète *Amphiglena mediterranea*. Coll. Micros. Elect. Marseille, Fév. 1965. *J. Microsc.* **4**, 145.
- HENNERÉ, E., 1967. Etude cytologique des premiers stades du développement d'une Coccidie : *Myriosporides amphiglenae*. *J. Protozool.*, **14**, 27-39.
- HESSE, E., 1911. Sur le genre *Adelea*. A propos d'une nouvelle Coccidie des Oligochètes. *Archv. Zool. exp.*, 5^e série, **7**, 15-19.
- LABBÉ, A., 1896. Recherches zoologiques, cytologiques et biologiques sur les Coccidies. *Archv. Zool. exp. gén.* 3^e série, **4**, 517-654.
- LÉGER, L., 1898. Polycystidées parasites des Arthropodes terrestres. *Bull. Mus. Marseille*, **1**, fasc. 1.
- LÉGER, L., et O. DUBOSQ, 1903. Recherches sur les Myriapodes de Corse et leurs parasites. *Archv. Zool. exp. gén.* 4^e série, **1**, 307-358.
- PORCHET-HENNERÉ, E., 1967. Etude des premiers stades du développement de la Coccidie *Coelotropha durchoni*. *Z. Zellforsch.*, **80**, 556-569.
- PORCHET-HENNERÉ, E., 1969. Observations sur la cytologie, l'ultrastructure et la physiologie de quelques Coccidies parasites d'Annélides Polychètes. *Thèse Fac. Sc. Lille*, 24 mars 1969.
- ROUILLER, CH., 1960. Physiological and pathological changes in mitochondrial morphology. *Int. Rev. Cytol.*, **9**, 227-292.
- SCHELLACK, C., 1913. Coccidien Untersuchungen II — Die Entwicklung von *Adelina dimidiata* A. Schneider einem Coccidium aus *Scolopendra cingulata* Latr. Arb. K. GesundhAmt. **45**, 269-316.
- SCHMIDT, K., M.R. JOHNSTON, and W.E. STEHBENS, 1967. Fine structure on the schizont and merozoite of *Isospora* sp. (Sporozoa *Eimeriidae*) parasite in *Gehyra variegata* (Oumeril and Bibran 1936) (*Reptilia, Gekkonidae*). *J. Protozool.*, **14**, 62-608.
- SCHNEIDER, A., 1885. Coccidies nouvelles ou peu connues. *Tablettes zoologiques* **1**, 4-9.
- SENAUD, J., et Z. CERNA, 1969. Etude ultrastructurale des mérozoïtes et de la schizogonie des Coccidies (*Eimeriina*) *Eimeria magna* (Pérard 1925) de l'intestin des Lapins et *E. tenella* (Railliet et Lucet 1891) des coecums des Poulets. *J. Protozool.*, **16**, 155-165.

- SNIGIREVSKAYA, E.S., and E.M. CHEISSIN, 1969. The function of micropore at endogenic developmental stages of *Eimeria intestinalis* (Sporozoa, Eimeriidae). *Protistologica*, **5**, 209-214.
- STEHRENS, W.E., 1966. The ultrastructure of *Lankesterella hylae*. *J. Protozool.*, **13**, 63-73.
- THIERY, J.P., 1967. Mise en évidence des polysaccharides sur coupes fines au microscope électronique. *J. Micros.*, **6**, 987-1018.
- TUZET, O., et V. GALANGAU, 1969. Recherches ultrastructurales sur *Adelina dimidiata* Schneider (*Eucoccidia*, *Adeleidae*) parasite du Myriapode *Scolopendra cingulata* Latr. *Progress in Protozoology IIIrd Intern. Congr. on Protozoology, Leningrad*, 76.
- VIVIER, E., 1963. Premières observations sur l'ultrastructure d'une Coccidie : *Coelotropha durchoni* Vivier, parasite de *Nereis diversicolor* (Annelide Polychète). *Annls Inst. Pasteur, Lille*, **14**, 217-226.
- VIVIER, E., et E. HENNERÉ, 1965. Ultrastructure des stades végétatifs de la Coccidie *Coelotropha durchoni*. *Protistologica*, **1**, 89-104.
- VOLKMANN, B., 1967. Vergleichend electronenmikroskopische und lichtmikroskopische Untersuchungen an Verschiedenen Entwicklungstadium von *Klossia helicina* (*Coccidia Adelidea*) *Z. Parasit.*, **29**, 159-208.
- ZIZKA, Z., 1969. The fine structure of the macrogametocytes of *Adelina tribolii* Bhatia 1937 (*Eucoccidia, Telosporea*) from the fat body of the beetle *Tribolium castaneum* Hbst. *J. Protozool.*, **16**, 111-120.

LES DEUX TYPES MORPHOLOGIQUES DE LA FAMILLE DES MALAPTERURIDAE (PISCES - OSTARIOPHYSI) ¹

GÉRARD MAHY ²

Laboratoire de Zoologie systématique, de Géographie et d'Écologie animales,
Université libre de Bruxelles

et

Musée royal d'Afrique centrale à Tervuren

Résumé

On peut admettre deux espèces dans la famille des Malapteruridae : le *Malapterurus electricus* (Gmelin), espèce à grande bouche et à distribution tropicale panafricaine, le "*Malapterurus* — petite bouche", qui a une répartition restreinte à l'Afrique centrale. Cette nouvelle espèce, à petite bouche, vient d'être décrite par Monsieur le Professeur M. Poll et Monsieur J.P. Gosse sous le nom de *Malapterurus microstoma* Poll et Gosse. Ici, cependant, nous employons la dénomination "*Malapterurus* — petite bouche" car la description systématique n'est pas encore sortie de presse.

Abstract

Two species may be recognized in the family Malapteruridae : *Malapterurus electricus* (Gmelin), (= electric catfish), species with a large mouth and distributed in all tropical regions of Africa. "*Malapterurus* — narrow mouth" which has a distribution restricted to central Africa. This new species, with a narrow mouth, was recently described by Professor M. Poll and Mr. J.P. Gosse under the name of *Malapterurus microstoma* Poll et Gosse. However, we use here the name "*Malapterurus* — narrow mouth" because the systematic description is not published yet.

Introduction

La famille des Malapteruridae appartient à l'ordre des Siluri qui, avec celui des Cyprini, constitue le superordre des Ostariophysi, dans la classe des Actinoptérygiens (superclasse des Poissons).

1. Extrait de thèse de Licence soutenue à l'Université libre de Bruxelles en juillet 1969 et préparée sous la direction du professeur M. Poll de l'Université libre de Bruxelles, conservateur au Musée royal d'Afrique centrale à Tervuren (Belgique).

2. Adresse actuelle : Collège de Bathurst, Nouveau-Brunswick.

Le superordre des Ostariophysi est caractérisé essentiellement par la présence d'une chaîne d'osselets, différenciation des apophyses latérales et des côtes des vertèbres antérieures, faisant la liaison entre l'oreille interne et la vessie natatoire : c'est l'appareil de Weber. De plus, leurs vertèbres antérieures sont plus ou moins soudées pour former la vertèbre complexe.

L'ordre des Siluri est représenté par des poissons à la ceinture scapulaire forte, souvent même fortement unie au crâne ; dont la bouche n'est jamais protractile (alors qu'elle l'est parfois chez les Cyprini) et, de plus, ils possèdent toujours des barbillons et le degré de développement de leur vessie natatoire varie énormément d'une famille à l'autre.

La famille des Malapteruridae, ne comportant que des poissons dulcicoles africains, se distingue des autres familles de l'ordre des Siluri, par l'absence de rayon épineux à la nageoire pectorale et surtout par la présence d'un organe électrique d'origine dermique, ainsi que par l'absence de nageoire dorsale à lépidotriches, ce qui est rare chez les Siluri.

La seule espèce de la famille, décrite et reconnue actuellement, est un poisson de forme assez lourde dont la peau est nue : c'est le *Malapterurus electricus* (Gmelin), 1789. Sa taille varie de vingt centimètres à un mètre. Il possède une paire de barbillons maxillaires et deux paires de barbillons mandibulaires. Sa coloration générale est brun grisâtre sur la face dorsale et blanc rosâtre sur la face abdominale. Le dessus et les côtés de la tête et du corps, ainsi que souvent la nageoire adipeuse et la base des nageoires caudale et anale, sont parsemés de taches arrondies d'un brun foncé et dont la répartition varie peu d'un individu à l'autre : elles se réunissent en une bande transversale noirâtre au niveau du pédoncule caudal, ce qui ne se voit malheureusement pas sur les photographies, étant donné la faible grosseur des spécimens. On y voit cependant un début de coalescence de ces taches, sur la mi-longueur, à peu près, du pédoncule caudal.

Le Malaptérure électrique fut successivement décrit sous le nom de *Raja torpedo* (Forskäl, 1775), Le Trembleur (Broussonet, 1782), *Silurus electricus* (Gmelin, 1789) (Linné ne connaissait pas le Malaptérure) et finalement placé dans le genre *Malapterurus* (Lacépède, 1802) (du grec : *malakos*, mou ; *pteron*, nageoire ; *oura*, queue (= « le poisson qui possède une nageoire molle au-dessus de la queue », signifiant, par là, la nageoire adipeuse caudale).

Le nom de *Malapterurus electricus* Lacépède (ou *Malopterurus*) est employé par Geoffroy St Hilaire (1809), Joannis (1835), Cuvier et Valenciennes (1840), Bilharz (1899), Boulenger (1901 et 1907) et Pellegrin (1914 et

1923). Dès 1926, il prit le nom de *Malapterurus electricus* (Gmelin) (Opinions rendered by the International Commission on Zoological Nomenclature, Washington) en vertu de la loi de priorité en nomenclature.

D'autres espèces ont été décrites :

Malapterurus beninensis (Murray, 1854).

Malapterurus affinis (Günther, 1864).

Malapterurus electricus var. *ogooensis* (Sauvage, 1879).

Malapterurus beninensis Murray était considéré comme une race géographique du *Malapterurus electricus* (Gmelin) par Günther (1859). Les auteurs, à partir de 1868, suivant Peters, ont considéré ces trois noms spécifiques comme synonymes de *Malapterurus electricus* (Gmelin), ce que nous avons pu vérifier par la biométrie.

Cependant, il y a quelques années, Monsieur J.P. Gosse a trouvé dans la région de Yangambi (République démocratique du Congo ; anciennement : Congo belge) des spécimens de silures électriques particulièrement remarquables par l'étroitesse de leur bouche et de leur museau : ce sont ceux que nous appellerons les « *Malapterurus* — petite bouche ».

Nous nous proposons donc de démontrer que la famille des Malapteruridae comprend, non pas une seule espèce (*Malapterurus electricus* (Gmelin)); mais bien deux espèces.

Description du matériel et son origine

La plupart des spécimens de *Malapterurus* proviennent des collections du Musée royal d'Afrique centrale (à Tervuren, Belgique ; conservateur, le Professeur Max Poll) (195) ; aussi de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Bruxelles (15) ; du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (9) ; de la section d'Histoire naturelle du British Museum, Londres (9) ; quelques exemplaires proviennent également du Zoologisk Museum de Copenhague, Danemark (6). Nous avons aussi utilisé une collection de poissons vivants venant directement de la République démocratique du Congo (anciennement : Congo belge) (M. L. Brichard, compagnie Congomarine, ville de Kinshasa (anciennement, Léopoldville) (21).

Grâce aux soins du Professeur M. Poll, nous avons donc travaillé sur deux cents cinquante cinq spécimens de *Malapterurus* provenant tous de l'Afrique tropicale.

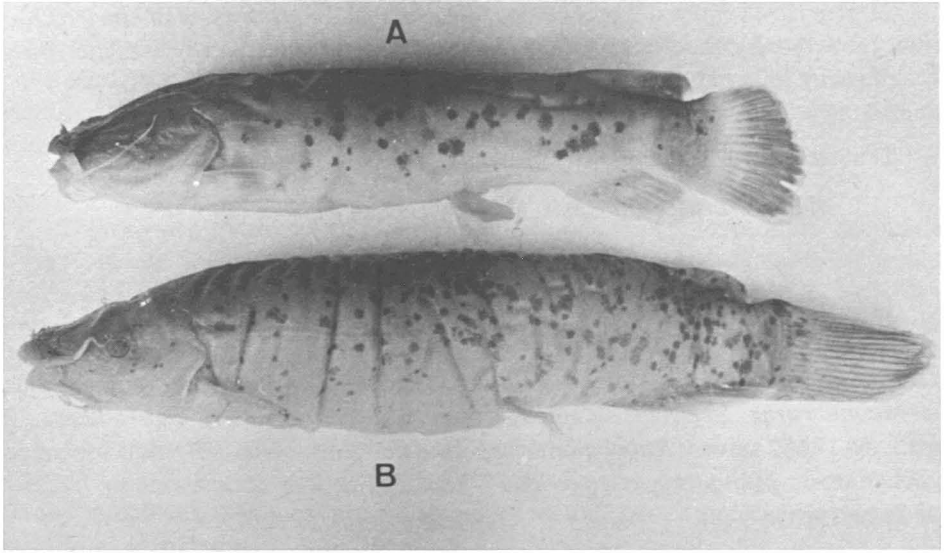


FIG. 1. Vue latérale des deux types de Malaptérures. A. *Malapterus electricus* (Gmelin). L. = 127 mm; L. st. = 108 mm; Rg. : 23035 M.r.A.c.B. "Malapterus — petite bouche" L. = 151 mm; L. st. = 126 mm; Rg. : Collection Gosse, M.r.A.c,

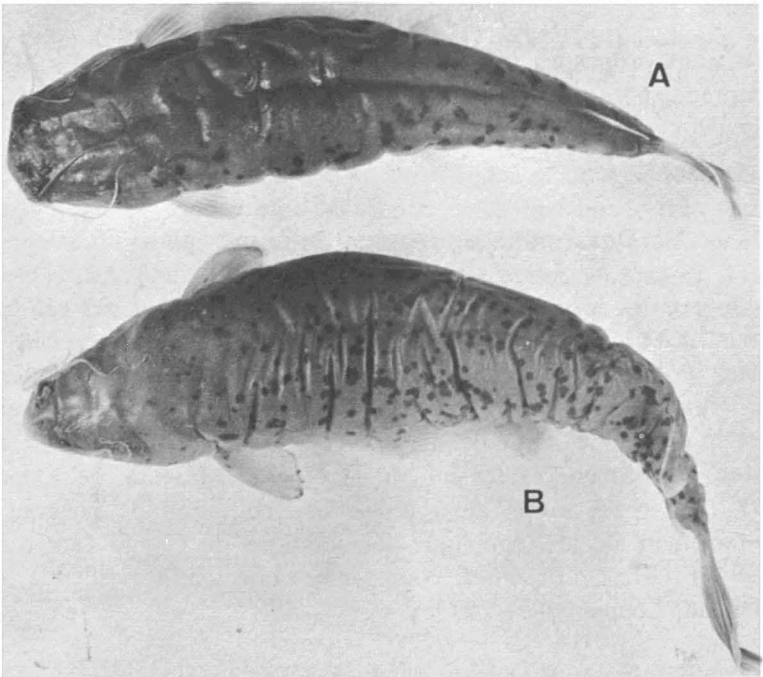


FIG. 2. Vue apicale des deux types de Malaptérures. Mêmes spécimens que dans la figure 1.

Dénombrement

Ayant fait un premier partage des spécimens en trois catégories par le nombre total des branchiospines situées sur la face antérieure du premier arc branchial droit³, nous avons scindé les collections examinées en trois groupes :

1. Malaptérures à 10 branchiospines ; variations entre 9 et 11 ;
moyenne arithmétique: 9.9.
2. Malaptérures à 15 branchiospines ; variations entre 14 et 15 ;
moyenne arithmétique: 14.9.
3. Malaptérures à 20 branchiospines ; variations entre 18 et 20 ;
moyenne arithmétique: 19.9.

Ces numérations de branchiospines s'appliquaient indépendamment des sexes.

Nous nous sommes principalement occupés du groupe des individus à 20 branchiospines, car celui-ci comprenait les poissons les plus intéressants à première vue : c'est dans cette catégorie, effectivement, que se situaient les « *Malapterurus* — petite bouche » (fig. 1, 2, 3 et 4).

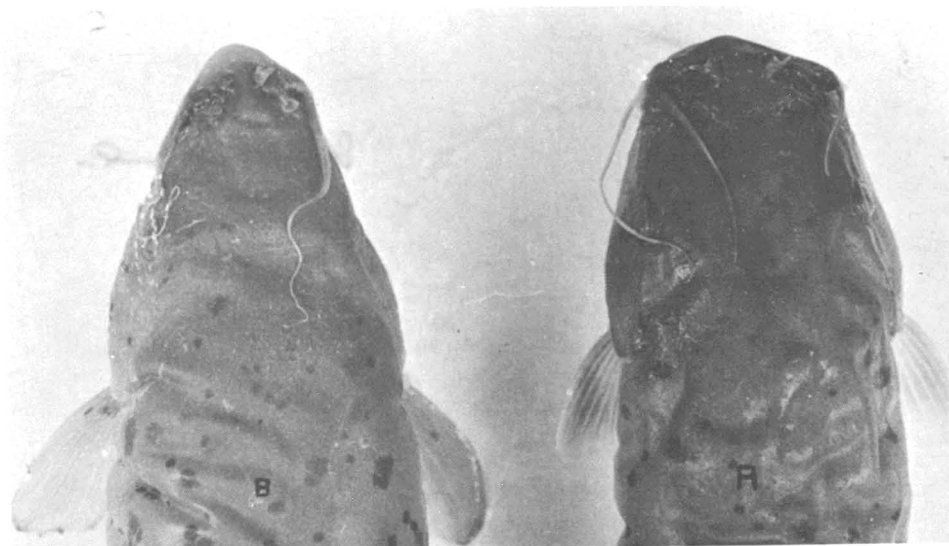


FIG. 3. Vue antérieure dorsale. A. *Malapterus electricus* (Gmelin) (Rg.: 23035 (M.r.A.c.) B. "*Malapterus* — petite bouche" (Rg.: Collection Gosse M.r.A.c.)

3. Nous avons dénombré les branchiospines du premier arc branchial droit, contrairement aux usages, car certains exemplaires des collections avaient été répertoriés, par les collecteurs indigènes, par une étiquette fixée à l'aide d'une ficelle, au premier arc branchial gauche, ce qui aurait pu détruire un certain nombre de branchiospines et provoquer des erreurs de dénombrement.

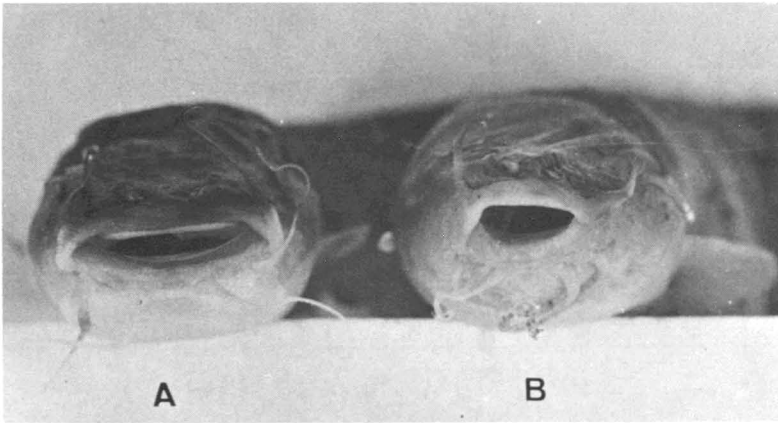


FIG. 4. Vue antérieure des spécimens de la figure 3.

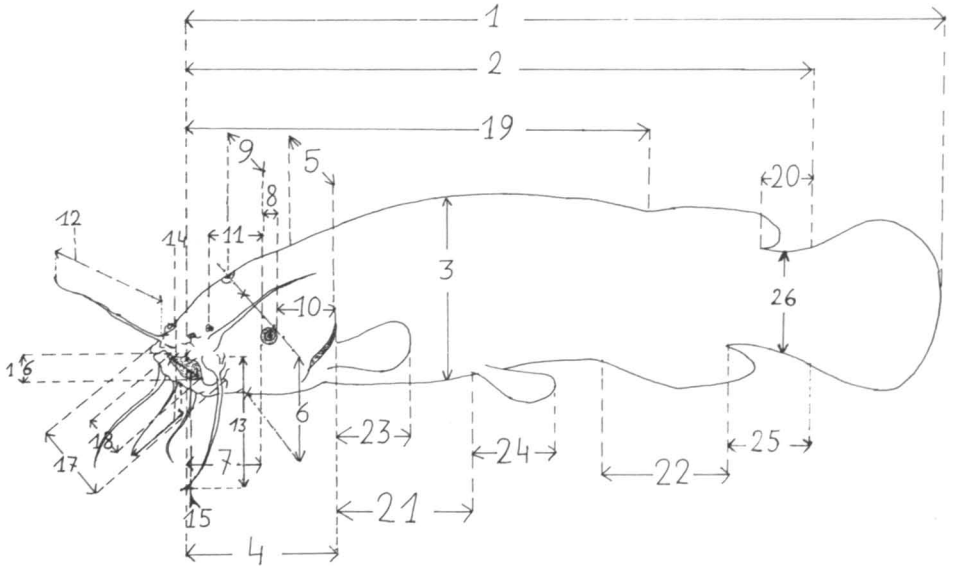


FIG. 5. Mesures diverses faites sur les spécimens. LÉGENDE : 1. Longueur totale. 2. Longueur standard. 3. Hauteur du corps. 4. Longueur de la tête. 5. Largeur de la tête. 6. Hauteur de la tête. 7. Longueur du museau. 8. Diamètre de l'oeil. 9. Distance interorbitaire. 10. Distance postorbitaire. 11. Distance orbite-narine. 12. Longueur du barbillon maxillaire. 13. Longueur du barbillon mandibulaire externe. 14. Longueur du barbillon mandibulaire interne. 15. Longueur de la bande de dents mandibulaires. 16. Longueur de la bande de dents prémaxillaires. 17. Largeur externe de la bouche. 18. Largeur interne de la bouche. 19. Distance museau - origine de la nageoire adipeuse. 20. Distance nageoire adipeuse-nageoire caudale. 21. Intervalle nageoire pectorale-nageoire pelvienne. 22. Longueur, à la base, de la nageoire anale. 23. Longueur maximale de la nageoire pectorale. 24. Longueur maximale de la nageoire pelvienne. 25. Longueur du pédoncule caudal. 26. Hauteur du pédoncule caudal.

Biométrie

Notre étude fut commencée en soumettant les nombreux spécimens de silures électriques, mis à notre disposition, à une revue biométrique, afin de séparer d'éventuels échantillons d'espèces différentes. Les mesures prises à cet effet (à 0,1 mm près) sont représentées dans la fig. 5.

À partir de ces données biométriques, nous avons calculé quinze proportions (pour chaque individu), confirmant que les « *Malapterurus* – petite bouche » se séparaient fort bien des « *Malapterurus* – grande bouche » dans la catégorie des malaptérures à 20 branchiospines.

D'autre part, les groupes à nombre de branchiospines inférieur à vingt s'avéraient également, par ces coefficients, différents du groupe « petite bouche » à 20 branchiospines », notamment par les proportions significatives de la tête et de la bouche.

Nous avons ainsi quatre groupes de silures électriques :

« *Malapterurus* – petite bouche » à 20 branchiospines.

« *Malapterurus* – grande bouche »

à 20 branchiospines =
Malapterurus electricus
(Gmelin)

à 15 branchiospines.

à 10 branchiospines.

Nous avons ensuite fait les moyennes, par groupe, des rapports calculés pour la comparaison des quatre catégories (tableau I) ; ces moyennes sont résumées et commentées ci-dessous.

Deux grands groupes se séparent nettement au premier coup d'œil : ce sont les « grandes bouches » et les « petites bouches » qui, et la zoogéographie va le confirmer, sont à priori supposées deux espèces différentes. L'espèce à grande bouche est subdivisée en trois sous-groupes d'après le nombre de branchiospines (10, 15 et 20).

Le type du *Malapterurus electricus* (Gmelin) est perdu. Comme il s'agit d'une espèce du Nil (Gmelin : Systema Naturae, 1789), il se rapporte sans aucun doute à la catégorie des « grandes bouches » à 20 branchiospines, les seuls existant dans le Nil.

TABLEAU I

Proportions chez *Malapterurus*

Coefficient moyen calculé	" Petite bouche " 20 br.	" Grande bouche "		
		20 br.	15 br.	10 br.
Haut. tête / Long. tête %	52.0(6)	63.4(9)	62.2(7)	57.6(28)
Interorb. / Long. museau %	96.7(15)	107.3(9)	110.3(32)	104.2(104)
Long. barb. max. / Long. stand. %	13.7(6)	16.3(9)	16.7(7)	17.0(28)
Long. barb. max. / Long. tête %	55.0(6)	67.9(9)	73.4(7)	66.9(28)
Péd. caud : <u>Haut.</u> <u>Long.</u>	1.5(6)	1.4(9)	1.2(7)	1.4(28)
Larg. bouche ext. / Long. tot. %	9.3(61)	10.8(9)	11.0(36)	11.6(148)
Larg. bouche ext. / Long. stand. %	10.4(6)	12.7(9)	13.2(7)	13.9(28)
Larg. bouche ext. / Long. tête %	45.8(15)	52.8(9)	55.6(34)	57.0(106)
Larg. bouche ext. / Larg. tête %	54.4(15)	62.8(9)	62.8(34)	67.8(106)
Larg. bouche ext. / Long. museau %	79.6(15)	93.6(9)	92.1(34)	99.1(106)
Larg. bouche int. / Long. tot. %	7.8(61)	9.5(9)	9.5(36)	10.1(149)
Larg. bouche int. / Long. stand. %	6.2(6)	11.2(9)	11.2(7)	10.9(28)
Larg. bouche int. / Long. tête %	35.8(15)	46.9(9)	47.8(34)	48.9(106)
Larg. bouche int. / Larg. tête	42.4(15)	55.8(9)	53.7(34)	58.1(106)
Larg. bouche int. / Long. museau %	62.1(15)	83.1(9)	87.3(34)	(90)1'58

REMARQUE : Dans chacune des cases se trouvent les moyennes calculées et le nombre d'individus sur lequel ces moyennes ont été effectuées (entre parenthèses).

LÉGENDE : Haut. tête / Long. tête % : hauteur de la tête sur sa longueur, en % ; Interorb. / Long. museau % : distance interorbitaire sur longueur du museau, en % ; Larg. bouche ext. / Long. tot. % : largeur externe de la bouche sur longueur totale, en % ; Larg. bouche ext. / Long. stand. % : largeur externe de la bouche sur longueur standard, en % ; Larg. bouche ext. / Long. tête % : largeur externe de la bouche sur longueur de la tête, en % ; Larg. bouche ext. / Larg. tête % : largeur externe de la bouche sur largeur de la tête, en % ; Larg. bouche ext. / Long. museau % : largeur externe de la bouche sur longueur du museau, en % ; Larg. bouche int. / Long. tot. % : largeur interne de la bouche sur longueur totale, en % ; Larg. bouche int. / Long. stand. % : largeur interne de la bouche sur longueur standard, en % ; Larg. bouche int. / Long. tête % : largeur interne de la bouche sur longueur de la tête, en % ; Larg. bouche int. / Long. museau % : largeur interne de la bouche sur longueur du museau, en % ; Long. barb. max. / Long. stand. % : longueur du barbillon maxillaire sur longueur standard, en % ; Long. barb. max. / Long. tête % : longueur du barbillon maxillaire sur longueur de la tête en % ; Péd. caud. : Haut. : hauteur sur longueur du pédoncule caudal.

Long.

Dans le groupe à 15 branchiospines, tous à grande bouche, nous trouvons les types du *Malapterurus beninensis* Murray, du *Malapterurus affinis* Günther, que nous avons reçus du British Museum, et le type du *Malapterurus electricus* var. *ogooensis* Sauvage provenant du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Leurs coefficients biométriques sont semblables entre eux et aux autres spécimens du groupe à 15 branchiospines. Nous confirmons donc les idées de Peters (1868) concernant la synonymie des deux premiers noms spécifiques précités et celles de Fritsch (1887) pour les trois noms d'espèce dont les types, examinés, sont tous à grande bouche.

L'espèce à petite bouche se distingue de l'espèce à grande bouche (*Malapterurus electricus* (Gmelin), par extension) par une tête plus plate, plus pointue, une bouche relativement aussi beaucoup plus étroite et des barbillons maxillaires plus courts.

La robe aussi est différente : chez les tout-jeunes individus, l'espèce à grande bouche présente de nombreuses taches sombres assez grandes sur presque tout le corps : le pédoncule caudal possède une bande blanche transversale entourée de deux autres noires tout aussi larges, tandis que la nageoire caudale est blanche et traversée par une épaisse bande noire. Chez les adultes, cette coloration du pédoncule caudal s'estompe quelque peu.

La nouvelle espèce est différente, en ce sens que les taches sont plus petites et que cette coloration très marquée de la nageoire caudale et de son pédoncule n'existe pas : ils sont uniformément d'un gris brunâtre. La nageoire caudale est cependant bordée d'une fine ligne blanche.

Ces différences de coloration d'une espèce à l'autre s'observent également indépendamment du sexe des individus.

Répartition géographique

La carte géographique (fig. 6) montre la répartition des formes de *Malapterurus*. On rencontre le « *Malapterurus* – grande bouche » à 20 branchiospines dans le Nil et le lac Albert; nous en avons vu un exemplaire provenant du lac Tanganyika, et deux autres, l'un du Niger à Bamako, l'autre du Ghana à Ashanti.

Le « *Malapterurus* – grande bouche », à 15 branchiospines, groupe auquel appartiennent donc le *Malapterurus beninensis* Murray, le *Malapterurus affinis* Günther et le *Malapterurus electricus* var. *ogooensis* Sauvage, se rencontre en Afrique occidentale jusque dans le fleuve Congo et ce, jusqu'à l'embouchure de la rivière Kasai à Mushie ; également dans le Nil supérieur à Khartoum.

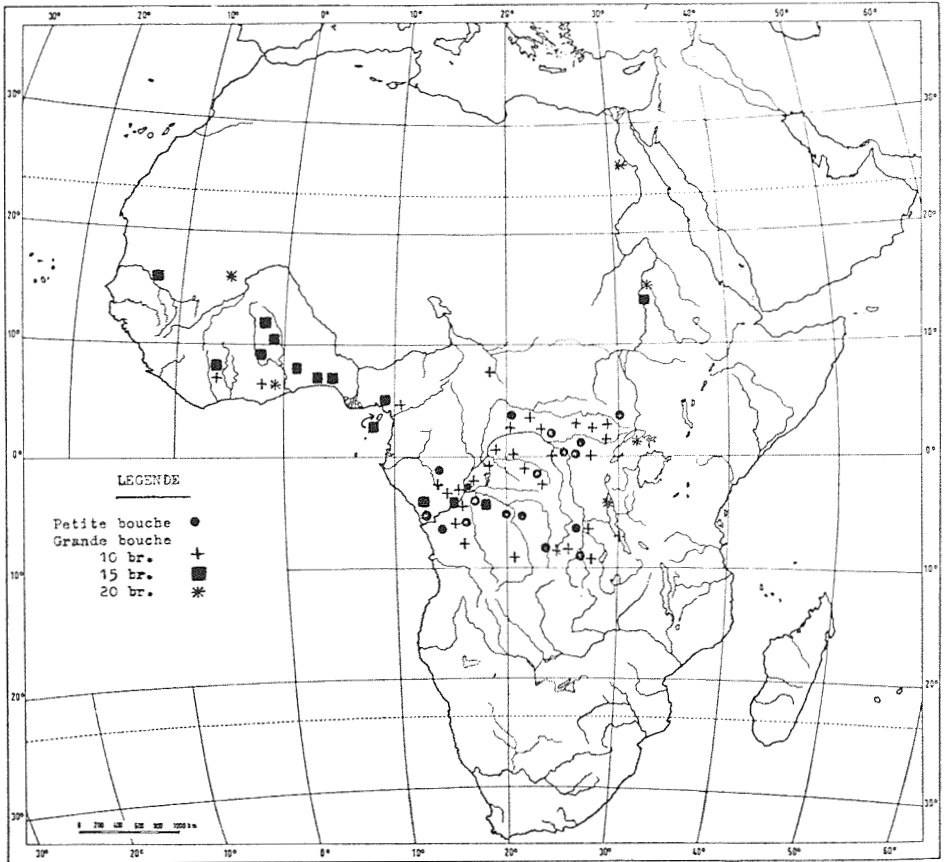


FIG. 6. Répartition géographique des formes de *Malapterurus*. Br. = branchiostyles.

Le « *Malapterurus* – grande bouche », à 10 branchiostyles se trouve dans tout le réseau hydrographique du fleuve Congo, sauf dans les rivières du Sud-Katanga (où aucun *Malapterurus* n'existe, croit-on) ; mais aussi dans les cours d'eau des régions côtières de l'Afrique occidentale.

Un fait est certain : les différences biométriques, et particulièrement celles existant entre les coefficients moyens qui caractérisent la largeur de la bouche par rapport à la longueur totale et à la longueur standard du poisson, par rapport à la longueur de la tête et du museau, entre le groupe à 15 branchiostyles et les deux autres, sont plus grandes que celles observées habituellement entre les extrêmes de la distribution d'une espèce homogène. Elles paraissent cependant trop faibles pour parler, dès à présent, de trois espèces différentes.

Le « *Malapterurus* – petite bouche » vit uniquement dans le fleuve Congo et ses affluents et jusque dans le cours supérieur du fleuve Ogooué. Ceci n'est pas étonnant et se présente dans d'autres familles de poissons africains : à diverses époques, il y a eu, en effet, des infiltrations entre le réseau hydrographique du fleuve Congo et celui du fleuve Ogooué.

La nouvelle espèce a donc une distribution tropicale centre africaine uniquement. On la rencontre dans les mêmes rivières que le *Malapterurus electricus* (Gmelin) mais elle ne se croise pas avec cette dernière. En effet, le Malaptérure est un animal qui, au moment de la reproduction, se creuse une espèce de terrier (pouvant atteindre trois mètres de long et trente centimètres de diamètre) dans les berges, terrier se terminant par une chambre nuptiale. C'est là qu'il vit par couple et que la femelle pond et s'occupe des jeunes. On n'a jamais trouvé, ni les zoologistes, ni les pêcheurs indigènes, de couple formé par des individus de chaque type.

De plus, les indigènes, qui connaissent très bien la Nature, ont un nom différent pour jeunes et adultes des deux formes de Malaptérures. En dialecte Lokélé, il y a, pour les jeunes :

Itutula sa bosunga = *Malapterurus electricus* (Gmelin) (par extension).

Imamoa sa lyetetele = « *Malapterurus* – petite bouche ».
et pour les adultes :

Tula sa bosunga = *Malapterurus electricus* (Gmelin) (par extension).

Tula sa lyetetele = « *Malapterurus* – petite bouche ».

Pour eux donc, les poissons électriques sont divisés en deux populations (Gosse, 1963).

Conclusions

Le *Malapterurus electricus* (Gmelin) (à grande bouche) a donc été l'objet d'une étude biométrique qui nous incite à confirmer la synonymie entre *Malapterurus beninensis* Murray, *Malapterurus affinis* Günther et *Malapterurus electricus* var. *ogooensis* Sauvage, dont nous avons revu les types. Nous les incluons dans le groupe des « Malaptérures à grande bouche » à 15 branchiospines. Avec les groupes à 10 et 20 branchiospines, ils constitueraient l'espèce *Malapterurus electricus* (Gmelin).

L'existence de trois types d'armature branchiospinale nous permet donc d'envisager trois groupes de *Malapterurus electricus* (Gmelin) dont nous pensons qu'il s'agit de races géographiques. Ces groupes sont :

1. le groupe à 10 branchiospines du Congo.
2. le groupe à 15 branchiospines d'Afrique occidentale, dans lequel nous trouvons les types du *Malapterurus beninensis* Murray, du *Malapterurus affinis* Günther et du *Malapterurus electricus* var. *ogooensis* Sauvage, types synonymes formant la race géographique africaine-occidentale.
3. le groupe à 20 branchiospines du Nil, qui est vraisemblablement la forme décrite par Gmelin.

Notre étude a surtout visé à démontrer qu'il existe une deuxième espèce de Malaptérure, le « *Malapterurus* – petite bouche » du Congo et du Haut-Ogooué, nouvelle espèce récemment décrite.

Remerciements

Qu'il nous soit permis, en premier lieu, d'exprimer notre profonde reconnaissance au Professeur Max Poll, qui nous a prodigué ses conseils éclairés tout au long de notre travail sur les Malaptéridés.

Nous adressons également nos remerciements à M. Lucien Cahen, directeur du Musée royal d'Afrique centrale, ainsi qu'au personnel de la section des Vertébrés de ce Musée, pour l'ambiance agréable et amicale dans laquelle nous avons pu travailler.

Références

- BALLOWITZ, E., 1899. Das elektrische Organ des afrikanischen Zitterwelses. Fischer. Jena. 96 p.
- BILHARZ, T., 1857. Das elektrische Organ des Zitterwelses anatomisch beschrieben. Engelmann. Leipzig. 52 p.
- BOULENGER, G. A., 1901. Les poissons du bassin du Congo. Bruxelles. 532 p.
- BOULENGER, G. A., 1907. Zoology of Egypt; the fishes of the Nile. London. 2 vol. 578 p.
- BROUSSONET, P. M. A., 1782. Mémoire sur le trembleur, espèce peu connue de poisson électrique. *Mém. Acad. Sci. Paris* : 692-698.
- CUVIER, G. et A. VALENCIENNES, 1828-1849. Histoire naturelle des poissons. Paris 22 vol.
- FORSKAL, P. 1775. Descriptiones animalium avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium; quae in itinera orientali observavit. Post mortem auctoris edidit Carsten Niebuhr. Havniae. 164 p.
- FRITSCH, G. T., 1887-1890. Die elektrischen Fische. Ersten Abtheilung. *Malapterurus electricus*. Von Veit. Leipzig. 146 p.

- GEOFFROY ST HILAIRE, E. F., 1809. Poissons du Nil, de la mer Rouge et de la Méditerranée. in Description de l'Égypte . . . Histoire naturelle. Vol. I (1) : 1-52. Panckouke. Paris.
- GMELIN, J. F., 1789. Caroli a Linné . . . Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decimo tertia, aucta, reformata. Tomus I, Pars II (Amphibia - Pisces) : 1126-1516. Lipsiae.
- GOSSE. J. P., 1963. Le milieu aquatique et l'écologie des poissons dans la région de Yangambi. Anns Mus. r. Afr. cent. Tervuren, sér. 8, 116 : 113-270.
- GÜNTHER, A., 1859-1870. Catalogue of the fishes of the British Museum. London. 8 vol.
- JOANNIS, L. de, 1835. Observations sur les poissons du Nil, et description de plusieurs espèces nouvelles suivies d'un tableau de toutes les espèces qui vivent dans ce fleuve. *Mag. Zool.*, 5ème année, 1 - 14.
- LACÉPÈDE, E., 1798-1802. Histoire naturelle des poissons par le citoyen La Cépède, membre de l'Institut National et Professeur du Muséum d'Histoire Naturelle. 1ère Édition. Paris. 14 vol.
- LINNÉ, C. von, 1758. Systema naturae sive regna tria naturae, systematice proposita per classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata. Tomus I. Regnum animale. 824 p. Holmiae.
- MURRAY, A., 1854. On electrical fishes, with a description of a new species of *Malapterurus* (*M. beninensis*) from the Old Calabar river. *Proc. R. phys. Soc. Edinb.*, 1 : 20-21 et *Proc. R. phys. Soc. Edinb.* 2 : 35-53, 379.
- PELLEGRIN, J., 1914. Les poissons du bassin du Tchad. in Documents scientifiques de la mission Tilho, 1906-1909. Vol. 3 : 132-180.
- PELLEGRIN, J., 1923. Les poissons des eaux douces de l'Afrique occidentale (du Sénégal au Niger). *Pub. Com. d'Études Hist. Sci. Paris.* 373 p.
- PETERS, W. C. H., 1868. Ueber den in Moçambique vorkommenden Zitterwels, *Malapterurus electricus*. *Mber. dt. Akad. Wiss. Berl.* : 121-124.
- SAUVAGE, H.E., 1879. Notice sur la faune ichthyologique de l'Ogôoué. *Bull. Soc. philomath.* Paris, 7. sér. 3 : 90-103.

LES ODONATES, INDICATEURS DE LA NATURE DU MILIEU

LUC FERNET et JEAN-GUY PILON

Collège de Joliette (CEGEP), Joliette, Québec
Département des Sciences biologiques,
Faculté des Sciences, Université de Montréal.

Résumé

Les Odonates peuvent servir d'indicateurs pour différents milieux. Nous avons groupé nos résultats suivant 9 types d'habitat : oligotrophe, eutrophe, dystrophe, lac à rives inondées, mares et délaissés, ruisseaux, rivière à cours rapide, sablières et terrains vagues. Pour chaque type d'habitat, nous avons déterminé les espèces caractéristiques, secondaires, ubiquistes et occasionnelles. Les résultats obtenus pour les lacs dystrophes sont comparables à ceux de Robert (1958). Les autres milieux n'avaient cependant pas fait l'objet d'études particulières au Québec.

Abstract

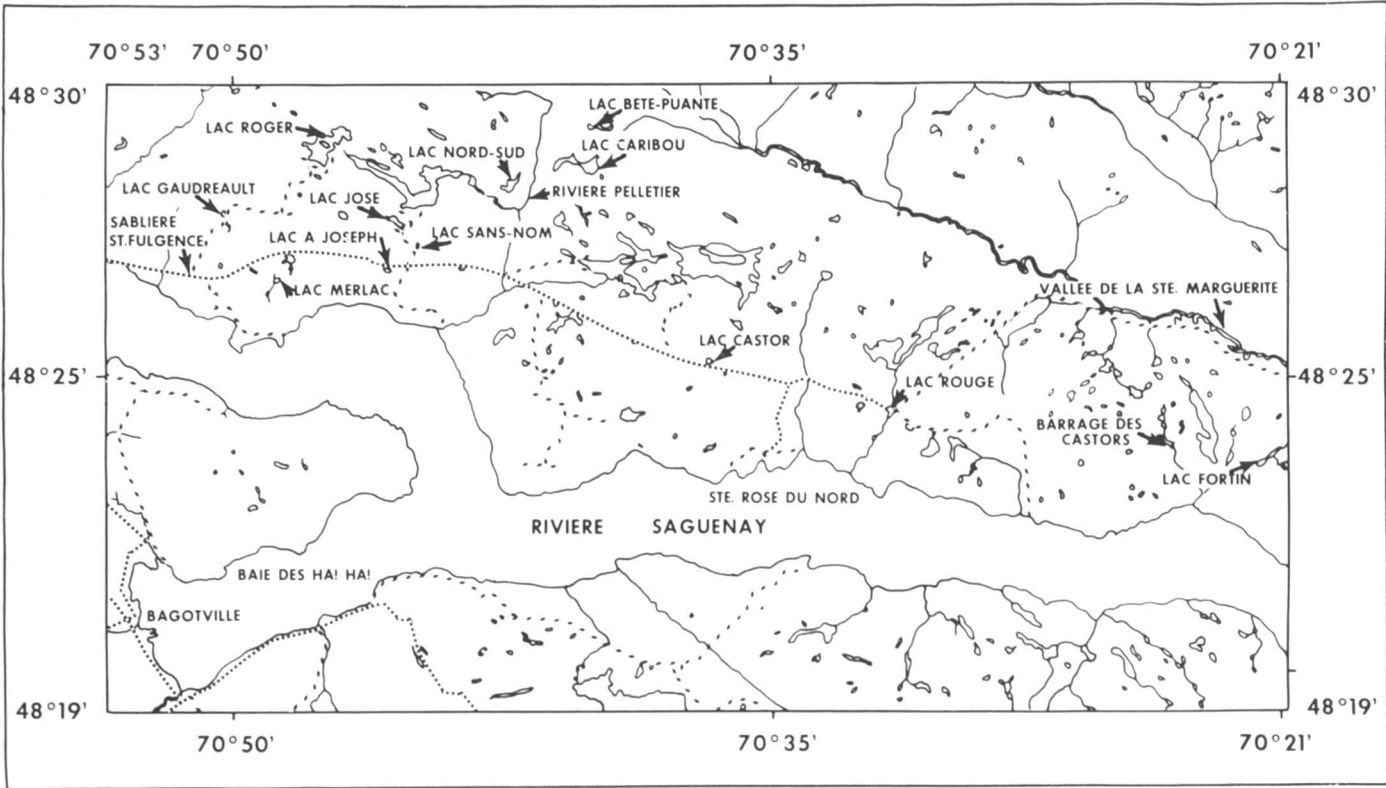
Odonata may serve as indicators of type of habitats. In this study, the bodies of water studied were classified into 9 types of habitat and for each of these types species collected were differentiated as characteristic, secondary, ubiquitous and occasional. Results obtained for dystrophic habitat are comparable with those of Robert (1958). Other habitats have not been studied as such in Québec before.

Introduction

L'étude des Odonates au Québec se limite le plus souvent à des travaux d'inventaire. Cependant, Robert (1939, 1944, 1953, 1958, 1960, 1963) publie des listes annotées, quelques études sur la faune des lacs tourbeux, ainsi qu'un travail sur les Libellules du Québec, dans lequel il mentionne la distribution, la période de vol, ainsi que l'habitat des différentes espèces québécoises. Trottier (1966), étudie le rapport des sexes et l'émergence chez *Anax junius*.

Les Odonates habitent souvent des sites particuliers et peuvent servir d'indicateurs de la nature du milieu (Aguesse, 1968). Cette caractéristique est reliée le plus souvent aux exigences de la longue vie larvaire. Certaines espèces vivent surtout dans les eaux stagnantes (*Coenagrion*, *Lestes*), d'autres habitent les eaux courantes (*Cordulegaster*, *Agrion*), d'autres se développent dans les eaux acides des tourbières (*Leucorrhinia*, *Nehalennia*), d'autres enfin préfèrent les eaux alcalines (*Enallagma vernale*).

Fig. 1 : Carte du Saguenay situant les différents milieux étudiés.



LEGENDE: Route pavée Route de gravier - - - - -

La région du Saguenay n'ayant jamais fait l'objet d'études approfondies sur les Odonates, nous entreprenons de 1966 à 1968, un travail en vue de réaliser un inventaire détaillé des Odonates de la région du Cap Jaseux et d'étudier quelques aspects de l'écologie de ces espèces. L'inventaire des Odonates du Cap Jaseux ayant déjà fait l'objet d'une publication (Fernet et Pilon, 1969) nous nous proposons dans ce travail de faire ressortir la faune odonatologique des milieux étudiés et plus particulièrement les espèces caractéristiques ou indicatrices de milieu.

Matériel et méthodes

Le présent travail s'est effectué de 1966 à 1968, de fin mai à début septembre. Des visites de quelques jours furent aussi faites à la fin de septembre 1967 et 1968 ainsi qu'à la fin d'octobre. Ces dernières visites n'ont donné aucun résultat. Un inventaire préliminaire fut d'abord fait et le choix des différents sites fut déterminé surtout par le nombre d'Odonates présents, les différences de végétation, la nature du fond des milieux aquatiques et la topographie de la région.

La presque totalité des spécimens furent capturés à l'aide d'un filet entomologique de 140 cm de longueur, le diamètre de l'ouverture étant de 40 cm et la profondeur du filet de 45 cm. Quelques prises proviennent de cages à émergence de 1 mètre carré à la base. Deux couples des insectes abondants furent étalés et séchés pour la collection d'insectes de l'Université de Montréal. Les autres spécimens en bon état furent placés dans des papillottes et déposés dans cette même collection.

Au cours de 1967 et 1968, nous avons analysé la teneur en oxygène, l'acidité et la dureté de l'eau à l'aide du « Test-Kit » de Hach, modèle Al-36WR.

CARACTÉRISTIQUES DES MILIEUX VISITÉS ET FAUNE ENTOMOLOGIQUE

Une région aussi étendue et variée que celle du Saguenay ne pouvait être comprise dans les cadres de notre étude, aussi nous sommes-nous limités à un secteur situé entre Chicoutimi et la baie Trinité (fig. 1). La rive nord de cette partie du fjord fut surtout explorée sur une distance dépassant rarement 10 kilomètres de la rive du Saguenay. Une seule localité de la rive sud, Laterrière, fut visitée par suite de son intérêt particulier au point de vue écologique. Fernet et Pilon (1969) ont décrit les caractéristiques de la région étudiée.

Au cours de notre travail nous avons visité 22 milieux : 11 d'entre eux furent étudiés de façon plus soutenue alors que 11 autres furent visités occasionnellement parce qu'ils présentaient un aspect intéressant soit par le type de végétation, l'altitude ou la nature de l'environnement. Nous groupons les milieux

visités sous neuf types d'habitats différents tels que proposés par Fernet et Pilon (1970), soit : type oligotrophe, eutrophe, dystrophe, lac à rives inondées, mares et délaissés, ruisseaux, rivière à cours rapide, sablières et terrains vagues.

Il est reconnu que les Odonates et certaines espèces en particulier constituent d'excellents indicateurs de la nature d'un milieu aquatique par suite d'exigences écologiques très étroites de certaines espèces (Aguesse, 1968). Robert (1958) a ainsi caractérisé le peuplement odonatologique des lacs tourbeux des hauts plateaux du Québec en distinguant des espèces caractéristiques générales, des espèces caractéristiques à distribution restreinte, des espèces secondaires, ubiquistes et accidentelles. Dans le présent travail, nous reconnaissons quatre séries d'éléments : les espèces caractéristiques, secondaires, ubiquistes et accidentelles.

Les espèces caractéristiques sont celles dont les imagos ont été capturés à 80 pour cent et plus dans un type d'habitat et sont généralement absentes des autres types. Les espèces secondaires sont celles dont 40 à 80 pour cent des imagos ont été capturés dans un type d'habitat et qui s'y reproduisent mais que l'on rencontre dans d'autres habitats. Les espèces ubiquistes sont celles dont les individus se rencontrent dans une proportion de 10 à 40 pour cent dans un type donné d'habitat et s'y reproduisent, mais colonisent aussi d'autres sites. Les espèces occasionnelles représentent enfin les espèces dont les individus ont été récoltés dans une proportion inférieure à 10 pour cent dans un habitat donné, proviennent probablement d'habitats voisins et y retournent selon toute probabilité pour s'y reproduire.

Type oligotrophe

Ces lacs profonds forment en général de grandes étendues d'eau limpide entourées de trois types de rives : des rochers escarpés presque nus, des rives sablonneuses où émergent de gros cailloux et enfin des rives où la végétation arboricole s'étend jusqu'à la nappe d'eau. La grande profondeur de ces lacs amène une stratification thermique marquée, la thermocline se situant à 5 mètres environ pour la région étudiée. L'oxygénation de l'épilimnion et de l'hypolimnion reste bonne durant tout l'été, les analyses effectuées indiquant un taux d'oxygène toujours supérieur à six parties par million. Trois lacs furent visités à intervalle irrégulier et sont les lacs Roger, Fortin et Caribou (fig. 1).

Ces lacs, pauvres en Odonates, ont peu retenu notre attention et seules quelques visites occasionnelles nous ont permis d'établir une liste des espèces autour de ces étendues d'eau. Cinq espèces de Zygoptères (tableau II) et 10 espèces d'Anisoptères (tableau III) furent ainsi capturées et forment surtout les espèces secondaires de certains autres milieux ou sont des représentants des espèces ubiquistes. La faune de ces étendues d'eau ressemble beaucoup à celle des lacs eutrophes.

Type eutrophe

Ces lacs forment des étendues d'eau de moins d'un kilomètre dans leur plus grande dimension. Une végétation arboricole s'étend jusqu'à la nappe d'eau, couvrant les rives peu escarpées sur la plus grande partie de leur périphérie. Malgré leur faible profondeur, ces lacs offrent la possibilité d'une thermocline. Ainsi, la profondeur maximum des lacs à Joseph, José et Castor atteignent 6, 10 et 11 mètres respectivement. L'oxygénation demeure bonne durant tout l'été, les analyses effectuées indiquant un taux d'oxygène toujours supérieur à 5 parties par million.

La zone littorale couvre une partie assez importante du pourtour de ces lacs. Le fond de cette zone est surtout formé de détritiques organiques en décomposition où croissent plusieurs plantes émergées (*Nuphar*, *Brasenia*, *Juncus* et *Sparganium*) et quelques plantes submergées (*Chara*, *Ericaulon*). Autour des baies à faible relief croissent des plantes ligneuses de la famille des Ericacées (*Kalmia*, *Vaccinium*, *Ledum* et *Andromeda*). Une végétation arboricole s'étend

TABLEAU I

Analyse de l'eau pour quelques milieux étudiés

Milieux	Date	Profon- deur (mètre)	Tempé- rature (c)	Oxygène (ppm)	Dureté (ppm)	Acidité (pH)
Lac à Joseph	15-VI-67	0	22	7.5	—	—
		6	10	5.5	—	—
	3-VIII-68	0	20	8.0	80	7
		6	10	5.5	140	6.5
Lac Castor	12-VII-68	0	20	8.5	60	7
		10	10	7.0	80	6.5
Lac Merlac	5-VII-67	0	25	7.0	—	—
		4	21	5.0	—	—
	25-VII-68	0	20	6.0	60	7.0
		4	18	4.5	80	6.5
Lac Sans-Nom	15-VII-68	0	23	8.0	60	6.5

TABLEAU II

Pourcentage des prises de zygoptères dans les types d'habitat étudiés

ESPÈCES	TYPES D'HABITAT									Nombre de Spécimens
	Oligotrophes	Eutrophes	Dystrophes	Lacs à rives inondées	Mares et délaiésés	Ruisseaux	Rivières	Sablières	Terrains vagues	
<i>Agrion maculatum</i>						99	1			112
<i>Lestes congener</i>			85	5	5			5		24
<i>Lestes disjunctus</i>	2	12	60	4	3	4		15		221
<i>Lestes unguiculatus</i>								100		1
<i>Chromagrion conditum</i>	3		10		7	80				29
<i>Coenagrion interrogatum</i>			92	3	5					35
<i>Coenagrion resolutum</i>		5	64	1	22	1		7		164
<i>Enallagma boreale</i>	4	9	70	11		5		1		222
<i>Enallagma ebrium</i>		93	1		6					154
<i>Enallagma hageni</i>	3	33	34		11	18		1		222
<i>Enallagma vernale</i>		97	2			1				144
<i>Ischnura verticalis</i>	4	31	35			26		4		26
<i>Nehalennia irene</i>			100							91

jusqu'à la nappe d'eau empiétant le plus souvent sur la bande d'Ericacées. Dans ce dernier cas, les essences forestières sont surtout représentées par des *Alnus*, *Betula*, *Acer*, *Picea*, *Thuya* et *Abies*.

Trois lacs ont fait l'objet d'études suivies tout au cours de notre étude, soit les lacs à Joseph, José et Castor (fig. 1). Les lacs Rouge et Nord-Sud (fig. 1) furent aussi visités occasionnellement. Le tableau I donne le résultat de l'analyse de l'eau pour les lacs à Joseph et Castor.

Ces sites se sont révélés assez riches en Odonates puisqu'ils nous ont fourni 7 espèces de Zygoptères (tableau II) et 25 espèces d'Anisoptères (tableau III) pour un grand total de 32 espèces. De ce nombre, 6 espèces sont caractéristiques, 3 espèces représentent des groupes secondaires, 12 espèces sont ubiquistes et 11 espèces accidentelles.

Trois espèces, *Gomphus borealis*, *Gomphus spicatus* et *Didymops transversa*, ne furent récoltés que dans ce type d'habitat. Robert (1963) mentionne que *D. transversa* et *G. borealis* peuvent aussi se rencontrer dans les rivières.

Type dystrophe

Les quatre lacs dystrophes visités forment de petites étendues d'eau brunnâtre toujours inférieures à 300 mètres dans leur plus grande dimension. La faible profondeur de ces nappes d'eau ne permet pas la présence d'une thermocline bien marquée. Les lacs Merlac et Gaudreault furent visités régulièrement, alors que les lacs Bête-Puante et Sans-Nom le furent occasionnellement (fig. 1). Dans le tableau I sont inscrits les résultats de l'analyse de l'eau pour les lacs Merlac et Sans-Nom. La diffusion par la surface grâce à la faible profondeur, le brassage des eaux dû à l'absence d'une thermocline marquée et l'apport d'eau limpide provenant des tributaires assurent une oxygénation supérieure à 4 parties par million. La zone littorale couvre en pratique la superficie entière de ces lacs. Plusieurs plantes émergées et algues benthiques croissent sur un fond organique de plusieurs mètres d'épaisseur comme les *Sparganium*, *Nuphar*, *Eriocaulon*, *Potamogeton* et *Chara*. Le tapis flottant se compose surtout de *Sphagnum*, *Drosera*, *Sarracenia*, *Carex*, *Juncus*, *Mentha* et *Murica*. La végétation riveraine immédiate forme une bande serrée de plantes ligneuses telles que *Kalmia*, *Ledum*, *Vaccinium* et *Andromeda*.

Ces milieux s'avèrent les plus riches en Odonates et ont fourni 36 espèces dont 11 espèces de Zygoptères (tableau II) et 25 espèces d'Anisoptères (tableau III). Parmi ces espèces, 10 se révélèrent caractéristiques du milieu, 12 secondaires, 10 ubiquistes et 4 accidentelles (tableau V). Ces dernières, souvent rivicoles, proviennent de l'émissaire ou du tributaire de ces nappes d'eau.

TABLEAU III

Pourcentage des prises d'anisoptères dans les types d'habitat étudiés

ESPÈCES	TYPES D'HABITAT									
	Oligotrophes	Eutrophes	Dystrophes	Lacs à rives inondées	Mares et délaissés	Ruisseaux	Rivières	Sablères	Terrains vagues	Nombre de Spécimens
<i>Aeshna canadensis</i>		3	80	6			1	10		70
<i>Aeshna eremita</i>	4	22	66	2	3	1	1		1	114
<i>Aeshna interrupta</i>	5	5	71	13	1			2	3	116
<i>Aeshna juncea</i>			80	10				10		22
<i>Aeshna sitchensis</i>			33	17					50	6
<i>Aeshna subarctica</i>			86					14		14
<i>Aeshna tuberculifera</i>			100							5
<i>Aeshna umbrosa</i>	5	8	40	3	7	21	3	10	3	79
<i>Basiaeshchna janata</i>						100				2
<i>Boyeria grajiana</i>						78	22			13
<i>Cordulegaster diastatops</i>		6				91			3	36
<i>Cordulegaster maculatus</i>			6		5	61	3		25	38
<i>Gomphus borealis</i>		100								24

TABLEAU III (suite)

Pourcentage des prises d'anisoptères dans les types d'habitat étudiés

ESPÈCES	TYPES D'HABITAT									
	Oligotrophes	Eutrophes	Dystrophes	Lacs à rives inondées	Mares et délaissés	Ruisseaux	Rivières	Sablières	Terrains vagues	Nombre de Spécimens
<i>Gomphus exilis</i>		85				15				6
<i>Gomphus spicatus</i>		100								10
<i>Lanthus parvulus</i>						78	22			9
<i>Ophiogomphus colubrinus</i>							100			1
<i>Ophiogomphus mainensis</i>							100			7
<i>Hagenius brevistylus</i>						100				1
<i>Cordulia shurtleffi</i>	2	36	32	1	1	3			25	93
<i>Dorocordulia libera</i>			83			17				6
<i>Helocordulia uhleri</i>						100				1
<i>Somatochlora albicincta</i>	6	42	44	6	1			1		108
<i>Somatochlora cingulata</i>	6	27	43		3	15			6	34
<i>Somatochlora elongata</i>		16	33		46			5		44
<i>Somatochlora forcipata</i>		22	22			56				9

TABLEAU III (suite)

Pourcentage des prises d'anisoptères dans les types d'habitat étudiés

ESPÈCES	TYPES D'HABITAT									
	Oligotrophes	Eutrophes	Dystrophes	Lacs à rives inondées	Mares et délaissés	Ruisseaux	Rivières	Sablières	Terrains vagues	Nombre de Spécimens
<i>Somatochlora minor</i>	2				3	95				69
<i>Somatochlora walshii</i>						100				13
<i>Somatochlora williamsoni</i>		11	11			78				9
<i>Tetragoneuria spinigera</i>		56	22			22				9
<i>Leucorrhinia glacialis</i>		8	80	8		3			1	95
<i>Leucorrhinia hudsonica</i>		16	64	16		1		3		70
<i>Leucorrhinia proxima</i>	6	37	45	6		1		4	1	99
<i>Libellula exusta julia</i>	5	59	30			2			4	99
<i>Libellula quadrimaculata</i>		17	57	3	1			17	5	59
<i>Pantala flavescens</i>		7			7			79	7	14
<i>Pantala hymenea</i>								100		
<i>Sympetrum costiferum</i>	3	3	7					86	1	57
<i>Sympetrum danae</i>		5	40	18	12	1		22	2	115
<i>Sympetrum internum</i>								100		
<i>Sympetrum obtrusum</i>		2	85	2	1			10		65
<i>Didymops transversa</i>		100								5

Robert (1958) rapporte, pour les secteurs des Laurentides moins au nord que les secteurs de l'Abitibi et du Nouveau-Québec, que les espèces caractéristiques sont représentées en outre par *N. gracilis*, *L. eurinus*, *A. tuberculifera*, *D. libera* et *N. bella*; les secteurs du Nouveau-Québec abritent par contre des espèces comme *S. albicincta*, *S. brevicincta*, *L. patricia*, *A. sitchensis* et *S. danae*. S'il est fait abstraction des espèces qui n'ont pas été rencontrées au Saguenay comme *N. gracilis*, *L. eurinus*, *N. bella*, *S. brevicincta* et *L. patricia*, les lacs dystrophes du Saguenay hébergent les mêmes espèces qui habitent plus régulièrement les lacs étudiés par Robert (1958). *L. congener*, considéré comme espèce secondaire par cet auteur s'est révélé une espèce caractéristique au Saguenay, alors que *C. resolutum*, *S. albicincta*, *C. shurtleffi*, *S. cingulata*, *L. hudsonica*, *L. proxima*, *A. sitchensis* et *S. danae*, espèces caractéristiques pour Robert (1958), se sont révélées des espèces secondaires au Saguenay. Par contre, la plupart des espèces ubiquistes de Robert (1958) se classent comme secondaires au Saguenay.

Lac à rives inondées

Sous ce titre nous incluons les lacs et les élargissements de cours d'eau qui, par suite de la construction de barrages artificiels ou par l'érection de digues de castors, forment des nappes d'eau recouvrant les anciens rivages. Le lac Barrage des Castors (fig. 1) a fait l'objet de visites occasionnelles durant les étés 1967 et 1968. Ce lac existe grâce à une digue de castors érigée depuis plus de



FIG. 2 : Vue caractéristique du lac barrage des Castors.

TABLEAU IV

La faune odonatologique des lacs eutrophes

Espèces caractéristiques	Espèces secondaires
<i>Enallagma ebrium</i> <i>Enallagma vernale</i> <i>Gomphus borealis</i> <i>Gomphus exilis</i> <i>Gomphus spicatus</i> <i>Didymops transversa</i>	<i>Somatochlora albicincta</i> <i>Tetragoneuria spinigera</i> <i>Libellula exusta julia</i>
Espèces ubiquistes	Espèces accidentelles
<i>Lestes disjunctus</i> <i>Enallagma hageni</i> <i>Ischnura verticalis</i> <i>Aeshna eremita</i> <i>Cordulia shurtleffi</i> <i>Somatochlora cingulata</i> <i>Somatochlora elongata</i> <i>Somatochlora forcipata</i> <i>Leucorrhinia hudsonica</i> <i>Leucorrhinia proxima</i> <i>Libellula quadrimaculata</i> <i>Somatochlora williamsoni</i>	<i>Coenagrion resolutum</i> <i>Enallagma boreale</i> <i>Aeshna canadensis</i> <i>Aeshna interrupta</i> <i>Aeshna umbrosa</i> <i>Cordulegaster diastatops</i> <i>Leucorrhinia glacialis</i> <i>Pantala flavescens</i> <i>Sympetrum costiferum</i> <i>Sympetrum danae</i> <i>Sympetrum obtrusum</i>

cinq ans. Cette nappe d'eau présente l'aspect d'un labyrinthe de canaux et d'îlots de végétation (fig. 2). Des Ericacées, graminées et *Carex* couvrent la rive du lac. Le fond organique assure la croissance de plantes émergées.

Ces étendues d'eau demeurent assez rares dans la région étudiée et un seul de ces lacs fut visité occasionnellement. Les visites espacées ne permettent pas une analyse quantitative des espèces rencontrées. Au total, 19 espèces furent récoltées dans ce type d'habitat et cette faune se rapproche beaucoup de celle des milieux dystrophes.

TABLEAU V
La faune odonatologique des lacs dystrophes

Espèces caractéristiques	Espèces secondaires
<i>Lestes congener</i> <i>Coenagrion interrogatum</i> <i>Nehalennia irene</i> <i>Aeshna canadensis</i> <i>Aeshna juncea</i> <i>Aeshna subarctica</i> <i>Aeshna tuberculifera</i> <i>Dorocordulia libera</i> <i>Leucorrhinia glacialis</i> <i>Sympetrum obtrusum</i>	<i>Lestes disjunctus</i> <i>Coenagrion resolutum</i> <i>Enallagma boreale</i> <i>Aeshna eremita</i> <i>Aeshna interrupta</i> <i>Aeshna umbrosa</i> <i>Somatochlora albicincta</i> <i>Somatochlora cingulata</i> <i>Leucorrhinia hudsonica</i> <i>Leucorrhinia proxima</i> <i>Libellula quadrimaculata</i> <i>Sympetrum danae</i>
Espèces ubiquistes	Espèces accidentelles
<i>Chromagrion conditum</i> <i>Enallagma hageni</i> <i>Ischnura verticalis</i> <i>Aeshna sitchensis</i> <i>Cordulia shurtleffi</i> <i>Somatochlora elongata</i> <i>Somatochlora forcipata</i> <i>Somatochlora williamsoni</i> <i>Tetragoneuria spinigera</i> <i>Libellula exusta julia</i>	<i>Enallagma ebrium</i> <i>Enallagma vernale</i> <i>Cordulegaster maculatus</i> <i>Sympetrum costiferum</i>

Mares et délaissés

La construction récente de la route Chicoutimi-Tadoussac longeant la rivière Sainte-Marguerite a nécessité à plusieurs endroits le détournement de ce cours d'eau. Plusieurs mares d'eau stagnante de moins d'un mètre de profondeur furent ainsi créées. Les délaissés diffèrent beaucoup les uns des autres ; le

fond peut être sablonneux, rocheux ou organique ; les rives présentent toute la gamme des environnements possibles : rives sablonneuses, rocheuses, herbacées et même marécageuses.

La diversité des milieux a permis la capture de 20 espèces différentes au cours de visites occasionnelles et la faune des milieux étudiés se rapproche de celle des types d'habitat dystrophe. *S. elongata* est l'espèce la plus fréquente dans ces milieux.

Petits ruisseaux

Ces petits cours d'eau sont de plusieurs types suivant la couverture, la nature du fond et la dénivellation du terrain. Chez certains, comme le tributaire et l'émissaire du lac Merlac, complètement à couvert en raison d'une végétation arborescente, coule une eau fraîche et torrentueuse sur un fond de

TABLEAU VI

La faune odonatologique des petits ruisseaux

Espèces caractéristiques	Espèces secondaires
<i>Agrion maculatum</i> <i>Chromagrion conditum</i> <i>Cordulegaster diastatops</i> <i>Somatochlora minor</i> <i>Somatochlora walshii</i>	<i>Boyeria grafiana</i> <i>Cordulegaster maculatus</i> <i>Lanthus parvulus</i> <i>Somatochlora forcipata</i> <i>Somatochlora williamsoni</i>
Espèces ubiquistes	Espèces accidentelles
<i>Enallagma hageni</i> <i>Ischnura verticalis</i> <i>Aeshna umbrosa</i> <i>Gomphus exilis</i> <i>Dorocordulia libera</i> <i>Tetragoneuria spinigera</i> <i>Somatochlora cingulata</i>	<i>Lestes disjunctus</i> <i>Coenagrion resolutum</i> <i>Enallagma boreale</i> <i>Enallagma vernale</i> <i>Aeshna eremita</i> <i>Cordulia shurtleffi</i> <i>Leucorrhinia glacialis</i> <i>Leucorrhinia hudsonica</i> <i>Leucorrhinia proxima</i> <i>Libellula exusta julia</i> <i>Sypetrum danae</i>

cailloux ou de sable. Certains autres comme l'émissaire du lac José voient des portions de leurs cours atteintes par le soleil ; ils ont un cours lent et possèdent un fond organique à plusieurs endroits. D'autres comme l'émissaire du lac Castor coulent à découvert sur un fond sablonneux dans une partie de leur cours et dans des zones marécageuses pour certaines autres parties. D'autres enfin comme le tributaire du lac Gaudreault coulent complètement à découvert dans d'anciens terrains cultivés.

Les ruisseaux étudiés sont tous des tributaires ou des émissaires de lacs. Ces milieux ont fait l'objet d'études particulières et 31 espèces ont été rapportées de ces milieux dont 5 espèces caractéristiques, 5 secondaires, 7 ubiquistes et 11 espèces accidentelles (tableau VI). Les espèces caractéristiques des petits ruisseaux du Saguenay correspondent très bien dans leurs préférences écologiques à celles décrites par Robert (1958) pour ces mêmes espèces dans l'ensemble du territoire québécois. Trois des 5 espèces considérées comme secondaires, *B. grafiana*, *L. parvulus* et *S. williamsoni*, sont presque des espèces caractéristiques et les deux dernières espèces sont d'ailleurs reconnues par Robert (1963) comme des espèces de ruisseaux. Les individus de *L. parvulus* furent tous récoltés dans des endroits semblables dans les ruisseaux et les rivières soit au bas de chutes. Enfin, il faut ajouter à la faune des petits ruisseaux, *Hagenius brevistylus*, *Baisiaeschna janata* et *Helocordulia uhleri*, espèces capturées à un seul exemplaire dans l'émissaire du lac José.

Rivières à cours torrentueux

Toutes les rivières visitées et celles de la région en général appartiennent à ce type car les pentes escarpées de la vallée glaciaire du Saguenay donnent un aspect similaire à tous les cours d'eau d'importance assez grande. Les rives sont en général escarpées et couvertes d'arbres. Le fond est en général sablonneux à certains endroits tranquilles et rocheux dans les autres parties du cours de ces rivières. La rivière Pelletier fut visitée au cours de ce travail (fig. 3).

Ces sites, pauvres en Odonates, furent visités à plusieurs reprises. Le nombre d'espèces et d'individus capturés est peu nombreux, mais caractéristique de ces types d'habitats. Au total, 9 espèces y furent rencontrées ; deux espèces sont caractéristiques : *Ophiogomphus mainensis* et *O. colubrinus* quoique ce dernier ne fut capturé qu'à un seul exemplaire. *L. parvulus* et *B. grafiana* sont les deux seules espèces secondaires rencontrées alors que 5 espèces sont accidentelles : *Agrion maculatum*, *Aeshna canadensis*, *Aeshna eremita*, *Aeshna umbrosa* et *Cordulegaster maculatus*.

Sablères

La vallée glaciaire du Saguenay a déjà été envahie par les eaux de la mer Champlain (Blanchard 1933). Ce phénomène géologique a entraîné la formation de terrasses en grande partie constituées de sable. Ces dépôts sablonneux



FIG. 3 : Portion de la rivière Pelletier.



FIG. 4 : Vue d'une partie de la sablière de St-Fulgence.

ont été couramment utilisés durant ces dernières années pour la construction des routes de cette région. Comme ces terrasses, ordinairement entourées de collines rocheuses, ont un niveau hydrostatique assez près de la surface il s'ensuit qu'une excavation de quelques mètres suffit à former une étendue d'eau permanente.

Les sablières de la région sont de deux types : certaines, situées en plein champ, ne sont que des étendues d'eau d'une vingtaine de mètres de diamètre ; d'autres beaucoup plus étendues ne possèdent qu'un ou deux points recouverts d'eau en permanence. Nous avons porté notre attention sur le deuxième type de sablière. La profondeur des nappes d'eau varie de un à deux mètres au cours de la période estivale. Ces excavations donnent trois types de milieux écologiques distincts : rives humides recouvertes de quelques centimètres de matières organiques où croissent arbustes et plantes aquatiques, rives sèches et sablonneuses où une végétation arboricole hésitante s'établit lentement, rives sablonneuses recouvertes de quelques centimètres de limon où l'eau demeure toute l'année (fig. 4). De minces filets d'eau unissent les rives humides aux étendues d'eau permanentes. Les sablières de Laterrière et de Saint-Fulgence ont retenu notre attention au cours de ce travail.

Les deux sablières visitées présentent un aspect assez semblable : les points d'eau sont permanents et ils sont réunis par de petits ruisselets alors que les parties humides de la sablière sont couvertes d'un forte végétation herbacée.

La faune de ces sites artificiels est composée d'espèces que l'on ne retrouve pas toujours dans les autres types d'habitat. Ces endroits sont au Saguenay surtout colonisés par les *Sympetrum*, *Lestes*, *Libellula*, *Coenagrion* et *Pantala*. Au total, 23 espèces y furent capturées, dont 5 espèces caractéristiques, 7 secondaires, une ubiquiste et 10 espèces accidentelles (tableau VII). La prise d'un imago de *P. hymenea* constituait une première mention pour le Québec (Fernet et Pilon, 1968).

Terrains vagues

Sous ce vocable sont réunis plusieurs milieux différents : clairières, terrasses déboisées, champs cultivés abandonnés actuellement, champs en culture et chemins éloignés des lacs et ruisseaux. Ces sites disparates, de localiation très diversifié, ont en commun leur éloignement de l'eau douce.

Ces milieux possèdent peu de représentants d'Odonates. On y rencontre surtout des femelles. Parmi les 15 espèces capturées (tableaux II et III), seulement 4 espèces furent rapportées en plusieurs exemplaires : *Cordulegaster maculatus*, *Aeshna interrupta*, *Aeshna sitchensis* et *Cordulia shurtleffi*. La faune des terrains vagues n'est donc pas caractérisée, mais se compose d'espèces de passage.

TABLEAU VII

La faune odonatologique des sablières

Espèces caractéristiques	Espèce ubiquiste
<i>Pantala flavescens</i> <i>Pantala hymenea</i> <i>Sympetrum costiferum</i> <i>Sympetrum internum</i> <i>Lestes unguiculatus</i>	<i>Lestes disjunctus</i>
Espèces secondaires	Espèces accidentelles
<i>Aeshna canadensis</i> <i>Aeshna juncea</i> <i>Aeshna subarctica</i> <i>Aeshna umbrosa</i> <i>Libellula quadrimaculata</i> <i>Sympetrum danae</i> <i>Sympetrum obtusum</i>	<i>Lestes congener</i> <i>Coenagrion resolutum</i> <i>Enallagma boreale</i> <i>Enallagma hageni</i> <i>Ischnura verticalis</i> <i>Somatochlora albicincta</i> <i>Somatochlora elongata</i> <i>Leucorrhinia hudsonica</i> <i>Leucorrhinia proxima</i> <i>Aeshna interrupta</i>

Conclusion

Les Odonates peuvent servir d'indicateurs de la nature du milieu parce que cette caractéristique est souvent reliée aux exigences de la longue vie larvaire de ces espèces. Pour cette raison, nous nous sommes proposés de faire ressortir la faune odonatologique de 9 types d'habitat. Pour ce faire, nous avons divisé la faune de chacun des habitats en quatre séries d'éléments : espèces caractéristiques, secondaires, ubiquistes et accidentelles.

Six espèces caractérisent les milieux eutrophes du Saguenay, *Enallagma ebrium*, *E. vernale*, *Gomphus borealis*, *G. exilis*, *G. spicatus* et *Didymops transversa*. Trois de ces espèces, *G. borealis*, *G. spicatus* et *D. transversa* ne furent récoltés que dans ce type d'habitat.

La faune particulière des milieux dystrophes se compose des 10 espèces suivantes : *Lestes congener*, *Coenagrion interrogatum*, *Nehalennia irene*, *Aeshna canadensis*, *A. juncea*, *A. subarctica*, *A. tuberculifera*, *Dorocordulia libera*, *Leucorrhinia glacialis* et *Sympetrum obtrusum*. Dans un travail antérieur au nôtre, Robert (1958) énumère en autres espèces caractéristiques *C. interrogatum*, *N. irene*, *A. subarctica*, *A. tuberculifera*, *D. libera* et *L. glacialis*.

Cinq espèces forment la faune particulière des petits ruisseaux ; *Agrion maculatum*, *Chromagrion conditum*, *Cordulegaster diastatops*, *Somatochlora minor* et *S. walshii*. Il faudrait ajouter aussi une espèce capturée à un seul exemplaire, *Hagenius brevistylus*. D'après Robert (1958), cette dernière espèce habite les rivières à courant plus ou moins rapide et les lacs formés sur leur parcours. Les rivières d'autre part, se caractérisent surtout en hébergeant principalement *Ophiogomphus mainensis* et *O. colubrinus*.

La faune particulière des sablières se compose de *Pantala flavescens*, *P. hymenea*, *Sympetrum costiferum*, *S. internum* et *Lester unguiculatus*. *L. unguiculatus*, *L. internum* et *P. hymenea* ne furent récoltés que dans ce type d'habitat. Les sablières représentent des sites artificiels bien particuliers, ce qui expliquerait que la proportion d'espèces colonisant ces sites, mais que l'on ne rencontre pas dans d'autres habitats, soit plus forte.

Quatre types d'habitats n'ont pu être caractérisés. Les milieux oligotrophes n'ont pas fait l'objet d'études suivies et les résultats obtenus indiquent simplement que cette faune ressemble beaucoup à celle des milieux eutrophes. Il en est de même des lacs à rives inondées qui, en fait, étaient assez rares dans la région étudiée. Les indications que l'on peut faire ressortir des récoltes obtenues sont que cette faune se rapproche de celle des milieux dystrophes. Les mares et délaissés étaient beaucoup plus diversifiés que les trois types d'habitat précédents, mais une seule espèce se révèle plus importante que les autres, *Somatochlora elongata*. Il faut dire que la route le long de laquelle se situaient surtout ces sites est de construction récente.

Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur gratitude aux responsables du Camp des Jeunes Explorateurs pour les facilités qu'ils ont bien voulu mettre à notre disposition. Ce travail est extrait d'un mémoire de maîtrise présenté à la Faculté des Sciences de l'Université de Montréal ; il a été rendu possible grâce à l'aide financière du Conseil National des Recherches du Canada.

Références

- AGUESSE, P., 1968. Les Odonates de l'Europe occidentale, du nord de l'Afrique et des îles Atlantiques. Masson et Cie, Par., 255 pp.

- BLANCHARD, R., 1933. Études canadiennes, 1ère partie : IV. Le Saguenay et le lac St-Jean. *Revue Géogr. alp.* **21** (1) : 5-174.
- FERNET, L. et J.G. PILON, 1968. *Pantala hymenea* Say. (Odonata : Libellulidae) au Québec. *Naturaliste can.* **95**: 767-771.
- FERNET, L. et J.G. PILON, 1969. Inventaire des Odonates de la région du Cap Jaseux, Saguenay. *Ann. Soc. ent. Québ.*, **14**: 85-102.
- FERNET, L. et J.G. PILON, 1970. Inventaire préliminaire des Odonates de la Gaspésie. *Phytoprotection* (sous-presse).
- ROBERT, A., 1939. Notes sur les Odonates de Nominigüe. *Naturaliste can.* **66**: 47-64.
- ROBERT, A., 1944. Premier aperçu sur les Odonates du comté d'Abitibi. *Naturaliste can.* **71**: 149-171.
- ROBERT, A., 1953. Les Odonates du parc du Mont-Tremblant. *Can. Ent.* **85**: 316-339.
- ROBERT, A., 1958. Peuplement odonatologique des lacs tourbeux des hauts plateaux de la Province de Québec. *Proc. 10th Int. Cong. Ent.*: 757-760.
- ROBERT, A., 1960. La faune odonatologique de la tête des eaux de la Diable (parc du Mont Tremblant). *Verh. XI Int. Kongr. Ent. Wien* : 285-287.
- ROBERT, A., 1963. Les libellules du Québec. *Bull. Serv. faune Québ.*, **1**: 223 pp.
- TROTTIER, R., 1966. The emergence and sex ratio of *Anax junius* Dury in Canada. *Can. Ent.* **98**: 794-798.

ADDITION D'UN ANTITURBULENT À LA POMPE À PLANCTON

JEAN-GUY BERNARD et ROBERT LAGUEUX

Département de Biologie, Faculté des Sciences,
Université Laval, Québec.

Résumé

Un dispositif antiturbulent est ajouté à l'extrémité de prise d'une pompe à plancton dans le but de réduire l'effet du courant de succion sur l'échantillonnage. Les résultats obtenus avec ce dispositif sont comparés avec ceux obtenus avec la pompe sans antiturbulent et avec la trappe standard Clarke-Juday. Pour le genre *Cyclops*, il n'existe pas de différence appréciable entre la pompe avec ou sans antiturbulent, mais dans les deux cas, la trappe est plus efficace. Dans le cas de *Diaptomus*, l'addition d'un antiturbulent réduit encore l'efficacité de la pompe qui est déjà inférieure à la trappe. Pour *Daphnia*, la pompe avec antiturbulent est nettement supérieure à la pompe sans antiturbulent, et se compare avantageusement à la trappe standard.

Abstract

An antiturbulent device is added to a Plankton-Pump System, in order to reduce the error induced by the suction current. The results obtained with this new device are compared with those obtained with a regular pump and with the standard Clarke-Juday trap. For *Cyclops*, there is no appreciable difference between the pump with or without the antiturbulent, but both systems are less effective than the standard trap. For *Diaptomus*, the addition of an antiturbulent still reduces the effectiveness of the pump if compared with the trap. However, for *Daphnia*, the pump with an antiturbulent is far more effective than the pump alone, and is highly comparable with the Standard trap.

Introduction

Le choix d'un appareil d'échantillonnage pratique et efficace est le premier problème qui se présente à celui qui se propose de suivre l'évolution d'une population planctonique. La méthode qu'il utilise doit lui permettre, en comparant les divers échantillons prélevés, de déceler les variations multiples et rapides de sa population.

Contribution no : 69, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec.

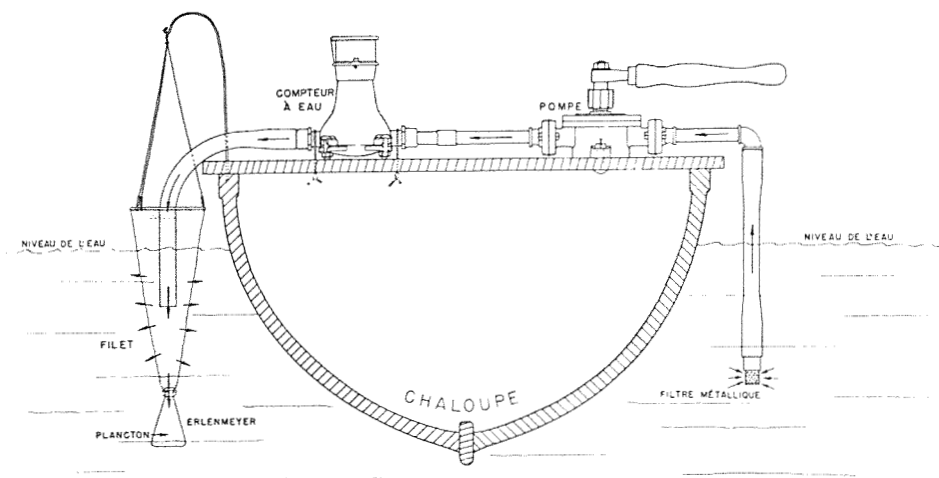


FIG. 1 : Coupe schématique de l'appareil d'échantillonnage (Lanouette, 1946).

L'utilisation de la pompe pour prélever des échantillons de plancton remonte, selon Omaly (1966), à Kofoid en 1897. Birge et Juday (1922) en répandent l'usage ; Lanouette (1946) et Bogorov (dans Omaly 1966) perfectionnent le système en introduisant un débitmètre dans le circuit. On obtient ainsi un système avantageux pour la récolte d'échantillons volumineux, et pour l'étude de la distribution verticale : le volume d'eau filtré peut être mesuré avec précision ; le point d'échantillonnage peut être repéré avec exactitude ; la manipulation de cet appareillage est plus facile que celle de la trappe qui, malgré sa précision (Ricker 1938 ; Kraatz, 1940 ; Omaly, 1966), demeure un outil fort encombrant sur le terrain.

La plus sérieuse erreur que l'on puisse attribuer à la pompe (Birge et Juday, 1922 ; Lanouette, 1946 ; Langford, 1953) est causée par l'irrégularité de la vitesse de pompage et par le courant de succion créé au niveau d'échantillonnage. Certains crustacés plus actifs seraient influencés par le courant ainsi créé, et développeraient un rhéotropisme positif ou négatif. Leur abondance relative dans l'échantillon serait donc affectée par ce facteur et ne serait plus représentative de la population échantillonnée. Selon Lanouette (1946) et Langford (1953), la pompe serait peu efficace pour attraper les crustacés des genres *Diaptomus* et *Daphnia*, mais les nauplii et les espèces du genre *Cyclops* seraient plus facilement captées.

Au cours de travaux sur le plancton, que nous avons effectués au lac Bédard, Forêt Montmorency, Québec, durant les années 1967 et 1968, nous avons utilisé la pompe à plancton, telle que décrite par Lanouette (1946). Nous avons voulu standardiser cet appareillage avec la trappe standard, et de plus, nous avons ajouté un dispositif antiturbulent (fig. 1 et fig. 2) dont nous avons

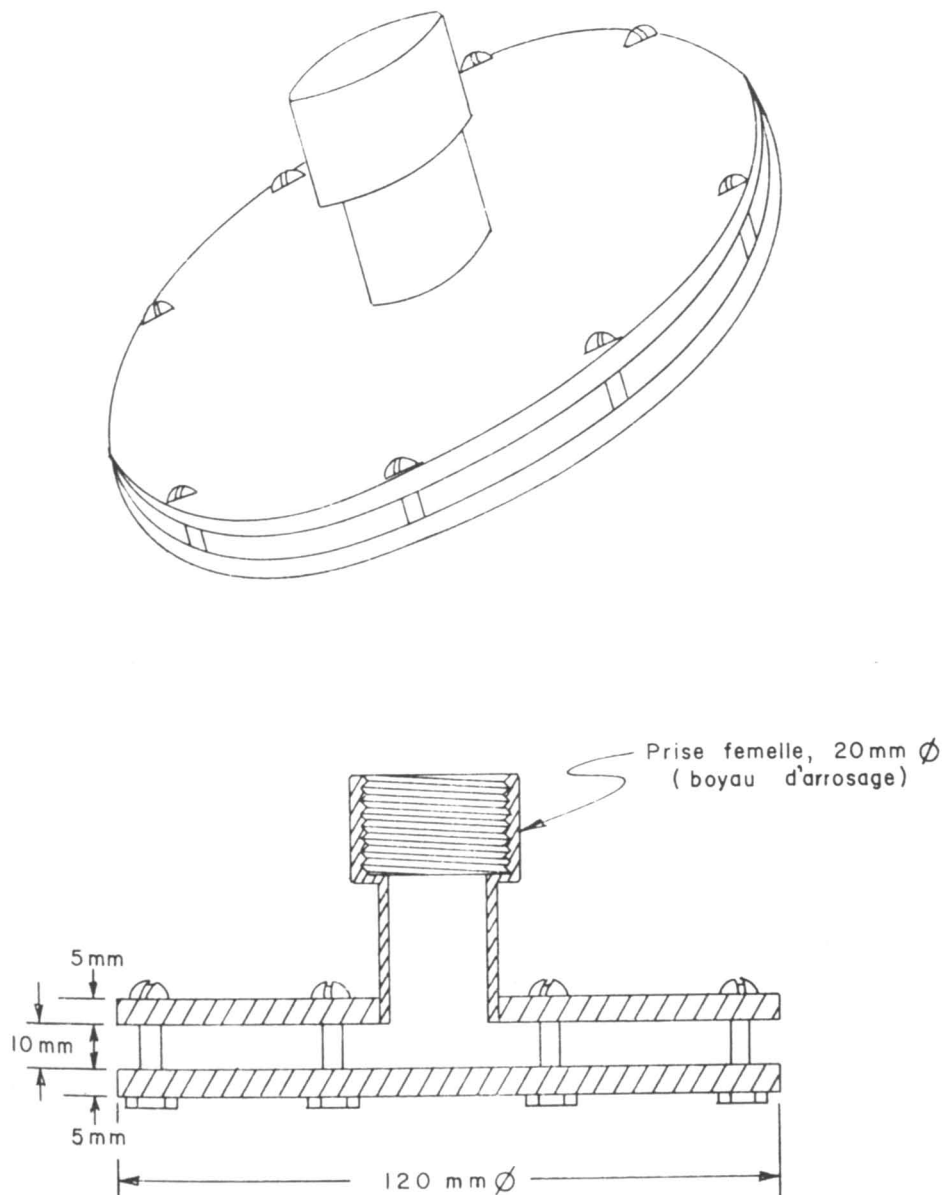


Fig. 2 : Antiturbulent, vue extérieure et vue en coupe.

voulu vérifier l'efficacité. En plus de servir de lest au tuyau de prise et d'assurer la position de prise, nous espérons que cet antiturbulent réduirait le courant de suction en le répartissant sur une plus grande surface.

Dans ce travail, nous comparons les résultats obtenus avec la pompe à plancton, avec ou sans antiturbulent, et la trappe standard Clarke-Juday.

Matériel et méthodes

Appareils comparés

1. Trappe standard Clarke-Juday, 10 l.
2. Pompe à plancton telle que décrite par Lanouette (1946). La seule modification apportée à ce système est que le tuyau de prise a été coupé en sections de raccordement de un mètre, pour permettre un ajustement rapide à différentes profondeurs de prise et que nous avons enlevé le filtre métallique (fig. 1).
3. Pompe à plancton telle que décrite, additionnée d'un antiturbulent. Voir description de l'antiturbulent (fig. 2).

Échantillonnage

1. Nous avons prélevé des séries de trois (3) échantillons subséquents (150, 100 et 50 l) entre le 8 et le 23 août 1967 à un (1) mètre de profondeur et à dix (10) stations différentes pour déterminer l'effet du volume de l'échantillon sur la précision des résultats.
2. Nous avons aussi prélevé dix (10) autres séries de trois (3) échantillons à un (1) mètre de profondeur (7 et 8 août 1967) avec la trappe standard (10 l), la pompe sans antiturbulent (50 l) et la pompe avec antiturbulent (50 l), ceci à différentes stations, dans le but de comparer l'efficacité relative de ces trois appareils.

Analyse des échantillons

1. Nous avons mesuré le volume total de plancton dans des tubes à centrifuge après 24 heures de sédimentation et nous avons extrapolé les résultats à 100 litres d'eau filtrée.
2. Après avoir ajusté ces mêmes échantillons à 50 ou 100 ml, nous avons effectué les comptages de cladocères et de copépodes de dix (10) aliquotes de 1 ml, prélevés avec une pipette du type Stempel. Les valeurs obtenues pour chaque espèce ont été extrapolées au litre d'eau filtrée.

Résultats

Précision des comptages

Nous utilisons comme valeur représentative de la population échantillonnée la moyenne des comptages de dix (10) aliquotes que nous ramenons à un (1) litre d'eau filtrée sur le terrain. Pour savoir quel était approximativement le degré de précision de cette méthode, nous avons, sur un échantillon de 50 litres d'eau filtrée ramené à 100 ml, calculé l'erreur standard de la

TABLEAU I

Comptages de dix (10) aliquotes de 1 ml : moyenne (M), erreur standard (σ), et erreur standard de la moyenne (σm)

Espèce	M	σ	σm
<i>Bosmina longirostris</i>	14.0	3.13	0.99
<i>Daphnia catawba</i>	9.9	2.21	0.69
<i>Holopedium gibberum</i>	8.7	2.96	0.93
<i>Diaptomus minutus</i>	6.8	2.08	0.65
<i>Cyclops</i> sp.	3.7	1.9	0.60
Nauplii de <i>Cyclops</i> et de <i>Diaptomus</i>	5.6	2.45	0.77

moyenne (tableau 1). Les valeurs obtenues vont de 0.6 dans le cas de *Cyclops* sp. à 0.99 pour *Bosmina longirostris*. Ces valeurs représentent un pourcentage d'erreur de 6.9 à 16.2%. Ces erreurs sont considérées comme acceptables dans les études sur le plancton.

Volume de l'échantillon prélevé sur le terrain

Il est évident que la précision de l'évaluation de la population de plancton dépend du volume de l'échantillon prélevé. Lanouette (1946) avait arbitrairement choisi de filtrer 150 litres ; la trappe standard de Clarke et Juday, elle, prélève 10 litres. Nous avons donc cherché à savoir jusqu'à quel point, à l'intérieur de ces limites, des échantillons de volumes différents provenant d'une même population pouvaient varier et donner des résultats différents. L'analyse de la variance appliquée aux comptages de dix (10) séries de 50, 100 et 150 litres, n'a donné aucune différence significative, même au seuil de 5% pour ce qui est volume total du plancton ramené à 100 litres d'eau filtrée, et du nombre d'individus au litre de chaque espèce présente. Le tableau II donne des valeurs de « F » calculées pour ces dix (10) séries d'échantillons. Trois échantillons subséquents de 150, 100 et 50 litres ne diffèrent donc pas entre eux de façon significative et nous nous sommes cru autorisés d'accepter l'échantillon de 50 litres.

Comparaison des trois appareils

Les résultats obtenus à partir des trois appareils ne diffèrent pas entre eux de façon significative pour ce qui a trait au volume total du plancton (tableau III) et au nombre de *Bosmina longirostris*, d'*Holopedium gibberum* et de nauplii. Par ailleurs, des différences significatives au seuil de 5% se rencontrent

TABLEAU II

Comparaison des échantillons de 50, 100 et 150 litres d'eau filtrée: analyse de variance. Valeurs de « F » calculées et tabulées à 95 et 99% de probabilité pour le volume total de plancton dans 100 litres et pour le nombre d'individus au litre de chacune des espèces présentes.

	« F » calculé	« F » tabulé	
		95%	99%
Volume total de plancton	3.06	3.55	6.01
<i>Bosmina longirostris</i>	0.73	3.55	6.01
<i>Daphnia catawba</i>	1.46	3.55	6.01
<i>Holopedium gibberum</i>	0.55	3.55	6.01
<i>Diaptomus minutus</i>	0.01	3.55	6.01
<i>Cyclops</i> sp.	1.19	3.55	6.01
Nauplii (<i>Cyclops</i> et <i>Diaptomus</i>)	0.03	3.55	6.01

N.D.L. : $(K-1) = 2$, $(K-1)(n-1) = 18$.

TABLEAU III

Comparaison trappe, pompe sans antiturbulent, pompe avec antiturbulent : analyse de variance. Valeurs de « F » calculées et tabulées à 95 et 99% de probabilité pour le volume total de plancton dans 100 litres d'eau filtrée, et pour le nombre d'individus au litre de chaque espèce.

	« F » calculé	« F » tabulé	
		95%	99%
Volume total de plancton	0.52	3.55	6.01
<i>Bosmina longirostris</i>	2.16	3.55	6.01
<i>Daphnia catawba</i>	5.95	3.55	6.01
<i>Holopedium gibberum</i>	0.43	3.55	6.01
<i>Diaptomus minutus</i>	28.98	3.55	6.01
<i>Cyclops</i> sp.	4.87	3.55	6.01
Nauplii (<i>Cyclops</i> et <i>Diaptomus</i>)	1.88	3.55	6.01

N.D.L. : $(K-1) = 2$, $(K-1)(n-1) = 18$.

TABLEAU IV

Comparaison de la trappe et de la pompe avec antiturbulent ; de la trappe et de la pompe sans antiturbulent ; différence des moyennes.

Valeurs de « t » calculées.

	Valeurs de « t » trappe, pompe + antiturbulent	Valeurs de « t » trappe, pompe sans antiturbulent
<i>Diaptomus minutus</i> / 1	6.4 xxx	5.45 xxx
<i>Daphnia catawba</i> / 1	0.25 x	2.25 xx
<i>Cyclops</i> sp. / 1	2.82 xx	2.83 xx

xxx : significatif au seuil de 1%

xx : significatif au seuil de 5%

x : non significatif

(N.D.L. : 18)

TABLEAU V

Nombre d'individus par litre (1) d'eau filtrée capturés au moyen de la trappe, de la pompe avec antiturbulent et de la pompe sans antiturbulent.

Espèce	trappe	pompe avec antiturbulent	pompe sans antiturbulent
<i>Diaptomus minutus</i> / 1	44.7	15.3	25.1
<i>Daphnia catawba</i> / 1	21.9	21.2	8.4
<i>Cyclops</i> sp. / 1	5.1	3.7	3.8

entre les nombres de *Daphnia catawba* et *Cyclops* sp., et au seuil de 1% dans le cas de *Diaptomus minutus*.

Nous avons donc repris les valeurs obtenues pour ces trois groupes et nous avons comparé les valeurs obtenues au moyen de la pompe munie d'antiturbulent et sans antiturbulent avec celles obtenues au moyen de la trappe. Le tableau IV donne les valeurs de « t » calculées pour les différents cas.

Il n'y a pas de différence significative dans le cas de *Daphnia catawba* échantillonnée avec la trappe ou avec la pompe munie d'antiturbulent ; par

ailleurs, avec la trappe et la pompe sans antiturbulent, la différence devient significative au seuil de 5%. Les valeurs obtenues avec l'antiturbulent seraient donc comparables à celles qu'on obtient au moyen de la trappe. Cette comparaison ne peut être soutenue entre la pompe sans antiturbulent et la trappe.

Tel n'est pas le cas pour *Diaptomus minutus* : les valeurs avec ou sans antiturbulent diffèrent ici au seuil de 1% de celles qu'on obtient avec la trappe. Enfin, dans le cas de *Cyclops* sp. le nombre d'individus récoltés est faible et on rencontre des différences significatives au seuil de 5% entre les valeurs obtenues avec la trappe et celles obtenues avec les deux autres appareils.

Le tableau V donne le nombre d'individus (par litre d'eau filtrée) capturés par les trois méthodes. Dans le cas de *Daphnia catawba*, la trappe et la pompe munie d'antiturbulent donnent des résultats semblables, alors que la pompe sans antiturbulent donne une valeur beaucoup plus faible (8.4, ce qui représente 38.3% des individus capturés au moyen de la trappe). *Cyclops* sp. et *Diaptomus minutus* sont différents : les valeurs de 3.5 et 3.8 rencontrées pour *Cyclops* sp. échantillonné avec la pompe avec ou sans antiturbulent représentent environ 70% des valeurs que nous donne la trappe. Pour *Diaptomus minutus*, tandis que la trappe capture 44.7 individus au litre, la pompe sans antiturbulent en capture 25.1 et la pompe avec antiturbulent, seulement 15.3, ce qui correspond à des pourcentages de 56.1 et 34.2% du nombre d'individus capturés par la trappe. L'utilisation de l'antiturbulent réduit donc ici encore l'efficacité de la pompe.

Conclusions

En considérant la trappe Clarke-Juday comme un instrument standard qui donnerait le prélèvement le plus exact, on peut admettre que :

1. Pour le volume total du plancton, la pompe donne des résultats comparables à la trappe ;

2. Il en est de même pour le nombre de *Bosmina longirostris*, d'*Holopedium gibberum* et de nauplii (on ne fait pas ici de distinction entre les nauplii de *Cyclops* et de *Diaptomus*) ;

3. Avec l'antiturbulent, on obtient des valeurs comparables entre la trappe et la pompe pour *Daphnia catawba* ;

4. Sans antiturbulent, l'efficacité de la pompe pour la capture de cette espèce est cependant réduite de façon significative ;

5. Dans le cas de *Cyclops* sp. la pompe avec ou sans antiturbulent ne donne pas de différences appréciables, mais dans les deux cas, la trappe est plus efficace ;

6. *Diaptomus minutus* pour sa part est plus difficile à échantillonner avec la pompe qu'avec la trappe, et l'utilisation d'un antiturbulent réduit encore l'efficacité de la pompe.

Sauf dans le cas de *Diaptomus minutus* et de *Cyclops* sp. l'utilisation de la pompe, munie d'un antiturbulent est donc comparable à l'utilisation de la trappe ; dans le cas de *Daphnia catawba* elle est de beaucoup supérieure à l'utilisation de la pompe sans antiturbulent.

Remerciements

Nous désirons remercier le Conseil National des Recherches du Canada dont les octrois ont permis la réalisation de ce travail et les autorités de la Forêt Montmorency de l'Université Laval qui ont mis à notre disposition leurs locaux et leur personnel.

Références

- BIRGE, E. A. and C. JUDAY, 1922. The inland lakes of Wisconsin. The plankton, its quantity and composition. *Bull. Wis. geol. nat. Hist. Surv.*, **64**: 222 p.
- KRAATZ, W. C., 1940. A comparison of plankton counts from the trap-net and water bottle centrifuge techniques. *Ohio J. Sci.*, **40**(3): 151-161.
- LANGFORD, R. R., 1953. Methods of plankton collection and description of a new sampler. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **10**(5): 238-252.
- LANOUILLE, C., 1946. Le plancton du lac Horatio-Walker, Parc des Laurentides, Étude quantitative et qualitative. Thèse de Maîtrise, Univ. Montréal.
- OMALY, N., 1966. Moyens de prélèvement du zooplancton : essai historique et critique. *Pelagos*, **5**: 1-169.
- RICKER, W. E., 1938. On adequate quantitative sampling of the pelagic net plankton of lake. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **4**(1): 19-32.

ÉTUDES SUR LES *SOLIDAGO*. XI.

Caryotypes additionnels de taxons du genre *Solidago* L.

JEAN R. BEAUDRY,

Département des Sciences biologiques,
Université de Montréal.

Résumé

L'auteur présente une analyse des caryotypes de 28 taxons du genre *Solidago*, (*sensu stricto*) portant ainsi à 41 le nombre des taxons de ce genre dont les caryotypes ont été étudiés.

Les *Solidago* sont caractérisés par des chromosomes asymétriques, mais dont les bras ne sont jamais très inégaux : dont la longueur décroît le plus souvent graduellement du plus long au plus court ; dont le plus court a une longueur qui dépasse presque toujours la moitié de la longueur du plus long ; dont généralement l'un ou parfois deux, qui comptent parmi les plus longs, portent une constriction secondaire.

Les caryotypes des *Solidago* sont d'une très grande uniformité que seules les variations numériques viennent briser. La variation autre que numérique observée d'un taxon à l'autre est si faible qu'elle ne peut aider à déceler les taxons diploïdes affins et à déterminer des liens phylogénétiques entre des diploïdes et certains polyploïdes.

Le facies chromosomique du genre *Solidago* est aussi l'apanage de certains autres genres d'Astérées. L'ensemble des caractères qui constituent ce facies possède une valeur sélective positive, tel qu'exprimé par la vaste extension de ce facies chez les Astérées. D'autres groupes de Composées ont cependant un facies bien différent et il semble de plus en plus évident que c'est surtout au niveau des subdivisions majeures de cette famille que l'analyse des caryotypes fournira des caractères d'importance taxonomique.

Le *S. Bartramiana* Fern. est réduit au rang de variété du *S. canadensis* L. et l'auteur le désigne : *S. canadensis* var. **BARTRAMIANA** (Fern.) *stat. & comb. nov.*

Abstract

The author presents an analysis of the karyotypes of 28 taxa of the genus *Solidago* (*sensu stricto*), bringing to 41 the number of taxa of this genus, the karyotypes of which have been studied.

The plants of the genus *Solidago* are characterized by asymmetrical chromosomes, the arms of which are never very unequal. Within each karyotype the length of the chromosomes generally decreases gradually

from the longest to the shortest. The length of the shortest is nearly always more than half that of the longest. Usually one or sometimes two of the longest chromosomes bear a secondary constriction.

The karyotypes of *Solidago* are highly uniform, if numerical variation is excluded. Variation, other than numerical, from one taxon to the other, is so weak that it cannot help to detect related diploid taxa or to determine phylogenetical relationships between diploids and certain polyploids.

The chromosome facies of the genus *Solidago* is also that of certain other genera of *Astereae*. The group of the characters which constitute this facies has a positive selective value as indicated by the broad extension of this facies in *Astereae*. Other groups of *Compositae*, however, have a very different facies, and it seems more and more evident that it is mostly at the level of the major subdivisions of this family that karyotype analysis will supply characters of taxonomic importance.

S. Bartramiana Fern. should be considered as a variety of *S. canadensis* L. and is designated *S. canadensis* var. **BARTRAMIANA** (Fern.) *stat. & comb. nov.*

Introduction

Kapoor et Beaudry (1966) ont étudié les caryotypes de sept espèces du genre *Solidago* (*sensu stricto*), de quatorze taxons de genres voisins et comparé ces caryotypes à ceux de six taxons du genre *Solidago* et à ceux de taxons de plusieurs autres genres d'Astérées et d'un certain nombre d'Eupatoriées analysés par Huziwara (1956, 1957a, 1957b, 1958a, 1958b, 1958c, 1962a, 1962b).

Le présent travail analyse les caryotypes de vingt-huit autres taxons du genre *Solidago*, portant ainsi à quarante-et-un le nombre des taxons de ce genre dont les caryotypes ont été étudiés.

Matériaux et méthodes

Les plantes utilisées proviennent de plusieurs localités du Canada et des États-Unis. Elles sont énumérées dans le tableau I avec indication du nombre somatique ($2n$), du numéro de récolte, du ou des récolteurs, et de la localité de provenance de chacune.

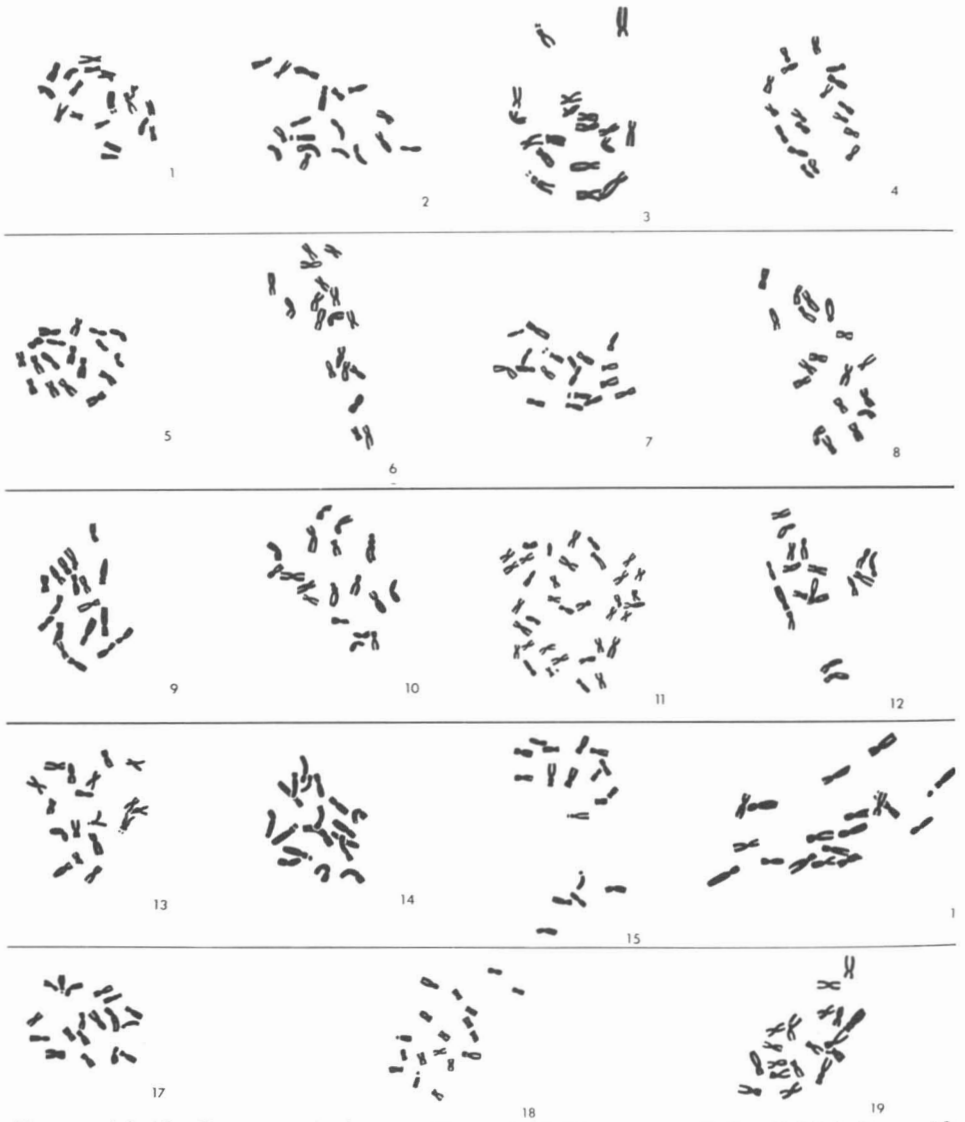
Les techniques utilisées pour la culture des plantes et les techniques cytologiques ont été décrites en détail par Kapoor et Beaudry (l.c.). Je ne mentionnerai ici que les éléments essentiels pour l'intelligence et l'interprétation des présentes données.

TABLEAU I

Taxons, nombres chromosomiques (2n), numéros de récoltes, récolteurs et localités de provenance des individus étudiés dans le présent travail.

Taxons	2n	Numéros de récolte	Récolteurs	Localités de provenance
<i>S. angustifolia</i> Ell.	18	63-32-1	R.K. Godfrey et N. Morar	Panacea, Fla., E.U.
<i>S. aspera</i> Ait	18	62-26	J.R. Beaudry	Check, Va., E.U.
<i>S. X asperula</i> Desf.	18	57-186	J.R. Beaudry et J. A. Small	Island Beach, N.J. E.U.
<i>S. canadensis</i> L. var. <i>Bartramiana</i> (Fern.) Beaudry	18	60-209-2	E. Rouleau	Grand Falls, Terrebonne.
<i>S. canadensis</i> var. <i>fallax</i> (Fern.) Beaudry	18	56-257	P. Dansereau	Marsoui, Gaspé-Ouest, Québec
<i>S. Curtisii</i> T. & G. var. <i>Curtisii</i>	18	62-80	J.R. Beaudry	Grandfather Mountain, N.C., E.U.
	18	62-83	" "	" "
<i>S. decumbens</i> Greene var. <i>oreophila</i> (Rydb.) Fern.	18	63-6-1	D. Marsh	Lac Laberge, Yukon.
<i>S. Drummondii</i> T. & G.	18	63-220-3	J.R. Beaudry	Crystal City, Mo., E.U.
<i>S. Elliottii</i> T. & G. var. <i>ascendens</i> Fern.	18	57-171	J.R. Beaudry et E.R. Palmatier	Matunock, R.I., E.U.
<i>S. flaccidifolia</i> Small	36	62-36	J.R. Beaudry et A. Fautrier	Blue Ridge Parkway, Doughton Camping Area, N.C., E.U.
<i>S. gigantea</i> Ait.	18	63-111	J.R. Beaudry	Baldwin Mills, Stanstead, Québec.
<i>S. gilvocanescens</i> (Rydb.) Smyth	18	58-262	J.-P. Bernard	Otterburne, Man.
<i>S. Guiradonis</i> Gray	18	62-255	P.H. Raven et J.H. Thomas	Bitterwater, Calif., E.U.
<i>S. juncea</i> Ait. var. <i>juncea</i>	18	62-218	J.R. Beaudry, A. Fautrier et W. Dore	Gordon Island National Park, Ont.
<i>S. ludoviciana</i> (Gray) Small	18	59-262-2	D. Demaree	Magazine Mountain, Ark., E.U.
<i>S. missouriensis</i> Nutt. var. <i>fasciculata</i> Holzinger	18	55-276-5	G.H. Turner	Fort Saskatchewan, Alberta.
<i>S. nemoralis</i> Ait. var. <i>nemoralis</i>	18	63-239-1	J.R. Beaudry et Frère Rolland-Germain	Cap St-Jacques, Jacques-Cartier, Québec.
<i>S. patula</i> Muhl. var. <i>patula</i>	18	61-390	J.R. Beaudry et S. Gagnon	Arcadia, Mich. E.U.
<i>S. petiolaris</i> Ait. var. <i>petiolaris</i>	18	63-38-5	D. Demaree	Fourche Mountain, Ark., E.U.
<i>S. pinetorum</i> Small	18	57-360	J.R. Beaudry	Providence, N.C., E.U.
<i>S. radula</i> Nutt. var. <i>radula</i>	18	59-260-1	D. Demaree	Petit Jean Mountain, Ark. E.U.
<i>S. Randii</i> (Porter) Britt.	36	62-5-3	J.E. Purchase	Algoma District, Ont.
<i>S. rugosa</i> Mill. f. <i>villosa</i> (Pursh) Beaudry	18	57-690	J.R. Beaudry et D. Chabot	St-Adolphe-de-Howard, Argenteuil, Québec.
<i>S. rupestris</i> Raf.	18	57-470	J.R. Beaudry et H. De Selm	Tennessee City, Tenn., E.U.
<i>S. serotina</i> Ait.	36	62-152	J.R. Beaudry et A. Fautrier	Cornwall, Ont.
<i>S. spectabilis</i> (D.C. Eaton) Gray	18	59-209-2-4	J.R. Beaudry	Mono Lake, Calif., E.U.
	18	62-7	E. Balls	Sierraville, Calif., E.U.
<i>S. ulmifolia</i> Muhl. var. <i>Palmeri</i> Cronq.	18	63-207	J.R. Beaudry	Crystal City, Mo., E.U.
<i>S. ulmifolia</i> var. <i>ulmifolia</i>	18	61-310	J.R. Beaudry et S. Gagnon	Hovey Lake, Ind., E.U.

Après un séjour préalable dans une solution aqueuse saturée d'alphabromonaphtalène, les méristèmes radiculaires sont fixés dans de l'alcool acétique



FIGURES 1 à 19. Caryotype (1130 X). Figure 1. *Solidago angustifolia*, 63-32-1, $2n = 18$. Figure 2. *S. aspera*, 62-26, $2n = 18$. Figure 3. *S. X asperula*, 57-186, $2n = 18$. Figure 4. *S. canadensis* var. *Bartramiana*, 60-209-2, $2n = 18$. Figure 5. *S. canadensis* var. *fallax*, 56-257, $2n = 18$. Figure 6. *S. Curtisii* var. *Curtisii*, 62-80, $2n = 18$. Figure 7. *S. Curtisii* var. *Curtisii*, 62-83, $2n = 18$. Figure 8. *S. decumbens* var. *oreophila*, 63-6-1, $2n = 18$. Figure 9. *S. Drummondii*, 63-220-3, $2n = 18$. Figure 10. *S. Elliottii* var. *ascendens*, 57-171, $2n = 18$. Figure 11. *S. flaccidifolia*, 62-36, $2n = 36$. Figure 12. *S. gigantea*, 63-111, $2n = 18$. Figure 13. *S. gilvocanescens*, 58-262, $2n = 18$. Figure 14. *S. Guiradonis*, 62-255, $2n = 18$. Figure 15. *S. juncea* var. *juncea*, 62-218, $2n = 18$. Figure 16. *S. ludoviciana*, 59-262-2, $2n = 18$. Figure 17. *S. missouriensis* var. *fasciculata*, 55-276-5, $2n = 18$. Figure 18. *S. nemoralis* var. *nemoralis*, 63-239-1, $2n = 18$. Figure 19. *S. patula* var. *patula*, 61-390, $2n = 18$.

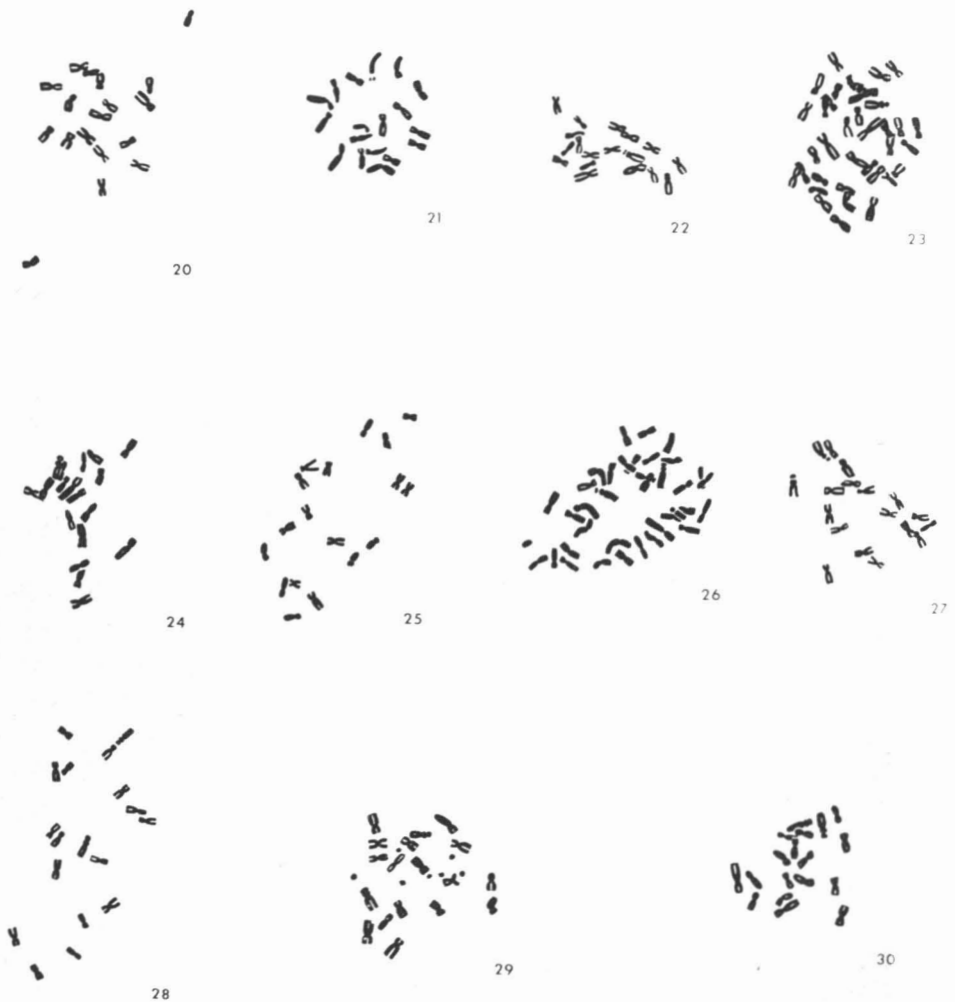
(3:1), colorés au moyen du réactif de Feulgen et finalement écrasés entre lame et lamelle dans de l'orcéine acétique. On obtient ainsi les caryotypes représentés dans les figures 1 à 30. La meilleure préparation a été choisie pour être dessinée et pour mesurer les chromosomes. Les chromosomes sont mesurés directement sur la préparation au moyen d'un micromètre oculaire Zeiss Filar. Les deux bras sont mesurés séparément et les intervalles occupés par les constriction primaire et secondaire sont exclus des mensurations. Les chromosomes sont ensuite appariés et les longueurs moyennes du bras long et du bras court de chaque paire déterminées. Les paires sont ensuite sériées par ordre de longueur décroissante. Pour comparer la longueur des différents chromosomes d'un complément, on utilise la *longueur relative* (L.R.), qui représente le quotient, multiplié par 100, de la longueur moyenne de chaque paire de chromosomes divisée par celle de la plus longue paire. Le *pourcentage morphologique* (%M) représente le quotient, multiplié par 100, de la longueur moyenne du bras court divisée par la longueur totale moyenne du chromosome. Si le pourcentage morphologique est de 50 (rapport de 1:1 entre les deux bras.), le chromosome est dit métacentrique ; si sa valeur se situe entre 49.9 et 25.1 le chromosome est dit submétacentrique ; enfin si cette valeur est de 25 ou moins le chromosome est dit acrocentrique. Dans les idéogrammes des figures 31 à 60, les chromosomes sont sériés par ordre de longueur décroissante. Ces idéogrammes correspondent aux caryotypes des figures 1 à 30 et les mensurations moyennes de chaque paire sont représentées par un seul chromosome. Les chromosomes surnuméraires ont été négligés.

Le nombre de base (x) du genre *Solidago* est 9. (Beaudry et Chabot, 1959).

Observations

Les mesures des longueurs et les indices des caryotypes des figures à 1 à 30, et des idéogrammes correspondants des figures 31 à 60, sont réunis dans le tableau II.

Le tableau III présente une classification des types de chromosomes constitutifs de chaque taxon. Les chromosomes sont attribués à l'un ou l'autre de six groupes, en fonction de la présence ou de l'absence de constriction secondaires, de leur longueur relative et de leur pourcentage morphologique. Une telle classification permet de présenter les divers types de chromosomes de chaque taxon et leurs fréquences respectives sous la forme d'une *formule chromosomique*. La réunion de ces diverses formules dans un tableau comme le tableau III, permet de faire des comparaisons, à l'intérieur des groupes et entre les groupes, qui sont sans doute moins subjectives que celles qu'on peut faire à la suite d'un simple examen visuel des caryotypes et des idéogrammes.



FIGURES 20 à 30. Caryotypes (1130 X). Figure 20. *Solidago petiolaris* var. *petiolaris*, 63-38-5, $2n = 18$. Figure 21. *S. pinetorum*, 57-360, $2n = 18$. Figure 22. *S. radula* var. *radula*, 59-260-1, $2n = 18$. Figure 23. *S. Randii*, 62-5-3, $2n = 36$. Figure 24. *S. rugosa* f. *villosa*, 57-690, $2n = 18$. Figure 25. *S. rupestris*, 57-470, $2n = 18$. Figure 26. *S. serotina*, 62-152, $2n = 36$. Figure 27. *S. spectabilis*, 59-209-2-4, $2n = 18$. Figure 28. *S. spectabilis*, 62-7-a, $2n = 18$. Figure 29. *S. ulmifolia* var. *Palmeri*, 63-207, $2n = 18$. Figure 30. *S. ulmifolia*, var. *ulmifolia*, 61-310, $2n = 18$.

L'examen du tableau III montre que chez ces taxons du genre *Solidago* : (1) presque tous les chromosomes sont des submétacentriques ; une seule paire de métacentriques a été observée chez un seul taxon, *S. canadensis* var. *fallax* ; (2) il n'y a pas de chromosomes acrocentriques ; (3) la majorité des individus

TABLEAU II

La longueur (μ) des deux bras (et du troisième segment lorsque présent), la longueur relative (L.R.) et le pourcentage morphologique (%M) des paires des chromosomes somatiques des taxons étudiés.

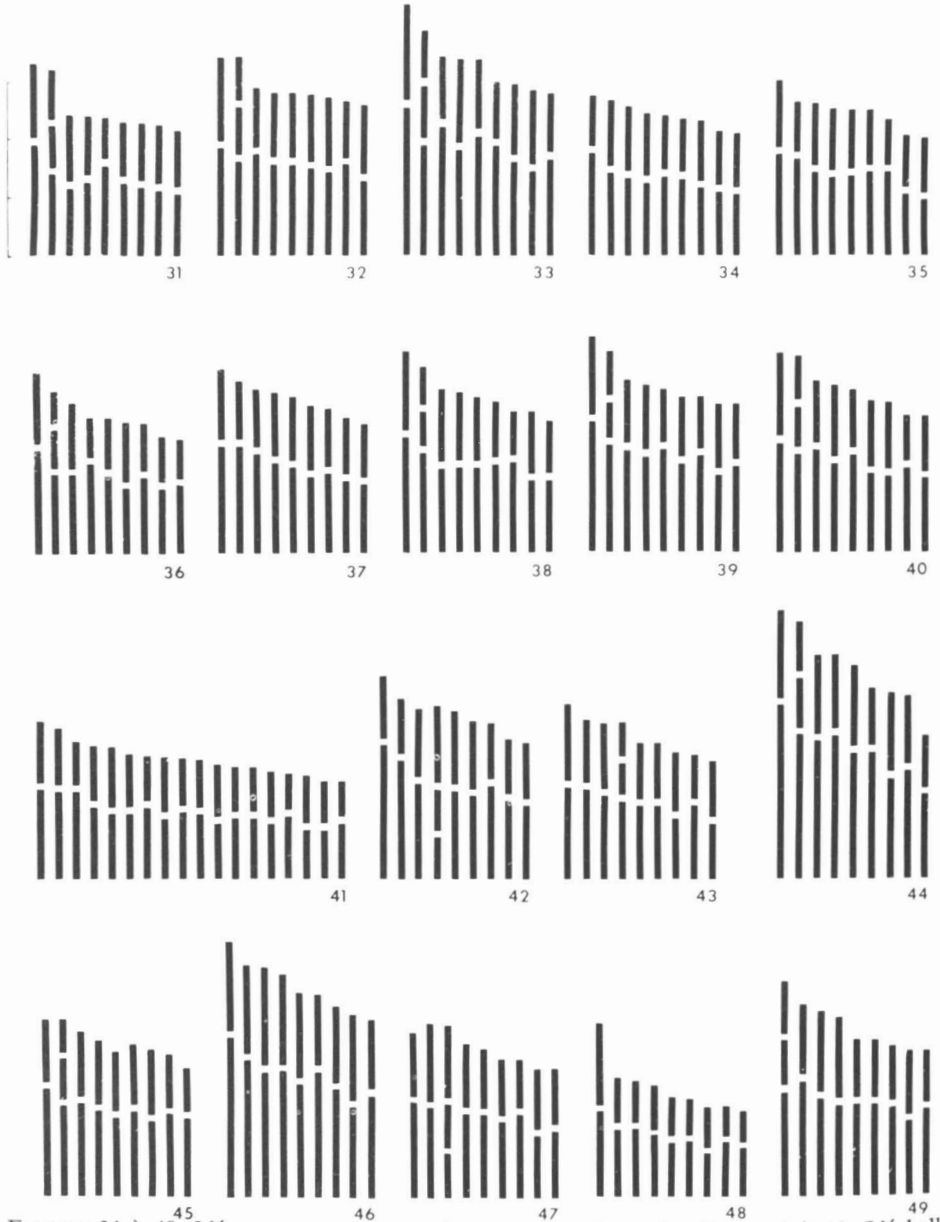
Taxons et numéros de récolte	Paires L.R. ou % M	Paires de chromosomes								
		1 ou 10	2 ou 11	3 ou 12	4 ou 13	5 ou 14	6 ou 15	7 ou 16	8 ou 17	9 ou 18
<i>S. angustifolia</i> (63-32-1)	1-9	1.90+1.26	1.41+0.71+0.75	1.18+1.11	1.26+1.03	1.53+0.75	1.26+0.91	1.18+0.99	1.11+1.03	1.07+0.95
	L. R.	100.0	90.8	72.5	72.5	72.2	68.7	68.7	67.7	63.9
	% M	39.9	49.1	48.5	45.0	32.9	41.9	45.6	48.1	47.0
<i>S. aspera</i> (62-26)	1-9	1.86+1.42	1.62+0.83+0.75	1.74+1.03	1.58+1.11	1.58+1.11	1.50+1.18	1.42+1.18	1.58+0.95	1.30+1.18
	L. R.	100.0	97.6	84.5	82.0	82.0	81.7	79.3	77.1	75.6
	% M	43.3	49.4	37.2	41.3	41.3	44.0	45.4	37.5	47.6
<i>S. X asperida</i> (57-186)	1-9	2.53+1.66	1.90+0.91+0.83	2.21+1.07	1.82+1.42	2.05+1.18	1.90+0.99	1.62+1.22	1.46+1.26	1.66+0.99
	L. R.	100.0	86.9	78.3	77.3	77.1	69.0	67.8	64.9	63.2
	% M	39.6	47.8	32.6	43.8	36.5	34.3	43.0	46.3	37.4
<i>S. canadensis</i> var. <i>Bartramiana</i> (60-209-2)	1-9	1.78+0.87	1.42+1.14	1.34+1.11	1.26+1.07	1.38+0.91	1.34+0.91	1.18+1.03	1.11+0.91	1.07+0.91
	L. R.	100.0	96.6	92.5	87.9	86.4	84.9	83.4	76.2	74.7
	% M	32.8	44.5	45.3	45.9	39.7	40.4	46.6	45.0	46.0
<i>S. canadensis</i> var. <i>Jallax</i> (56-257)	1-9	1.74+1.14	1.66+0.83	1.42+1.07	1.34+1.07	1.38+0.99	1.42+0.95	1.42+0.79	1.07+0.87	0.95+0.95
	L. R.	100.0	86.5	86.5	83.7	82.3	82.3	76.7	67.4	66.0
	% M	39.6	33.3	43.0	44.4	41.8	40.2	35.7	44.8	50.0
<i>S. Curtisii</i> var. <i>Curtisii</i> (62-80)	1-9	1.78+1.22	1.38+0.63+0.55	1.34+1.14	1.54+0.67	1.34+0.87	1.11+1.03	1.30+0.83	1.11+0.79	1.18+0.67
	L. R.	100.0	85.3	82.7	73.7	73.7	71.3	71.0	63.3	61.7
	% M	40.7	46.1	46.0	30.3	39.4	48.1	39.0	41.6	36.2
<i>S. Curtisii</i> var. <i>Curtisii</i> (62-83)	1-9	1.82+1.22	1.82+0.99	1.70+0.99	1.54+1.11	1.46+1.11	1.30+1.11	1.38+0.99	1.22+0.98	1.18+0.91
	L. R.	100.0	92.4	88.5	87.2	84.5	79.3	78.0	72.4	68.8
	% M	40.1	35.2	36.8	41.9	43.2	46.1	41.8	45.0	43.5
<i>S. decumbens</i> var. <i>oreophila</i> (63-6-1)	1-9	1.98+1.34	1.70+0.59+0.67	1.42+1.26	1.46+1.18	1.46+1.10	1.50+0.95	1.42+0.87	1.22+1.07	1.22+0.91
	L. R.	100.0	89.8	80.7	79.5	77.1	73.8	69.0	69.0	64.2
	% M	40.4	42.6	47.0	44.7	43.0	38.8	38.0	46.7	42.7
<i>S. Drummondii</i> (63-220-3)	1-9	2.21+1.34	1.82+0.63+0.75	1.74+1.07	1.62+1.10	1.74+0.91	1.50+1.03	1.62+0.91	1.30+1.11	1.46+0.95
	L. R.	100.0	90.1	79.2	76.6	74.6	71.3	71.3	67.9	67.9
	% M	37.7	43.1	38.1	40.4	34.3	40.7	36.0	46.1	39.4
<i>S. Elliotti</i> var. <i>ascendens</i> (57-171)	1-9	1.86+1.42	1.66+0.71+0.75	1.46+1.34	1.50+1.22	1.66+0.99	1.34+1.14	1.30+1.14	1.42+0.79	1.26+0.95
	L. R.	100.0	95.1	85.4	82.9	80.8	75.6	74.4	67.4	67.4
	% M	43.3	46.8	47.9	44.9	37.4	46.0	46.7	35.7	43.0

TABLEAU II (suite)

Taxons et numéros de récolte	Paires L.R. ou % M	Paires de chromosomes								
		1 ou 10	2 ou 11	3 ou 12	4 ou 13	5 ou 14	6 ou 15	7 ou 16	8 ou 17	9 ou 18
<i>S. flaccidifolia</i> (62-36)	1-9	1.54+1.06	1.50+0.99	1.50+0.75	1.22+0.95	1.11+1.03	1.11+0.91	1.22+0.79	1.03+0.95	1.14+0.83
	L. R.	100.0	95.8	86.5	83.5	82.3	77.7	77.3	76.2	75.8
	% M	40.8	39.8	33.3	43.8	48.1	45.0	39.3	48.0	42.1
10-18	1.11+0.83	0.95+0.91	1.03+0.79	1.03+0.79	0.95+0.79	1.07+0.63	0.83+0.83	0.83+0.75	0.95+0.63	
	L. R.	74.6	71.5	70.0	70.0	66.9	65.4	63.8	60.8	60.8
	% M	42.8	48.9	43.4	43.4	45.4	37.1	50.0	47.4	39.9
<i>S. gigantea</i> (63-111)	1-9	2.29+1.07	2.02+0.95	1.62+1.18	0.71+0.71+1.34	1.50+1.26	1.42+1.18	1.58+0.95	1.34+0.95	1.26+0.95
	L. R.	100.0	88.4	83.3	82.1	82.1	77.4	75.3	68.2	65.8
	% M	31.8	32.0	42.1	48.6	45.7	45.4	37.5	41.5	43.0
<i>S. gilvocanescens</i> (58-262)	1-9	1.58+1.30	1.54+1.07	1.42+1.14	1.34+0.55+0.59	1.26+0.95	1.26+0.95	1.03+1.03	1.26+0.79	0.95+0.95
	L. R.	100.0	90.6	88.9	86.1	76.7	76.7	71.5	71.2	66.0
	% M	45.1	41.0	44.5	46.0	43.0	43.0	50.0	38.5	50.0
<i>S. Guiradonis</i> (62-255)	1-9	2.93+1.54	2.49+0.83+0.87	2.37+1.34	2.41+1.26	2.13+1.34	2.17+0.99	1.70+1.14	1.86+1.14	1.42+0.87
	L. R.	100.0	93.7	83.0	82.1	77.6	70.7	68.9	67.1	51.2
	% M	34.5	40.6	36.1	34.3	38.6	31.3	44.8	38.0	38.0
<i>S. juncea</i> var. <i>juncea</i> (62-218)	1-9	1.82+1.07	1.58+0.71+0.59	1.62+1.14	1.46+1.14	1.34+1.22	1.46+1.03	1.30+1.11	1.42+0.91	1.34+0.79
	L. R.	100.0	99.7	95.5	90.0	88.6	86.2	83.4	80.6	73.7
	% M	37.0	45.1	41.3	43.8	47.7	41.4	46.1	39.1	37.1
<i>S. ludoviciana</i> (59-262-2)	1-9	2.72+1.50	2.33+1.50	2.13+1.66	2.17+1.50	1.94+1.46	2.13+1.22	1.86+1.30	1.58+1.46	1.78+1.22
	L. R.	100.0	90.8	89.8	87.0	80.6	79.4	74.9	72.0	71.1
	% M	35.5	39.2	43.8	40.9	42.9	36.4	41.1	48.0	40.7
<i>S. missouriensis</i> var. <i>fasciculata</i> (55-276-5)	1-9	1.66+1.18	1.54+1.34	0.79+0.71+1.26	1.46+1.07	1.42+1.03	1.30+0.99	1.42+0.83	1.11+1.03	1.14+0.95
	L. R.	100.0	98.6	97.2	89.1	86.3	80.6	79.2	75.4	73.6
	% M	41.5	47.9	45.7	42.3	42.0	43.2	36.9	48.1	45.5
<i>S. nemoralis</i> var. <i>nemoralis</i> (63-239-1)	1-9	1.46+0.91	1.14+0.79	1.18+0.71	1.03+0.79	0.91+0.79	0.95+0.63	0.87+0.71	0.95+0.55	0.83+0.59
	L. R.	100.0	81.4	79.7	76.8	71.7	66.7	66.7	63.3	59.9
	% M	38.4	40.9	37.6	43.4	46.5	39.9	44.9	36.6	41.5
<i>S. patula</i> var. <i>patula</i> (61-390)	1-9	1.78+0.79+0.87	1.98+1.18	1.66+1.34	1.54+1.34	1.58+1.18	1.58+0.95	1.50+0.95	1.26+1.18	1.46+0.87
	L. R.	100.0	91.9	87.2	83.7	80.2	73.5	71.2	70.9	67.7
	% M	48.3	37.3	44.7	46.5	42.8	37.6	38.8	48.4	37.3
<i>S. petiolaris</i> var. <i>petiolaris</i> (63-38-5)	1-9	1.74+1.11	1.54+1.03	1.46+0.75	1.30+0.87	1.11+0.95	1.34+0.71	1.19+0.79	1.03+0.83	0.95+0.83
	L. R.	100.0	90.2	77.5	76.1	72.3	71.9	69.5	65.3	62.5
	% M	38.9	40.1	33.9	40.1	46.1	34.6	39.9	44.6	46.6

TABLEAU II (suite)

Taxons et numéros de récolte	Paires L.R. ou % M	Paires de chromosomes								
		1 ou 10	2 ou 11	3 ou 12	4 ou 13	5 ou 14	6 ou 15	7 ou 16	8 ou 17	9 ou 18
<i>S. pinetorum</i> (57-360)	1-9	2.17+1.62	2.57+1.07	1.98+1.07	1.82+0.95	1.62+1.07	1.58+1.07	1.42+1.18	1.66+0.87	1.26+1.22
	L. R.	100.0	96.0	80.5	73.1	71.0	69.9	68.6	66.8	65.4
	% M	42.7	29.4	35.1	34.3	39.8	40.4	45.4	34.4	49.2
<i>S. radula</i> var. <i>radula</i> (59-260-1)	1-9	1.70+1.26	1.54+1.18	1.46+0.59+0.63	1.34+1.11	1.30+1.03	1.26+1.03	1.38+0.83	1.14+0.99	1.34+0.75
	L. R.	100.0	91.9	90.5	82.8	78.7	77.3	74.7	72.0	70.6
	% M	42.6	43.4	45.5	45.3	44.2	45.0	37.6	46.5	35.9
<i>S. Randii</i> (62-5-3)	1-9	2.33+1.30	1.94+1.22	1.58+0.59+0.71	1.70+1.14	1.62+1.22	1.66+1.14	1.85+0.83	1.50+1.18	1.46+1.18
	L. R.	100.0	87.1	79.3	78.2	78.2	77.1	73.8	73.8	72.7
	% M	35.8	38.6	45.1	40.1	43.0	40.7	31.0	44.0	44.7
	10-18	1.46+1.14	1.58+0.95	1.42+1.07	1.34+1.11	1.34+1.07	1.54+0.83	1.30+1.07	1.42+0.91	1.50+0.79
	L. R.	71.6	69.7	68.6	67.5	66.4	65.3	65.3	64.2	63.1
	% M	43.8	37.5	43.0	45.3	44.4	35.0	45.1	39.1	34.5
<i>S. rugosa</i> f. <i>villosa</i> (57-690)	1-9	1.98+1.26	0.79+0.79+1.38	1.42+1.11	1.54+0.91	1.34+1.07	1.26+1.14	1.22+1.11	1.14+1.07	1.22+0.95
	L. R.	100.0	91.4	78.1	74.4	74.4	74.1	71.9	68.2	67.0
	% M	38.9	46.6	43.9	37.8	44.4	47.5	47.6	48.4	43.8
<i>S. rupestris</i> (57-470)	1-9	1.30+0.99	1.34+0.91	1.34+0.71	1.18+0.83	1.10+0.91	1.22+0.75	1.07+0.67	0.87+0.79	0.95+0.63
	L. R.	100.0	98.3	89.5	87.8	87.8	86.0	76.0	72.5	69.0
	% M	43.2	40.4	34.6	41.3	45.3	38.1	38.5	47.6	39.9
<i>S. serotina</i> (62-152)	1-9	2.25+1.58	2.69+1.03	2.09+1.22	1.94+0.63+0.67	1.70+1.38	1.62+1.26	1.54+1.30	1.82+0.99	1.74+1.07
	L. R.	100.0	97.1	86.4	84.6	80.4	75.2	74.2	73.4	73.4
	% M	41.3	27.7	36.9	40.1	44.8	43.8	45.8	35.2	38.1
	10-18	1.46+1.30	1.66+1.06	1.42+1.26	1.38+1.30	1.50+1.07	1.66+0.87	1.34+1.18	1.26+1.18	1.42+0.99
	L. R.	72.1	71.0	70.0	70.0	67.1	66.1	65.8	63.7	62.9
	% M	47.1	39.0	47.0	48.5	41.6	34.4	46.8	48.4	41.1
<i>S. spectabilis</i> (59-209-2-4)	1-9	0.63+0.67+1.26	1.58+0.87	1.46+0.87	1.26+1.03	1.42+0.79	1.34+0.83	1.30+0.79	1.22+0.79	1.03+0.75
	L. R.	100.0	95.7	91.0	89.5	86.3	84.8	81.6	78.5	69.5
	% M	49.2	35.5	37.3	45.0	35.7	38.2	37.8	39.3	42.1
<i>S. spectabilis</i> (62-7)	1-9	0.67+0.59+1.34	1.50+0.99	1.22+0.99	1.37+0.71	1.14+0.87	1.03+0.87	1.26+0.59	0.91+0.87	1.18+0.59
	L. R.	100.0	95.8	85.0	80.0	77.3	73.1	71.2	68.5	68.1
	% M	48.5	39.8	44.8	34.1	43.3	45.8	31.9	48.9	33.3
<i>S. ulmifolia</i> var. <i>Palmeri</i> (63-207)	1-9	1.94+1.18	1.58+1.11	1.42+0.67+0.59	1.54+0.91	1.46+0.87	1.14+1.03	1.26+0.91	1.22+0.91	1.14+0.87
	L. R.	100.0	86.2	85.9	78.5	74.7	69.6	69.6	68.3	64.4
	% M	37.8	41.3	47.0	37.1	37.3	47.5	41.9	42.7	43.3
<i>S. ulmifolia</i> var. <i>ulmifolia</i> 61-310)	1-9	1.98+1.18	1.50+0.75+0.75	1.46+1.18	1.30+1.03	1.46+0.87	1.38+0.87	1.26+0.95	1.34+0.87	1.18+0.87
	L. R.	100.0	94.9	83.5	73.7	73.7	71.2	69.9	69.9	64.9
	% M	37.3	50.0	44.7	44.2	37.3	38.7	43.0	39.4	42.4



FIGURES 31 à 49. Idéogrammes correspondant aux caryotypes des figures 1 à 19. L'échelle à gauche de la figure 31 représente trois microns (3μ) et est applicable à toutes les figures. Figure 31. *Solidago augustifolia*. Figure 32. *S. aspera*. Figure 33. *S. X asperula*. Figure 34. *S. canadensis* var. *Bartramiana*. Figure 35. *S. canadensis* var. *fallax*. Figure 36. *S. Curtisii* var. *Curtisii*. Figure 37. *S. Curtisii* var. *Curtisii*. Figure 38. *S. decumbens* var. *oreophila*. Figure 39. *S. Drummondii*. Figure 40. *S. Elliotii* var. *ascendens*. Figure 41. *S. flaccidifolia*. Figure 42. *S. gigantea*. Figure 43. *S. gilvocanescens*. Figure 44. *S. Guiradonis*. Figure 45. *S. juncea* var. *juncea*. Figure 46. *S. ludoviciana*. Figure 47. *S. missouriensis* var. *fasciculata*. Figure 48. *S. nemoralis* var. *nemoralis*. Figure 49. *S. patula* var. *patula*.



FIGURES 50 à 60. Idéogrammes correspondant aux caryotypes des figures 20 à 30. L'échelle à gauche de la figure 50 représente trois microns (3μ) et est applicable à toutes les figures. Figure 50. *Solidago petiolaris* var. *petiolaris*. Figure 51. *S. pincetorum*. Figure 52. *S. radula* var. *radula*. Figure 53. *S. Randii*. Figure 54. *S. rugosa* f. *villosa*. Figure 55. *S. rupestris*. Figure 56. *S. serotina*. Figure 57. *S. spectabilis*. Figure 58. *S. spectabilis*. Figure 59. *S. ulmifolia* var. *Palmeri*. Figure 60. *S. ulmifolia* var. *ulmifolia*.

étudiés (20 sur 30) possèdent une paire de chromosomes à constriction secondaire et cette paire est l'une des plus longues du complément et le plus souvent la deuxième par ordre de longueur ; (4) le nombre chromosomique excepté, il ne semble pas exister, entre les compléments de ces divers taxons, de différences morphologiques suffisamment constantes pour les distinguer les uns des autres ou les attribuer à deux ou plusieurs sous-groupes.

TABLEAU III
Les types de chromosomes et leurs fréquences dans les compléments
chromosomiques des taxons étudiés.

Taxons	% M L. R.	Chromosomes avec constriction secondaire						Chromosomes sans constriction secondaire											
		Métacentrique			Submétacentrique			Acrocentrique			Métacentrique			Submétacentrique			Acrocentrique		
		100-83	82-65	64-47	100-83	82-65	64-47	100-83	82-65	64-47	100-83	82-65	64-47	100-83	82-65	64-47	100-83	82-65	64-47
<i>S. angustifolia</i>					2									2	12	2			
<i>S. aspera</i>					2									4	12				
<i>S. X asperula</i>					2									2	12	2			
<i>S. canadensis</i> var. <i>Bartramiana</i>														14	4				
<i>S. canadensis</i> var. <i>Jallax</i>										2				8	8				
<i>S. Curtisii</i> var. <i>Curtisii</i>					2									2	10	4			
<i>S. Curtisii</i> var. <i>Curtisii</i>														10	8				
<i>S. decumbens</i> var. <i>oreophila</i>					2									2	14				
<i>S. Drummondii</i>					2									2	14				
<i>S. Elliottii</i> var. <i>ascendens</i>					2									4	12				
<i>S. flaccidifolia</i>														10	8				
<i>S. gigantea</i>						2								8	8				
<i>S. gilvocanescens</i>														8	10				
<i>S. Guiradonis</i>					2									6	8	2			
<i>S. juncea</i> var. <i>juncea</i>					2									12	4				
<i>S. ludoviciana</i>														8	10				
<i>S. missouriensis</i> var. <i>fasciculata</i>					2									8	8				
<i>S. nemoralis</i> var. <i>nemoralis</i>														2	12	4			
<i>S. patula</i> var. <i>patula</i>					2									6	10				
<i>S. petiolaris</i> var. <i>petiolaris</i>														4	12	2			
<i>S. pinetorum</i>														4	14				
<i>S. radula</i> var. <i>radula</i>					2									6	10				
<i>S. Randii</i>							2							4	28	2			
<i>S. rugosa</i> f. <i>villosa</i>					2									2	14				
<i>S. rupestris</i>														12	6				
<i>S. serotina</i>					2									6	24	4			
<i>S. spectabilis</i>					2									10	6				
<i>S. spectabilis</i>					2									4	12				
<i>S. ulmifolia</i> var. <i>Palmeri</i>					2									4	12				
<i>S. ulmifolia</i> var. <i>ulmifolia</i>					2									4	12				

Discussion

Kapoor et Beaudry (1.c.), ont déjà fourni des indices, au moyen d'un petit échantillon constitué par seulement sept taxons du genre *Solidago* (*s. str.*), que les chromosomes des entités de ce genre sont en grande majorité des submétacentriques et presque jamais des acrocentriques (une seule exception). Les observations présentées ici confirment celles de ces auteurs. Ces deux groupes de données, basées sur 35 taxons répartis dans plusieurs des subdivisions du genre *Solidago*, constituent sans doute un échantillon suffisamment représentatif pour nous faire connaître la morphologie des chromosomes des entités de ce genre.

Les *Solidago* sont donc caractérisés par des compléments formés de chromosomes : (1) asymétriques, mais dont les deux bras ne sont presque jamais très inégaux ; (2) dont la longueur décroît le plus souvent graduellement du plus long au plus court ; (3) dont le plus court a une longueur qui dépasse presque toujours la moitié de la longueur du plus long ; (4) dont généralement l'un ou parfois deux, qui comptent parmi les plus longs, portent une constriction secondaire ; il est probable que chez les taxons où on n'a pas observé de chromosome à constriction secondaire, que ce type de chromosome existe quand même et qu'il n'a tout simplement pas été mis en évidence dans les préparations que j'ai examinées.

Chez tous les taxons diploïdes étudiés dans le présent travail et par Kapoor et Beaudry (1.c.), on n'a pas observé plus d'une paire de chromosomes à constriction secondaire. On peut s'attendre, *a priori*, à trouver un nombre de paires de chromosomes à constriction secondaire correspondant au degré de ploïdie, c'est-à-dire deux chez les tétraploïdes, trois chez les hexaploïdes, etc. Chez les trois tétraploïdes étudiés dans le présent travail, *S. flaccidifolia*, *S. Randii* et *S. serotina*, pas plus d'une paire a été observée. Kapoor et Beaudry (1.c.) ont étudié deux taxons hexaploïdes, *S. altissima* L. et *Euthamia leptocéphala* (T. & G.) Greene, et un tétraploïde, *Oligoneuron rigidum* (L.) Small. Si ils n'ont observé de chromosomes à constriction secondaire que chez le tétraploïde, le nombre de paires était cependant de deux tel que prévu.

Ces études détaillées sur les caryotypes des *Solidago*, ont été réalisées surtout dans le but de déterminer si la variation morphologique observée d'un complément chromosomique à l'autre, pouvait aider à déceler les taxons diploïdes affins et à déterminer des liens phylogénétiques entre des diploïdes et certains polyploïdes. Il est évident, à la suite de la présente étude et de celle de Kapoor et Beaudry (1.c.) qu'avec les méthodes employées, la variation observée d'un taxon à l'autre est très faible et ne peut rien contribuer de significatif pour les fins décrites ci-dessus. En effet, en examinant les formules chromosomiques (tableau III) ou les idéogrammes (figures 31 à 60) des taxons diploïdes, on

constate qu'il n'existe pas plus de différences vraiment significatives entre les formules chromosomiques ou les idéogrammes de taxons représentant des espèces bien distinctes (par exemple *S. decumbens*, *S. Drummondii* et *S. Eliottii*) qu'entre ceux de taxons représentant des variétés de la même espèce (par exemple *S. canadensis* var. *Bartramiana*¹ et *S. canadensis* var. *fallax*) ou d'individus appartenant au même taxon (voir *S. Curtisii* var. *Curtisii* et *S. spectabilis* qui sont représentés par deux individus).

Il faut conclure que les caryotypes des *Solidago* sont d'une très grande uniformité que seules les variations numériques viennent briser.

Les travaux de Kapoor et Beaudry (1.c.) et d'Huziwara (1.c.) ont montré que le facies chromosomique rencontré dans le genre *Solidago* est aussi l'apanage de certains autres genres d'Astérées. L'ensemble des caractères qui constituent ce facies, possède évidemment une valeur sélective positive, tel qu'exprimé par la stabilité de ce facies ou sa vaste extension chez les Astérées.

Ce facies n'est cependant pas le seul qui existe chez les Composées : les *Eupatorium* en ont un bien différent, caractérisé par une forte proportion de chromosomes acrocentriques (Huziwara, 1956). Il semble de plus en plus évident, que c'est surtout au niveau des subdivisions majeures de cette famille plutôt qu'à celui des subdivisions d'un même genre, que l'analyse des caryotypes fournira des caractères d'importance taxonomique. La détermination des nombres chromosomiques des espèces d'un même genre doit cependant être régulièrement faite afin de déterminer le rôle joué par la polyploïdie dans la genèse de ces espèces.

Remerciements

Je remercie les personnes qui m'ont aidé à me procurer les plantes qui ont servi à cette étude et dont les noms ont été cités dans le tableau I ; les autorités du Jardin Botanique de la Ville de Montréal qui ont mis à ma disposition les parcelles où ces plantes ont été cultivées et qui en plus, ont contribué de nombreuses façons à la réalisation des procédés culturaux ; monsieur Louis Pontecaille pour son aide technique très précieuse ; enfin le Conseil National des Recherches du Canada pour son assistance financière.

1—De 1959 à 1965, j'ai effectué une série de croisements entre des individus de *S. Bartramiana* Fernald provenant de Grand Falls, Terre-Neuve, et de *S. canadensis* var. *canadensis*. J'ai constaté que ces deux entités sont parfaitement interfertiles : des individus de F₁, de F₂, et de rétrocroisements aux deux parents ont été facilement obtenus et l'observation a démontré qu'ils étaient aussi vigoureux et fertiles que les individus-témoins représentant les entités parentales. Il est évident que le *S. Bartramiana* de Fernald n'est qu'une variété géographique (ou sous-espèce) du *S. canadensis* et je propose de le désigner : *Solidago canadensis* L. var. **BARTRAMIANA** (Fern.) *stat. & comb. nov.* Basionyme : *S. Bartramiana* Fern., *Rhodora* 17, p. 10, 1915.

Références

- BEAUDRY, J.R. and D.L. CHABOT, 1959. Studies on *Solidago*. IV. The chromosome numbers of certain taxa of the genus *Solidago*. *Can. J. Bot.*, **37**: 209-228.
- HUZIWARA, Y., 1956. Karyotype analysis in some genera of Compositae. I. Karyotypes of Japanese *Eupatorium*. *Cytologia*, **21**: 114-123.
- HUZIWARA, Y., 1957a. Karyotype analysis in some genera of Compositae. II. The karyotypes of Japanese *Aster* species. *Cytologia*, **22**: 96-112.
- HUZIWARA, Y., 1957b. Karyotype analysis in some genera of Compositae III. The karyotype of the *Aster ageratoides* group. *Am. J. Bot.*, **44**: 783-790.
- HUZIWARA, Y., 1958a. Karyotype analysis in some genera of Compositae. IV. The karyotypes within the genera *Gymaster*, *Kalimeris*, and *Heteropappus*. *Cytologia*, **23**: 33-45.
- HUZIWARA, Y., 1958b. Karyotype analysis in some genera of Compositae. V. The chromosomes of American *Aster* species. *Jap. J. Genet.*, **33**: 129-137.
- HUZIWARA, Y., 1958c. Karyotype analysis in some genera of Compositae. VI. The chromosomes of some *Erigeron* species. *Caryologia*, **11**: 158-164.
- HUZIWARA, Y., 1962a. Karyotype analysis in some genera of Compositae. VII. The chromosomes of Japanese *Solidago* species. *Acta phytotax. geobot.*, **20**: 176-178.
- HUZIWARA, Y., 1962b. Karyotype analysis in some genera of Compositae. IX. Chromosomes of European species of *Aster*. *Bot. Mag.* **75**: 143-149.
- KAPOOR, B.M. and J.R. BEAUDRY, 1966. Studies on *Solidago*. VII. The taxonomic status of the taxa *Brachychaeta*, *Brintonia*, *Chrysoma*, *Euthamia*, *Oligoneuron*, and *Petradoria* in relation to *Solidago*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **8**: 422-443.

ÉTUDES SUR LA FLORE DU COMTÉ DE LÉVIS

II — Précisions sur la distribution et l'habitat de quelques espèces méridionales. *

DOMINIQUE DOYON

et

RICHARD CAYOUE

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

Résumé

La présence des *Carex Sprengelii* Dew., *C. hirtifolia* Mackenz. et *C. prasina* Wahlenb. dans le comté de Lévis étend considérablement vers le nord-est l'aire de distribution connue de ces trois espèces méridionales.

À la lumière des travaux déjà accomplis dans la région, il est aussi possible de préciser l'aire de distribution et de fournir des notes écologiques sur l'habitat de quatre autres espèces méridionales: *Carex lupulina* Muhl., *Trillium grandiflorum* (Michx.) Salisb., *Hepatica americana* (DC.) Ker et *Anemone quinquefolia* L.

Abstract

The known range of the three meridional sedges: *Carex Sprengelii* Dew., *C. hirtifolia* Mackenz., and *C. prasina* Wahlenb. is considerably extended northeastward by their discovery in the county of Lévis.

Precisions on the range and ecological notes on the habitat of four other meridional species: *Carex lupulina* Muhl., *Trillium grandiflorum* (Michx.) Salisb., *Hepatica americana* (DC.) Ker, and *Anemone quinquefolia* L. are given as a result of the studies already made on the flora of the region.

Introduction

En supplément à notre article récent sur la flore du comté de Lévis (Doyon et Cayouette, 1969), nous désirons signaler aux botanistes intéressés la récolte de trois espèces de *Carex* dont la présence dans la région à l'étude était, jusqu'à ce jour, insoupçonnée. De plus, nos travaux sur le terrain nous permettent de préciser l'aire de distribution et l'habitat d'un certain nombre d'espèce méridionales, rares dans notre dition.

Comme à l'accoutumée, nous utilisons les sigles proposés par Lanjouw et Stafleu (1964) pour désigner les herbiers où sont conservées les récoltes signalées dans ce travail.

* Contribution numéro 111, Service de la Recherche et de l'Enseignement, Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, Québec, Canada.

Extensions d'aires

Les trois *Carex* dont il sera question dans ces lignes n'avaient encore été signalés que dans les vallées de l'Outaouais et du Richelieu supérieurs. Ce sont:

Carex Sprengelii Dew. — Raymond (1950, 1951) range cette entité parmi un groupe d'espèces de la flore des Grands Lacs qu'on retrouve au Québec dans les vallées de l'Outaouais et du Richelieu. Marie-Victorin (1935, 1964), en des termes différents, exprime en définitive le même avis. Fernald (1950) trace la limite nord du *C. Sprengelii* par une ligne tirée du Nouveau-Brunswick à l'Alberta, en passant par le sud du Québec.

La découverte de plusieurs colonies de *C. Sprengelii* sur le flanc sud et au pied d'une colline qui se dresse à proximité de la rivière Etchemin, à Saint-David, dans le comté de Lévis, est une extension remarquable, vers le nord-est, de l'aire de distribution qu'on connaissait à cette espèce méridionale. Nous conservons des spécimens de ces récoltes à l'herbier du Service de la Recherche et de l'Enseignement et des doubles seront distribués dans les principaux herbiers. Ces récoltes sont: Saint-David, 21 mai 1969, dépôt argileux au bas du flanc sud d'une colline de formation Charny, le long de l'Etchemin, Richard Cayouette, Dominique Doyon *et al.* 9076, (QUE); *ibid.*, 5 août 1969, érablière riche et humide, sur sol lourd en forte pente, D. Doyon et R. Lissarre (*s.n.*), feuille d'herbier 35,581, (QUE).

Carex hirtifolia Mackenz. — L'aire de distribution de cette espèce au Québec est pratiquement similaire à celle du *C. Sprengelii*. C'est une plante du sud du Québec, selon Marie-Victorin (1935, 1964), qui, au dire de Fernald (1950), atteint sa limite nord le long d'une ligne tirée depuis l'ouest du Nouveau-Brunswick jusqu'au sud de l'Ontario. Raymond (1950) en a tracé une carte de distribution où l'on voit la plus grande fréquence des récoltes se situer dans les vallées de l'Outaouais et du Richelieu.

Dans le comté de Lévis, nous avons récolté le *C. hirtifolia* aux mêmes sites que le *C. Sprengelii*: Saint-David, 4 juillet 1968, tremblait à *Populus grandidentata*, D. Doyon, C. Lortie *et al.* 7089, (QUE); *ibid.*, 26 juin 1969, dépôt d'alluvion le long de l'Etchemin, au pied de collines de formation Charny, sous *Fraxinus nigra*, R. Cayouette et B. Martineau 9209, (QUE).

Carex prasina Wahlenb. — C'est une autre espèce méridionale qu'il faut ajouter à la flore du comté de Lévis. Absente de la première édition de la Flore laurentienne (Marie-Victorin, 1935), Rouleau, responsable de la deuxième édition de cet ouvrage (Marie-Victorin, 1964), l'inclut, sans en donner la distribution, dans une longue liste d'additions apparaissant au début du genre *Carex*. Fernald (1950) situe la limite septentrionale du *C. prasina* au Maine, au sud du Québec et de l'Ontario. La carte de distribution publiée par Raymond (1950) montre que ce *Carex* est localisé le long de l'Outaouais et du Richelieu supérieurs, si on excepte une station excentrique au lac Saint-Pierre.

Dans le comté de Lévis, l'abbé Alexandre Gagnon récoltait le *C. prasina*, en 1961, dans un endroit humide et ombragé, près de la rivière Etchemin, à Saint-Jean-Chrysostôme, le 1^{er} juillet 1961: A. Gagnon 6702, (QFS). Quelques années plus tard, l'un des auteurs l'a trouvé à Lauzon: taillis de frênes dans le bois du collège, 6 juillet 1967, D. Doyon (*s.n.*), feuille d'herbier 29042, (QUE). Au cours de la saison estivale de 1969, nous l'avons de nouveau rencontré à Saint-Nicolas, dans une érablière laurentienne à orme, sur des alluvions limoneuses imparfaitement drainées: Saint-Nicolas, 8 juillet 1969, D. Doyon et R. Lissarre (*s.n.*), feuille d'herbier 35,582, (QUE).

Raymond (1950), qui rattache les trois *Carex* précités à la flore des Grands Lacs, explique leur présence dans les vallées de l'Outaouais et du Richelieu par leur migration, à l'époque algonquine, le long de cours d'eau reliés au grand lac Algonquin: l'actuel Outaouais et l'ancienne rivière Hudson-Mohawk.

La découverte de ces *Carex* dans le comté de Lévis, sans infirmer l'hypothèse de Raymond quant à leur présence dans le sud-ouest du Québec, invite à penser que ces plantes méridionales ont probablement eu d'autres voies de pénétration au Québec, en plus de celles proposées par Raymond.

Il serait évidemment prématuré de tenter d'expliquer la présence de ces trois plantes méridionales près de l'embouchure des rivières Chaudière et Etchemin. Toutefois, il convient de constater que ces *Carex* se trouvent non seulement dans la région des Grands Lacs mais aussi dans les États de la Nouvelle-Angleterre. De plus, les renseignements que nous accumulons, depuis quelques années, sur la flore de la région de Québec montrent que plusieurs espèces méridionales s'y retrouvent. Ce sont, généralement, celles dont Fernald (1950) trace la limite nord d'une ligne partant du Maine, ou de l'ouest du Nouveau-Brunswick, pour traverser le sud du Québec et se prolonger au-delà. *Carex Sprengelii*, *C. hirtifolia*, *C. prasina* et même *C. lupulina* en sont des exemples, auxquels on pourrait ajouter: *Dryopteris Goldiana*, *Allium tricoccum*, *Smilax herbacea*, *Ulmus rubra*, *Ribes cynosbati*, *Prunus serotina*, *Waldsteinia fragarioides*, etc. Nous croyons qu'une étude approfondie des flores des vallées de la Chaudière et de l'Etchemin pourrait peut-être, sur ce point, conduire à des explications plausibles. Nous ne pouvons, pour l'instant, présumer du résultat de ces recherches éventuelles.

Précisions d'aires et notes écologiques

Nos travaux sur le terrain nous permettent de préciser l'aire de distribution des quatre espèces suivantes et de fournir pour certaines d'entre elles des notes inédites sur l'habitat qu'elles occupent dans le comté de Lévis.

Carex lupulina Muhl. — D'après les deux éditions de la Flore laurentienne de Marie-Victorin (1935, 1964), ce *Carex* devrait être: « Général et très commun ».

Fernald (1950) ne partage cependant pas cet avis puisqu'il limite la distribution québécoise du *C. lupulina* au sud du Québec. De même Raymond (1951), dans la carte détaillée qu'il en a préparée, n'indique aucune présence de cette espèce à l'est du lac Saint-Pierre.

Il semble que ce *Carex* ne soit pas très fréquent dans la région de Québec. Nous n'en connaissons qu'une récolte de Cap-Rouge: septembre 1961, R. Cauchon (QMP); et deux du comté de Lévis, probablement de la même station: Saint-Henri, endroit marécageux dans une érablière, 30 août 1962, A. Gagnon 8334, (QFS) et, *ibid.*, 23 juillet 1964, clairière marécageuse dans une érablière, M. Rochette 9547, (QFS).

Trillium grandiflorum (Michx.) Salisb. — Cette belle plante des érablières du sud du Québec se rencontre principalement le long de l'Outaouais et du Richelieu, ainsi que dans la partie supérieure de la vallée du Saint-Laurent. C'est ce que démontre une carte de distribution générale de cette espèce publiée par Louis-Marie (1941). Il faudrait ajouter à cette carte quelques points indiquant la présence de la plante dans certains États de la Nouvelle-Angleterre et au Nouveau-Brunswick, si on veut tenir compte des données apportées depuis par Fernald (1950).

Au Québec, Raymond (1950) fixe au lac Saint-Pierre la limite orientale du *T. grandiflorum*. Il est bien possible que ce soit, en effet, la limite réelle de l'aire continue de l'espèce. Toutefois, Marie-Victorin (1929), sur la foi du témoignage de Provancher (1862), exprime la possibilité de la présence de quelques stations de *T. grandiflorum* aux environs de la ville de Québec. Plus précisément, il mentionne la Grosse-Isle. Disons, pour confirmer cette présomption, qu'on sait maintenant qu'il existe dans les herbiers des récoltes de la région: l'une de Sillery, 12 mai 1937, falaise boisée, A. Gagnon 1000, (QFS); deux autres de la Grosse-Isle, comté de Montmagny, 15 juin 1939, bois humide, A. Gagnon 1174, (QFS); *ibid.*, 15 juin 1939, bois montueux, A. Morin 153, (QFS).

Sur la rive sud du Saint-Laurent, à Saint-Henri, comté de Lévis, nous avons découvert récemment une érablière où *T. grandiflorum* croît en abondance: 26 juin 1969, D. Doyon *et al.*, (*s.n.*), feuilles d'herbier 35316 et 35583, (QUE). Cette érablière est établie sur un sol brun acide à mull formé à même des dépôts de plages schisto-gréseux de la formation Sillery. Les colonies de *T. grandiflorum* y alternent avec celles de *T. erectum* dans un parterre très riche où se côtoient plusieurs espèces de l'érablière laurentienne.

Les quelques colonies découvertes dans la région de Québec doivent-elles être considérées comme des avant-postes séparés de l'aire continue de l'espèce? La rareté des récoltes depuis le lac Saint-Pierre jusqu'à Québec porte à le croire;

mais la connaissance très fragmentaire que nous avons de la flore de cette vaste région nous invite à ne pas être trop catégoriques dans nos affirmations. Des recherches, encore incomplètes, dans les herbiers ne nous ont donné que deux récoltes provenant de cette région intermédiaire: l'une de l'île à la Fourche, à Nicolet, R. Boisvert 109-1428, (QFA); l'autre, de Victoriaville, comté d'Arthabaska, J. Brisson 62-2, (QFA). Le manque de renseignements sur les érablières des comtés de Lotbinière et de Nicolet ne nous permet pas de nous prononcer sur le sujet. De plus, il faut nous souvenir que le *T. grandiflorum* manque totalement dans certains secteurs, même à l'intérieur de son aire dite continue. Raymond (1950) signale ce phénomène pour la région de Saint-Jean, pourtant sise en plein centre du « sud du Québec », tel que l'entendent les botanistes et les phytogéographes.

À une échelle moindre, cette distribution sporadique et capricieuse se répète dans le comté de Lévis. En effet, *T. grandiflorum* est absent de centaines d'érablières que nous avons étudiées et visitées, excepté dans une seule où il apparaît en grande abondance. Pourquoi le même phénomène ne se répéterait-il pas dans les comtés qui bordent le Saint-Laurent depuis le lac Saint-Pierre jusqu'à Québec? Seule une meilleure connaissance de la flore de cette région pourrait nous apporter une réponse définitive.

Hepatica americana (DC.) Ker — Fernald (1950) fixe la limite nord de cette espèce depuis la Nouvelle-Écosse jusqu'au Manitoba. Dans cette dernière province, toutefois, Scoggan (1957) écrit que la plante y est d'une grande rareté. Au Québec, *H. americana* appartient à la flore de l'ouest du Québec, selon Marie-Victorin (1935, 1964). Pour Raymond (1950), c'est une espèce surtout apalachienne qui pénètre au Québec dans à peu près toute la région des Cantons de l'Est et dont les limites sont la rivière Chaudière à l'est et la rivière Richelieu à l'ouest. Dechamplain et Lepage (1941) en ont signalé une station excentrique en bordure de la rivière Rimouski.

Dans la région de la ville de Québec, Provancher (1862) le mentionne à Petit Cap de Saint-Joachim et, plus tard, (Provancher, 1877) à Cap-Rouge. Brunet (1865) le signale à l'île d'Orléans, « près de l'anse au Fort » et on trouve, en effet, dans son herbier un spécimen provenant de cet endroit: Ile d'Orléans, sans date, O.B., (QPH) Il existe aussi plusieurs autres récoltes de l'île d'Orléans: mai-juin 1883, D.N. Saint-Cyr, (QMP); 1 mai 1898, A. Bôdy, (QMP); 24 juin 1938, A. Gagnon 785, (QFS), et A. Morin 48, (QFS); 20 juin 1939, A. Gagnon 1193, (QFS); 4 juin 1952, Saint-François, I.O., A. Gagnon 3412, (QFS); 3 mai 1953, M.-S. Rochette 3450, (QFS). On en connaît aussi une récolte de Saint-Louis-de-Courville, comté de Montmorency, 15 mai 1937, R. Dumais, (QMP) et une autre, de Saint-Vallier, comté de Bellechasse, pointe Amos, 17 août 1950, Y. Desmarais 1160. (QFS).

Du comté de Lévis, nous pouvons citer les récoltes suivantes: Saint-David, 4 juillet 1968, érablière laurentienne à chêne sur régosol à mull, D. Doyon *et al.* 7088, (QUE); *ibid.*, 21 mai 1969, colline de la formation Charny, le long de l'Etchemin, R. Cayouette et D. Doyon 9074, (QUE). Saint-Jean-Chrysostôme, 17 mai 1969, érablière, sous-bois rocheux, exposition sud, J. Cayouette 1273, (QUE); *ibid.*, 31 mai 1969, rang des Belles-Amours, érablière, sous-bois rocheux, avec *Adiantum* J. Cayouette 1297, (QUE).

Notons, avec Marie-Victorin (1935, 1964), que nous n'avons jamais rencontré *H. americana* en compagnie de *H. acutiloba*. Les collines du nord du comté de Lévis, pourtant très voisines, comptent soit l'une, soit l'autre espèce; jamais les deux ensemble.

Anemone quinquefolia L. — C'est une espèce apalachienne que Marie-Victorin (1935, 1964) mentionne pour le sud du Québec. Comme pour *Hepatica americana*, Raymond (1950), sans préciser de localité, fixe la limite orientale d'*A. quinquefolia* à la rivière Chaudière. Cayouette (1957), pour sa part, cite une station extrême près de l'embouchure de la Chaudière, à Saint-Romuald.

Depuis ce temps, bon nombre de récoltes ont été effectuées. Leur énumération résume nos connaissances sur la distribution de cette espèce dans le comté de Lévis. Ce sont: Saint-Etienne, 31 mai 1968, bordure d'un champ entouré

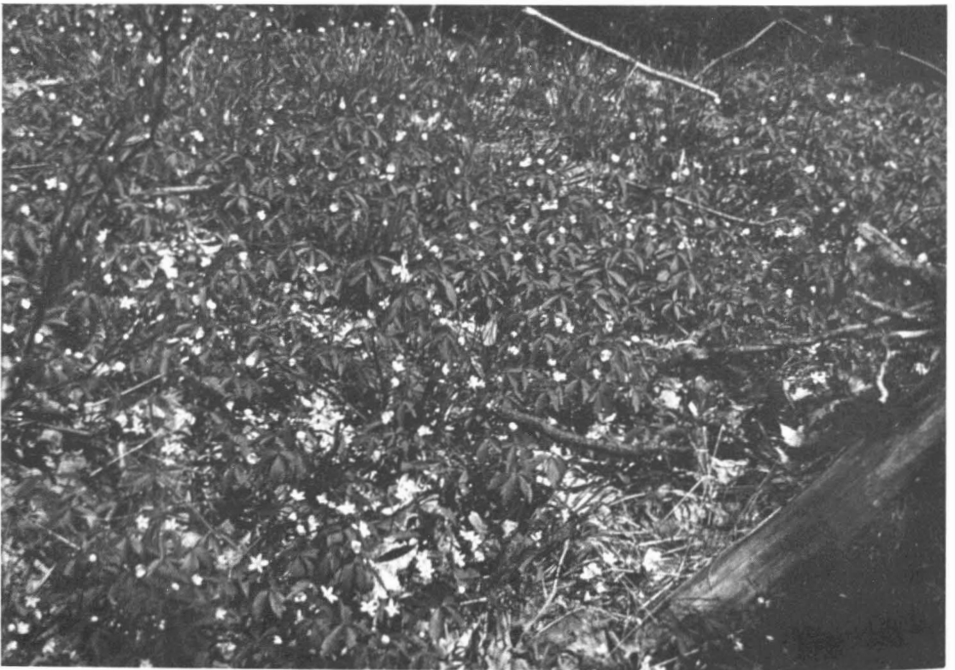


FIGURE 1: Colonie luxuriante d'*Anemone quinquefolia* sur sommet de colline à chêne rouge. Doyon et Cayouette, Études sur la flore du comté de Lévis. II

de bois, C. Lortie *et al.* 68-247, (QUE). Breakeyville, 25 mai 1953, bord de la rivière, A. Gagnon 3492, (QFS). Saint-Nicolas, 30 mai 1968, bois d'érable rouge, de frêne et d'érable de Pennsylvanie, C. Lortie *et al.* 68-216, (QUE). Saint-Romuald, 7 juin 1956, berge sablonneuse d'un ruisseau, embouchure de la Chaudière, R. Cayouette 56-30 et 56-32, (QUE). Saint-David, 13 mai 1968, frênaie, C. Lortie *et al.* 68-48, (QUE); *ibid.*, 3 juillet 1968, bois de chêne, d'ostryer et d'érable à sucre, C. Lortie *et al.* 7084, (QUE); *ibid.*, 21 mai 1969, colline de la formation Charny, sous *Quercus rubra*, R. Cayouette, D. Doyon *et al.* 9066, (QUE).

Des études de végétation sur les collines avoisinant la Chaudière et l'Etchemin nous ont démontré que l'habitat optimum d'*A. quinquefolia* est le sommet de collines souvent couvert de chêne rouge. Sur ces sites, les colonies sont luxuriantes (fig. 1). Ailleurs, en bordure des rivières, sous la frênaie ou dans les érablières en flanc de collines, on ne rencontre que des plants isolés. La plupart des récoltes faites jusqu'à ce jour dans la région laissaient supposer qu'*A. quinquefolia* pouvait pratiquement être considéré comme une plante riparienne. Au contraire, c'est une espèce des bois secs des sommets, bois de pins et de chêne rouge, aussi bien sous notre latitude qu'au Wisconsin (Curtis, 1959), avec cette différence que la plante est plus fréquente au Wisconsin.

Références

- BRUNET, abbé O., 1865. Catalogue des plantes canadiennes contenues dans l'herbier de l'Université Laval et recueillies pendant les années 1858-65. Québec, C. Darveau, 64 pages.
- CAYOUCETTE, R., 1957. Note sur la distribution de *Waldsteinia fragarioides* (Michx.) Tratt. et d'*Anemone quinquefolia* L. *Anns ACFAS*, **23**: 97.
- CURTIS, J.T., 1959. The vegetation of Wisconsin. Univ. Wisconsin Press, Madison, 657 + XI pages.
- DECHAMPLAIN, abbé A.A. et abbé E. LEPAGE, 1941. Additions importantes à la flore de Rimouski. *Naturaliste can.*, **68**: 21-25.
- DOYON, D. et R. CAYOUCETTE, 1969. Études sur la flore du comté de Lévis. I — Notes sur quelques espèces d'importance phytogéographique. *Naturaliste can.*, **96**: 749-757.
- FERNALD, M.L., 1950. Gray's manual of botany, 8th edition. American Book Company, New York, 1632 pages, illus.
- LANJOUW, J. and F.A. Stafleu, 1964. Index Herbariorum, 5th ed., Utrecht, International Bureau for Plant Taxonomy and Nomenclature, International Association for Plant Taxonomy.
- LOUIS-MARIE, Père, 1941. Problèmes de biologie végétale. Institut Agricole d'Oka, La Trappe, 135 pages, illus.

- MARIE-VICTORIN, Frère, 1929. Les Liliiflores du Québec. *Contr. Lab. Bot. Univ. Montréal*, **14**, 202 pages, illus.
- MARIE-VICTORIN, Frère, 1935. Flore laurentienne. Montréal, Imprimerie de La Salle, 917 pages, illus.
- MARIE-VICTORIN, Frère, 1964. Flore laurentienne. Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal, 2^e édition, revue et mise à jour par Ernest Rouleau, 925 pages, illus.
- PROVANCHER, abbé L., 1862. Flore canadienne. Québec, Joseph Darveau, imprimeur-éditeur, XXIX + 842 pages, illus.
- PROVANCHER, abbé L., 1877. Calendrier de Flore pour 1877. *Naturaliste can.*, **9**: 167, 168.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, **5**: 1-147.
- RAYMOND, M., 1951. Sedges as material for phytogeographical studies. *Mém. Jard. bot. Montréal*, **20**: 1-23.
- SCOGGAN, H. J., 1957. Flora of Manitoba. National Museum of Canada, Bull. 140, 619 pages, illus.

LOCALISATION DES PIGMENTS FLAVONIQUES DANS LES FLEURS
D'*ANAPHALIS MARGARITACEA* (L) C.B. CLARKE

GÉRALD FAVREAU et YVON RAYMOND
École de pharmacie, Université Laval

Résumé

La différence de localisation des flavonoïdes dans les fleurs d'*Anaphalis margaritacea* met en évidence que seuls les dérivés de type flavone sont présents dans les pétales blancs. Au contraire, les flavonols dont le kaempférol et la quercétine se fixent sur la partie fibreuse jaune. Seuls des dérivés d'acide cinnamique et phénolique ont été isolés des pédoncules et des aigrettes.

Abstract

From different parts of flowering tops of *Anaphalis margaritacea*, only flavones have been isolated in white petals, particularly apigenin. The yellow silky fiber contains flavonols: kaempferol and quercetin. There are no flavonoïdes in peduncle and aigrets but cinnamic and phenolic derivatives.

Dans les publications antérieures (7, 8) nous avons mis en évidence la présence de dérivés flavoniques dans les sommités fleuries d'*Anaphalis margaritacea*. De plus, nous avons constaté l'absence de ces mêmes dérivés (9) dans les racines et tiges aussi bien que dans les feuilles.

Dans ce présent travail, nous nous sommes intéressés plus particulièrement à la localisation des dérivés flavoniques dans les différentes parties de l'appareil floral.

Protocole expérimental

Une première dissection des capitules a permis de séparer trois parties : les pétales blancs, les aigrettes qui forment la partie centrale du capitule et les pédoncules laineux. Subséquemment, les pédoncules laineux sont pulvérisés et passés au tamis. Nous séparons de cette façon une poudre verte finement pulvérisée qui est le pédoncule proprement dit et une fibre jaune dépourvue de pigments chlorophylliens. C'est sur ces quatre parties de l'appareil floral qu'a porté notre étude.

Chacune des parties est soumise à une extraction méthanolique au Soxhlet pendant 20 heures. Les solutions méthanoliques sont concentrées à petit volume et précipitées par le chloroforme. Les précipités obtenus sont lavés

plusieurs fois par le chloroforme. Nous obtenons des résidus de diverses colorations. Les extraits de pétales et de fibres laineuses sont jaunes, quant aux résidus de poudre de pédoncules et d'aigrettes, ils sont de coloration beige.

TABLEAU I
Identification des chromogènes

	<i>Couleur de la poudre</i>	<i>Test de la cyanidine</i>	<i>Nature des chromogènes</i>
Pétales	jaune verdâtre	orangé	flavones
Fibres laineuses	jaune serin	rouge	flavonols
Aigrettes	beige	brun pâle	absence de flavonoïdes présence d'acides phénoliques et cinnamiques
Pédoncules	beige	brun pâle	id.

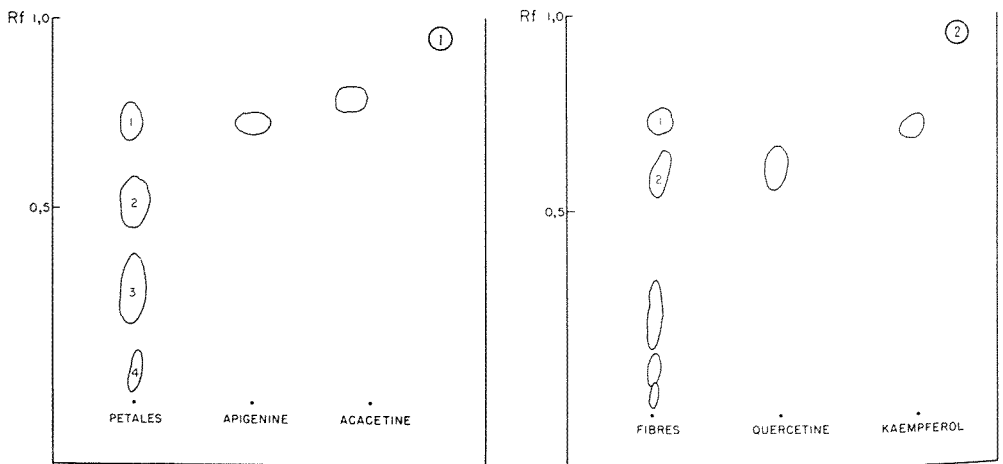


FIG. 1. Chromatographie en couche mince sur pâte de nylon : extrait de pétales. Solvant : acétone. Temps de révélation : 3 heures. Migration : 13,5 cm. Température ambiante : 20°C. Révélateur : U. V. et Benzidine diazotée.

FIG. 2. Chromatographie en couche mince sur pâte de nylon : extrait de fibres. Solvant : acétone. Temps de révélation : 3 heures. Migration : 13,5 cm. Température ambiante : 20°C. Révélateur : U. V. et Benzidine diazotée.

RÉSULTATS

A — Réactions chromogéniques

Sur chaque précipité, nous avons effectué un essai des flavonoïdes par le test dit de la cyanidine (tableau I). Nous constatons d'une part la présence de flavonoïdes dans les pétales et les fibres laineuses, d'autre part les extraits de pédoncules et d'aigrettes ne répondent pas au test, d'où absence de substances chromogéniques de type flavonoïdes. De plus, la réaction chromogénique va dans le sens des flavones pour ce qui est des pétales et des flavonols dans le cas des fibres laineuses.

B — Séparation des flavones des pétales

Plusieurs essais de séparation en chromatographie sur couche mince ont été réalisés, utilisant la silice, le magnésol ou le polyamide comme support (1,2,3,10,12,13,14,15,16). N'ayant pas obtenu de séparation satisfaisante, nous avons utilisé un gel de pâte de nylon (Light and Co. Colnbrook England) qui nous a donné des résultats supérieurs. Le gel est préparé de la façon suivante : 60 g de pâte de nylon suspendu dans 100 ml. d'eau distillée. Nous obtenons alors une couche de 250 microns d'épaisseur. Nous avons séparé de cette façon quatre flavones (dérivés de la 2-phényl- γ -benzo pyrone) en utilisant l'acétone comme solvant de développement.

TABLEAU II

Comportement chromatographique et spectrophotométrique des flavones pétales

	<i>Rf</i> <i>Adsorbant : nylon</i> <i>Solvant : Acetone</i>	λ max (nm)	
		λ 1	λ 2
Flavone 1	0,71	335	268
Flavone 2	0,58	317	268
Flavone 3	0,28	317	268
Flavone 4	0,08	348	268
Apigénine	0,71	335	268
Acacétine	0,77	328	269

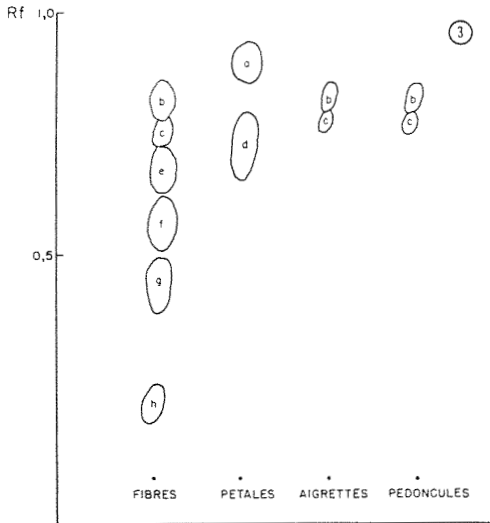


FIG. 3. Chromatographie sur papier Whatman N° 1. Solvant : Forestal. Révélateur : U. V. et Benzidine diazotée. a) Rf 0,89 : mélange de flavones b) Rf 0,78 : acide chlorogénique c) Rf 0,74 : acide protocatéchique et/ou caféique d) Rf 0,72 : Apigénine e) Rf 0,65 : non identifié, non phénolique f) Rf 0,55 : Kaempférol g) Rf 0,40 : Quercétine h) Rf 0,13 : non identifié.

TABLEAU III

Comportement chromatographique et spectrophotométrique des flavonols fibres laineuses

	<i>Rf</i> <i>adsorbant : nylon</i> <i>Solvant : Acetone</i>	<i>λ max (nm)</i>	
		<i>λ 1</i>	<i>λ 2</i>
Flavonol 1	0,72	367	268
Flavonol 2	0,65	370	257
Kaempférol	0,72	367	268
Quercétine	0,65	370	257

Les différentes taches sur le chromatogramme provenant de l'extrait de pétales apparaissent à la figure 1 et au tableau II. Chacune de ces taches est récupérée par la technique d'élution et leur spectre d'absorption dans l'ultraviolet est ensuite analysé. Utilisant des substances de référence, nous avons pu préciser la présence d'apigénine et l'absence d'acacétine dont d'autres méthodes nous avaient fait présumer la présence dans les sommités fleuries. Pour ce qui est des trois autres taches, nous avons pu déterminer leur nature flavonique, sans toutefois en arriver à leur identification.

C — Séparation des flavonols des fibres laineuses

La même méthode de chromatographie en couche mince a été utilisée pour les flavonols (dérivés de la 3-hydroxy-2-phényl- γ -benzo-pyrone) des fibres. Les résultats sont présentés à la figure 2 et au tableau III. Par cette méthode, nous avons identifié la quercétine et le kaempférol, les autres taches apparaissant sur le chromatogramme ne sont pas des flavonols.

D — Chromatographie sur papier des différents extraits

Nous avons voulu préciser par chromatographie sur papier les résultats obtenus par chromatographie en couche mince (figure 3). Les valeurs de Rf que nous avons obtenues dans tous les cas confirment ceux de la littérature en ce qui concerne l'apigénine, le kaempférol et la quercétine (14,15). Les autres taches fluorescentes sont des dérivés d'acide benzoïque ou cinnamique. Comme nous pouvons le constater, l'acide chlorogénique et caféïque sont présents dans les aigrettes et les pédoncules tout comme dans les fibres. Pour ce qui est des pétales, il y a absences de dérivés cinnamiques et benzoïques.

Discussion et conclusion

Le problème de la localisation des flavonoïdes est relié à celui de leur biosynthèse. Il est important de se demander aussi bien pour satisfaire notre esprit que pour faire suite aux problèmes soulevés par d'autres chercheurs (4,5,6) à savoir où, c'est-à-dire à quel endroit précis se fait la synthèse des flavonoïdes. Il semblerait que, dans le cas de l'Immortelle, la synthèse des flavonoïdes ne se fasse qu'au niveau des sommités fleuries et même à ce niveau, par les résultats qu'on possède, nous pouvons présumer que leur synthèse n'aura lieu qu'au niveau des pétales et de la fibre laineuse du pédoncule.

De plus, les flavones, localisées dans les pétales, n'expliquent pas l'absence de coloration des pétales, mais leur présence vient corroborer des faits présentés par d'autres chercheurs. En effet, par les travaux de Roller et Reznik et de plusieurs autres chercheurs (11), l'apigénine, la lutéoline, le kaempférol et la quercétine sont des flavonoïdes les plus souvent rencontrés dans les fleurs à pétales blanches. Or comme nous pouvons le constater, par les résultats obtenus chez l'Immortelle, les flavones seules sont isolées des pétales, même si les flavonols sont présents dans une autre partie de la fleur.

En résumé, la localisation des flavonoïdes dans les fleurs de l'Immortelle ne nous permettrait-il pas de reposer le problème de leur synthèse non pas seulement en fonction de l'organe mais plutôt en fonction de l'unité structurale. Dans ce cas-ci, les résultats obtenus illustrent bien la nécessité de séparer les éléments structuraux *vg.* : les fibres et les pétales.

References

1. AURENGE, J. et L. GELPI, 1968. Contribution de l'analyse par chromatographie en couche mince à l'étude de la synthèse des tanins. *J. Chromat.*, **34**: 186-194.
2. BARZ, W., 1969. Stoffwechsel aromatischer Pflanzeninhaltsstoffe I. Ueber den Umsatz von Isoflavonen und Wöstanen und *Cicer arietinum* L, und *Phaseolus Aureus* Robx. *Z. Naturf.*, **24 b**: 234-239.
3. CONRADIE, J. D. and L. P. NEETHLING, 1968. A rapid TLC method for the Anthocyanins in Grape varieties. *J. Chromat.*, **34**: 419-420.
4. DELAVEAU, P. et R.R. PARIS, 1968. Répartition des pigments flavoniques dans les feuilles panachées. *C. r. Acad. Sci.*, Paris, Ser D, **267**: 317.
5. DELAVEAU, P., 1968. Essai de localisation histochimique des flavonoïdes par observation en lumière ultra-violette. *C. r. Acad.*, Sci., Paris, Ser D, **267**: 726-8.
6. DELAVEAU, P. et R. R. PARIS, 1969. Répartition anatomique et histologique des flavonoïdes chez le *Ruscus racemosus* L. *C. r. Acad. Sci.*, Paris, Ser D, **269**: 1074-6.
7. FAVREAU, G. et Y. RAYMOND, 1967. Étude préliminaire des pigments de sommités fleuries d'*Anaphalis margaritacea* (L). C. B. Clarke. *Naturaliste can.*, **94**: 63-71.
8. FAVREAU, G. et Y. RAYMOND, 1967. Séparation et identification des polyphénols d'*Anaphalis margaritacea* (L). C. B. Clarke. *Annls ACFAS*, Nov. 1967: 35.
9. FAVREAU, G. et Y. RAYMOND, 1968. Les flavonoïdes de l'Immortelle *Anaphalis margaritacea* (L). C. B. Clarke: Étude de leur localisation. *Annls ACFAS*, Nov. 1968: 62.
10. FISH, F. and W. R. KRICH, 1968. Two-dimensional TLC of Polyphenols from *Dryopteris species*. *J. Chromat.*, **36**: 381-387.
11. GOODWIN, T. W., 1965. Chemistry and biochemistry of plants pigments. Academic Press, p. 270 (By J. B. Harborne).
12. GUPTA, S. B., 1968. TLC separation of flavonoïdes in *Medicago* (*Papilionacees*). *J. Chromat.*, **36**: 258-261.
13. HARPER, D. B. and H. SMITH, 1969. Analytical and preparative thinlayer chromatography of flavonol glycosides and their acylated derivatives from pea tissues. *J. Chromat.*, **41**: 138-140.
14. HEFTMAN, E., 1967. Chromatography. Rheinhold Publishing Corp., 87-692.
15. LARSON, R. L., 1969. Magnesol TLC of flavonoïd compounds. *J. Chromat.*, **43**: 281-290.
16. RANDERATH, K., 1965. Thin-layer chromatography. Academic Press, 175-184.

TRENDS IN NUTRIENT LEVELS OF LOWBUSH BLUEBERRY LEAVES DURING FOUR CONSECUTIVE YEARS OF SAMPLING ¹

L. R. TOWNSEND and I. V. HALL

Research Station, Canada Department of Agriculture,
Kentville, Nova Scotia

Abstract

The levels of N, P, K, Ca, Mg, Mn and Fe in the leaves of the lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium* Ait. were determined at various dates through 4 growing seasons, 2 years of sprout growth and 2 crop years.

In crop years the levels of N decreased during the period July 22 to Sept. 22 suggesting that this element was being translocated from the leaves to the fruit. In contrast during the sprout years the N levels increased in the leaves during the same period. However, for the other nutrients the trend was the same in the crop years as in the sprout years. Optimum nutrient levels of N, P, K, Ca and Mg in leaves are suggested on the basis of this and previous studies.

Résumé

Les quantités de N, P, K, Ca, Mg, Mn et Fe dans les feuilles de bleuets (*Vaccinium angustifolium* Ait.) furent déterminées plusieurs fois pendant quatre saisons de croissance, deux saisons de croissance végétative et deux saisons de croissance reproductive ou années de récolte.

Au cours des années de récolte, les quantités d'azote diminuent (du 22 juillet au 22 septembre), d'où la suggestion d'un transfert de cet élément, des feuilles au fruit. Au contraire, les quantités d'azote des feuilles de la croissance végétative augmentent au cours de cette période.

Quant aux variations des autres éléments nutritifs, elles présentent les mêmes tendances dans les années de récolte et dans les années végétatives. Nous présentons dans ce travail des conclusions quant aux quantités optimales d'azote, de phosphore, de potassium, de calcium et de magnésium dans les feuilles.

¹ Contribution No. 1362 from the Research Station, Canada Department of Agriculture, Kentville, Nova Scotia.

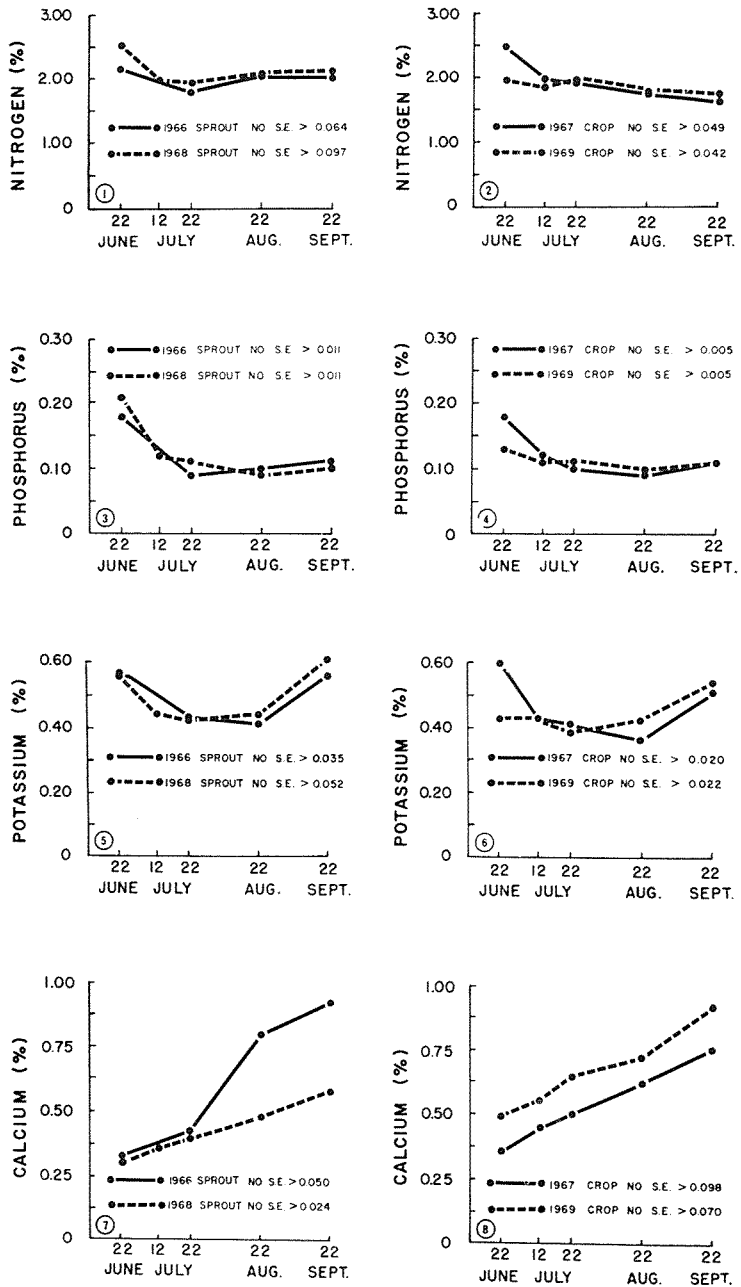


FIG. 1-8. Seasonal changes in nutrient levels (dry weight basis) in lowbush blueberry leaves.

Introduction

The subject of nutrient levels in lowbush blueberry leaves has received much attention in the State of Maine by Trevett and his co-workers (Trevett, 1962 ; Trevett, Carpenter and Durgin, 1968). They have considered such topics as methods for sampling, optimum time for sampling, differences between species, tip leaves versus basal leaves, first crop year versus burn year, and changes in levels due to fertilization. The first work on nutrient levels of the lowbush blueberry in Canada was done by Lockhart and Langille (1962). Hall *et al.* (1964) have shown in glasshouse studies that the pH of the soil in which the plants were growing had a marked effect on uptake of nutrients, and more recently Townsend *et al.* (1968) have shown that the rhizome plays an important role in releasing nutrients to the leaves.

This study reports on changes in the nutrient levels of leaves from 5 clones of the lowbush blueberry during 2 sprout and 2 crop years.

Materials and methods

The plants used in this study were propagated from softwood cuttings and were established in 1964 as a planting of 8 plants per clone at the Sheffield Farm of the Kentville Research Station. These plants bore a heavy crop of fruit in both 1967 and 1969. The soil at this location is a Somerset sandy loam and has been described by Cann *et al.* (1965).

Samples of 20 mid-shoot leaves were collected from each plant and those representative of a single clone composited to give one sample of 160 leaves. Thus 5 samples, representing 5 clones were collected at each of the various sampling dates during the growing season. Collections were made during 4 successive years, 2 sprout and 2 bearing.

Total N was determined by a micro-Kjeldahl procedure, K by flame photometry, and Ca and Mg by atomic absorption. Phosphorus, Mn (Ward and Johnson, 1962) and Fe (Chapman and Pratt, 1961) were determined colorimetrically.

Results

Levels of N in the leaves (figs. 1-2) are of singular interest since the pattern of change differed significantly between the sprout and crop years. In the sprout years there was a sharp drop between the first (June 22) sampling dates and second (July 12) followed by a small but gradual increase throughout the remainder of the sampling period. In the crop years there was a similar sharp drop during the same period but after July 22 the levels of N in the

leaves tended to decrease rather than increase. This was the only nutrient whose pattern of change differed between sprout and crop years.

The levels of P in the leaves were highest on June 22, declined sharply until the second sampling date (July 12) and then tended to remain relatively constant throughout the remainder of the sampling period (figs. 3-4).

Potassium levels were high at the first sampling date (June 22) lowest at mid-summer, but by September 22 had increased to values as high as those encountered at the first sampling date (figs. 5-6).

The levels of Ca increased with each sampling date reaching a maximum in late September (figs. 7-8). This is the usual pattern for calcium (1, 12).

Manganese behaved similar to K in that it declined until mid-summer and increased during the late summer (figs. 11-12).

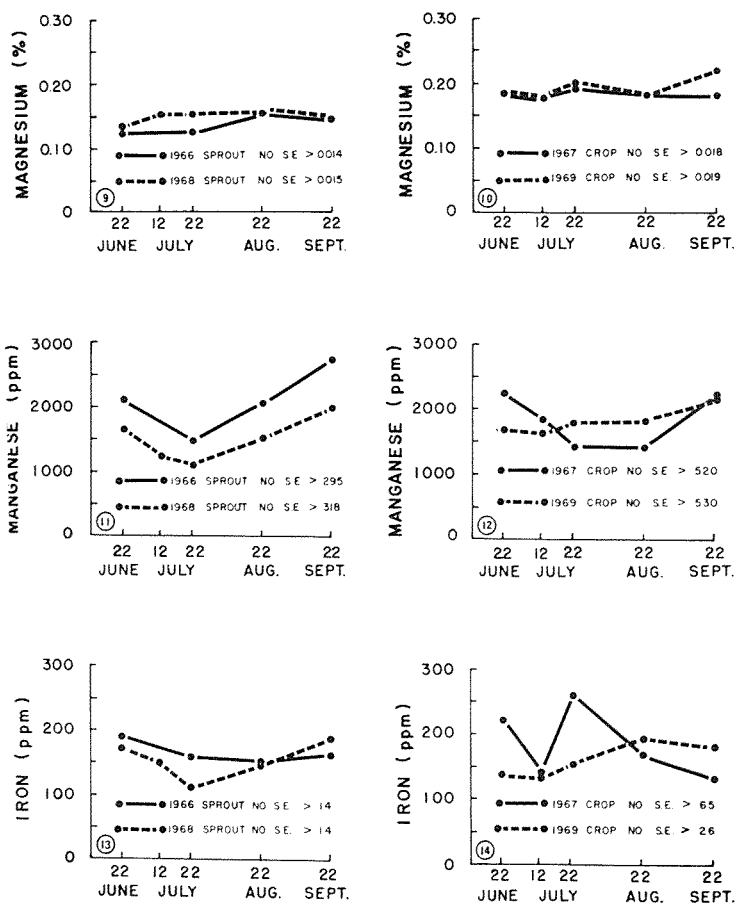


FIG. 9-14. Seasonal changes in nutrient levels (dry weight basis) in lowbush blueberry leaves.

The levels of Mg remained relatively uniform throughout the sampling period, but were somewhat higher in the crop years than in the sprout years (figs. 9-10). Iron levels were variable and did not show any definite pattern (figs. 13-14).

Discussion

Lowbush blueberry stands are being more intensively managed each year in an effort to obtain a greater return per unit of land. As the plants produce a greater crop and make greater vegetative growth, the need for nutrients to replace those lost through cropping and burn-pruning becomes more apparent. One of the most common and useful methods of assessing the nutrient requirements of plants is to establish the optimum nutrient levels in the leaves. When declining yields or chlorotic leaves suggest a nutrient imbalance, a tissue analysis is carried out. If the nutrient levels are below those considered optimum, fertilizer is added to bring the levels to desired values.

On the basis of this study and earlier investigations, we tentatively suggest for maximum production that the levels of the various nutrients in the leaves at the time of flower bud initiation should be :

<i>Nutrients</i>	<i>Range of concentration (%)</i>
N	1.50 — 2.00
P	.08 — .12
K	.40 — .55
Ca	.40 — .65
Mg	.15 — .20

Our data show a difference in N trends between the sprout and crop years (figs. 1-2). We believe that during the crop years a decrease in the levels of N during the summer and fall is due to the translocation of this element from the leaves into the fruit. Although this finding is well known in apples (Rogers, Batjer and Thompson, 1953) we believe this is the first instance of its being reported in the lowbush blueberry.

The levels of a particular element did not differ greatly between clones at a given time in the growing season since the standard errors for each date were small (figs. 1-8). This is quite surprising because the lowbush blueberry is highly variable and major differences have been found among clones in fruit volatiles (Hall, Forsyth and Lightfoot, 1969) sugar levels of fruit (Barker, Wood and Collins, 1963) and reducing sugars of leaves (Hall, Forsyth, Lockhart and Aalders, 1966).

In general our values follow those found by Trevett *et al.* (1968) with respect to seasonal trends. Exceptions, however, were Mg and K. Our values showed, irrespective of year, very little change in Mg during the sampling period and low values for K during mid-summer whereas the Maine workers found that Mg increased and K decreased throughout the growing season.

Acknowledgements

The technical assistance of C. Brister and R. Newbery is gratefully acknowledged.

Références

1. BALLINGER, W. E., 1966. Seasonal trends in Wolcott blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) leaf and berry composition. *Bull. N. Carol. agric. Exp. Stn.*, 173.
2. BARKER, W. G., F. A. WOOD and W. B. COLLINS, 1963. Sugar-levels in fruits of the lowbush blueberry estimated at four physiological ages. *Nature*, **198**: 810-811.
3. CHAPMAN, H. D. and P. F. PRATT, 1961. Methods of analysis for soils, plants and water. *Univ. Calif. Div. agric. Sci.*
4. CANN, D. B., J. I. MACDOUGALL and J. D. HILCHEY, 1965. Soil Survey of Kings County, Nova Scotia. *Rep. Nova Scotia Soil Surv., Truro*, **15**.
5. HALL, I. V., L. E. AALDERS and L. R. TOWNSEND, 1964. The effects of soil pH on the mineral composition and growth of the lowbush blueberry. *Can. J. Pl. Sci.*, **44**: 433-438.
6. HALL, I. V., F. R. FORSYTH and H. J. LIGHTFOOT, 1969. Volatiles from developing fruit of *Vaccinium angustifolium*. *J. Can. Inst. Food Technol.*, **3**: 1-3.
7. HALL, I. V., F. R. FORSYTH, C. L. LOCKHART and L. E. AALDERS, 1966. Effect of time of day, a parasitic fungus, and a genetic mutation on rate of photosynthesis in the lowbush blueberry. *Can. J. Bot.*, **44**: 529-533
8. LOCKHART, C. L. and W. M. LANGILLE, 1962. The mineral content of the lowbush blueberry. *Can. Pl. Dis. Surv.*, **42**: 124-128.
9. ROGERS, B. L., L. P. BATJER and A. H. THOMPSON, 1953. Seasonal trends of several nutrient elements in Delicious apple leaves expressed on a per cent and unit area basis. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, **61**: 1-5.
10. TOWNSEND, L. R., I. V. HALL and L. E. AALDERS, 1968. Chemical composition of rhizomes and associated leaves of the lowbush blueberry. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, **93**: 248-253.
11. TREVETT, M. F., 1962. Nutrition and growth of the lowbush blueberry. *Bull. Me agric. Exp. Stn.*, **605**.
12. TREVETT, M. F., P. N. CARPENTER and R. E. DURGIN, 1968. Seasonal trend and interrelation of mineral nutrients in lowbush blueberry leaves. *Bull. Me agric. Exp. Stn.*, **665**.
13. WARD, G. M. and F. B. JOHNSON, 1962. Chemical methods of plant analysis. *Publs Can. Dept. Agr.*, **1064**.

SUR QUELQUES SOUS-ESPÈCES
D'ORNITHOPTERA VICTORIAE GRAY (PAPILIONIDAE)

F. SCHMID

Institut de la Recherche entomologique
Ottawa, Ontario.

Résumé

Orn. victoriae resplendens Ehrmann est placé en synonymie de *regis*, Rothschild, un ♂ probable de *reginae* Salvin est signalé de Choiseul, un couple de *victoriae* Gray véritable de Santa Ysabel et *epiphanes* n. ssp. est décrit de San Cristobal et Bauro.

Abstract

Orn. victoriae resplendens Ehrmann is placed in synonymy of *regis* Rothschild, a probable ♂ of *reginae* Salvin is recorded from Choiseul Isl., a pair of real *victoriae* Gray from Santa Ysabel and *epiphanes* n. ssp. is described from San Cristobal and Bauro Isls.

Introduction

Ornithoptera victoriae Gray est une espèce largement répartie à travers l'Archipel des Salomons. Son aire de distribution très fragmentée a favorisé l'apparition de plusieurs sous-espèces dont six ont été signalées à ce jour, une septième étant décrite dans ce travail.

Si nous considérons la répartition géographique des sous-espèces, nous pouvons constater qu'elle est curieusement irrégulière. Les sous-espèces sont les plus communes et les plus caractéristiques aux deux extrémités de l'archipel. Dans les îles du centre, elles sont, sauf une exception, taxonomiquement intermédiaires, de validité douteuse et les insectes sont très rares ou même absents de certaines îles. Ainsi, *regis* paraît être commun à Bougainville et *victoriae* à Guadalcanal et Nggela ; *reginae* est localisée à Malaita et *epiphanes* à San Cristobal et Bauro ; ces formes sont facilement reconnaissables. *Rubianus* Rothschild, qui est très caractéristique, peuple Kolombangara, Rubiana et Rendova, mais y est très rare. *Resplendens* signalé de Choiseul et *isabellae* Rothschild de Santa Ysabel sont intermédiaires entre certaines des précédentes et paraissent aussi être très rares. A Vellu Lavella, en Nouvelle-Géorgie et dans les Iles de Russell, l'espèce est probablement absente ou elle y est si rare qu'elle n'y a pas encore été signalé, à ma connaissance.

Une explication possible de ces faits est que l'espèce est en forte spéciation aux deux extrémités de l'archipel où les conditions lui sont les plus favorables. Dans le centre, certains facteurs écologiques encore indéterminés pourraient être moins propices, soit aux insectes eux-mêmes, soit à leur plante nourricière, ce qui expliquerait la rareté des individus. Sauf pour *rubianus*, dont la validité ne pose pas de problème, il semble n'y avoir pas de spéciation dans les îles centrales.

Personnellement, je ne crois pas à la validité de *resplendens* que je place ci-dessous en synonymie de *regis*, ni à celle de *isabellae*, que je ne connais pas encore *in natura* car de nombreux *regis* de Bougainville correspondent à la définition de Jordan donnée plus bas. Je signale ici la présence de plusieurs *regis* indubitables, d'un *reginae* probable à Choiseul et d'un *victoriae* certain à Santa Ysabel. Ces trois sous-espèces cohabitent dans ces deux îles, mais elles n'y prospèrent apparemment guère et, comme elles sont très voisines, elles pourraient s'y croiser et produire des hybrides de nature intermédiaire, comme *isabellae* et le *reginae* probable. *Isabellae* devra certainement être supprimé aussi, ce qui ramènera le nombre des sous-espèces à cinq : *regis*, *victoriae*, *reginae*, *epiphanes* et *rubianus*. Plus de matériel des îles centrales est nécessaire pour résoudre ce problème.

J'ajouterai que *regis* et *victoriae* sont très voisins et ne sont guère séparables que statistiquement, certains spécimens du premier qui est spécialement variable, présentant les mêmes caractères que le second, ce qui rend souvent la distinction possible que par l'étiquette de provenance.

Ornithoptera victoriae resplendens Ehrmann

Cette sous-espèce, décrite de Choiseul, est connue, outre la description originale, par une photo du couple typique donnée par Holland (1927 : 325, pl. XXX).

La principale particularité du ♂ semble être que la bande radiale des ailes antérieures débute presque au même niveau de la longueur de l'aile que celui où se termine la bande anale, quoique ces deux zones ne soient pas réunies. Ce caractère se retrouve chez de nombreux *regis* de Bougainville et parfois même à l'état plus accentué, les deux bandes étant alors franchement réunies par un sablé métallique plus ou moins dense (Schmid 1970 : 103).

La ♀ montre toutes ses taches claires fortement réduites, les taches marginales des ailes postérieures en particulier étant réduites au minimum et au nombre de trois seulement. Ces caractères aussi se retrouvent chez certains *regis* de Bougainville et cela parfois à l'état plus accusé : j'ai vu plusieurs spécimens qui ont perdu toutes leurs taches marginales et cela aux deux ailes.

Holland pense que *resplendens* pourrait être synonyme d'*isabellae*. Cela ne peut pas être, puisque chez ce dernier la bande radiale est typiquement plus courte que chez *regis* : « länger und schmärer als bei *victoriae* und kürzer und breiter als bei *regis* » affirme Jordan (*in* Seitz 1927 : 12).

J'ai examiné 8 ♂♂ 15 ♀♀ déposés au Musée Américain d'Histoire Naturelle à New York, qui sont étiquetés « Choiseul ». La plupart des ♂♂ ont la couleur métallique au dessus des ailes bien verte, mais quelques-uns sont plus dorés. La bande radiale des ailes antérieures s'étend en largeur sur trois cellules ; chez 6 spécimens, elle n'est pas particulièrement longue, mais chez les deux autres, elle est réunie à la bande anale par un sablé très léger. Les ♀♀ sont identiques à *regis*, avec les taches submarginales très petites et parfois absentes. Ces 23 spécimens sont donc des *regis* très typiques.

Je n'hésite donc pas à faire entrer ici *resplendens* en synonymie de *regis* (nov. syn.).

Ornithoptera victoriae reginae Salvin

J'ai récemment reçu 1 ♂ étiqueté « Choiseul, Sasamuga 5-III-1970 (D. M. Wilson) » qui se rapproche énormément de *reginae*. La bande radiale des ailes antérieures est un grand triangle équilatéral, court et massif, aux trois côtés légèrement convexes et couvrant la largeur de trois cellules. Aux ailes postérieures, les cellules I à V sont entièrement noires. La cellule VI, de même que la cellule discale sont vertes, sablées de noir. M_2 et M_3 sont finement bordées de vert, mais Cu_1 ne l'est pas. La bande dorée submarginale est relativement large, continue, mais très irrégulière, étant composée de 4 taches dorées, faiblement unies entre elles et entourant deux points translucides.

Tous ces caractères sont typiques d'un *reginae* bien coloré. Toutefois, deux d'entre eux se retrouvent chez *regis* et non chez *reginae*. Chez le premier, le bord postérieur des ailes antérieures est régulièrement convexe, alors que chez le second, il est le plus souvent rectiligne et comme aplati en son milieu ; chez mon spécimen, il est convexe. Chez *reginae*, la bande radiale est, à ma connaissance, toujours uniformément dorée, alors que chez *regis* elle contient occasionnellement un point noir ; ce dernier est présent chez mon spécimen.

Je ne pense pas qu'il s'agisse d'un *regis* exceptionnellement noir, car alors, la bande radiale des ailes antérieures serait réduite. J'ai vu deux *regis* de Bougainville semi-mélaniques. Chez l'un, la bande radiale est bien brillante, mais très courte et étroite et chez l'autre elle est très longue et étroite, mais réduite à un sablé doré sur fond noir.

Je ne me prononcerai pas définitivement sur l'identité de ce spécimen, mais si c'était un *reginae*, la présence de cette forme à Choiseul serait nouvelle et intéressante, car elle n'a jamais été signalée que de Malaita.

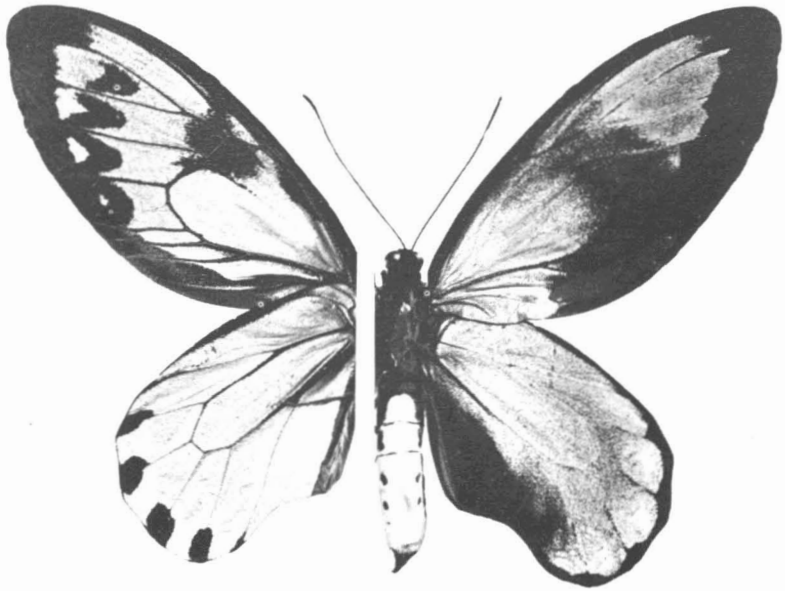


FIG. 1. *Ornithoptera victoriae epiphanes* n. ssp., holotype ♂ légèrement réduit.

Ornithoptera victoriae victoriae Gray

Un couple obtenu de Choiseul et capturé à Kia, 13-IV-1970 (D.M. Wilson) présente tous les caractères des *victoriae* typiques de Guadalcanal. Son identité ne fait donc pas de doute.

La bande radiale des ailes antérieures du ♂ est un petit triangle équilatéral couvrant deux cellules et demie. Aux ailes postérieures, les cellules III à V contiennent une ombre noire assez foncée et les cellules VI et discale un léger sablé noir. Chez la ♀, les taches submarginales sont assez grandes, comme chez un spécimen de Guadalcanal bien tacheté.

Ornithoptera victoriae epiphanes n. ssp.

Le premier à découvrir *Orn. victoriae* à San Cristobal fût M. R. Straatman, qui le signala dans les termes suivants (1969 : 79) : « *Although Seitz (1927) mentioned that O. victoriae was not known to occur on San Cristobal, adults and larvae... were found on this island... The female butterfly... has the markings on its wings larger and more yellow than in any other form of O. victoriae; the male has the bright green and yellow markings on the forewings joined. Both sexes are slightly smaller as compared to those on other islands* ».

J'ai récemment obtenu quatre couples, de cette forme de M. R. Straatman et je suis d'avis avec lui qu'il s'agit d'une sous-espèce nouvelle. Je le remercie

bien vivement de m'avoir autorisé à la décrire et à la nommer. J'ai préféré le nom d'*epiphanes* (titre impérial antique, le glorieux) à celui de *crystalbali* que nous avons utilisé dans notre correspondance. De Madame D. M. Wilson, j'ai également obtenu 2 ♂ ♂ 9 ♀ ♀ de la même île. A cause des amples variations qui se chevauchent partiellement les unes les autres chez certaines sous-espèces, j'ai choisi un holotype et un allotype particulièrement représentatifs que je décris et figure isolément. Les autres spécimens sont étiquetés comme paratypes et leurs variations sont citées plus ou moins globalement. Tous sont déposés dans mes collections.

Holotype ♂ (fig. 1) : assez semblable à *victoriae* s. str. avec la bande radiale des ailes antérieures de même forme mais nettement plus grande et réunie à la bande anale. Les derniers segments abdominaux et les valves sont plus largement teintés de jaune vif. Il ne me paraît pas possible de distinguer les diverses sous-espèces par la forme de la harpe. Peut-être celle d'*epiphanes* est-elle un peu plus grêle et plus sinueuse que celle des autres formes ? Mais je ne la figure pas.

Aux ailes antérieures, la bande anale s'étend jusqu'à l'extrémité de la cellule, mais le quart apical de cette dernière est sablé de noir. La bande radiale proprement dite, à laquelle il est arbitraire de fixer une limite proximale, est vert-doré et a la même forme, en court triangle équilatéral, que chez *victoriae*, mais elle est plus grande, s'étalant sur quatre cellules. Elle est réunie à la bande anale par un sablé métallique qui est doré contre la bande radiale et vert contre la bande anale. Ce sablé vert entoure complètement la cellule et n'est absent que d'une partie de la cellule II. Les ailes postérieures sont entièrement métalliques, sauf évidemment dans l'aire anale. La base et le centre sont vert acide, légèrement bleuté. La bordure apicale est vert-doré, aussi large que la moitié de la longueur des cellules apicales et composée de cinq taches. Les points translucides sont grands et au nombre de trois. Envergure : 130 mm.

Manowiriwiri, San Cristobal 13-1-1970 (R. Straatman).

Allotype ♀ (fig. 2) : assez semblable à *reginae*, mais toutes les taches blanches des deux ailes sont nettement plus grandes et la couleur jaune basale plus étendue. Les trois taches submarginales des ailes postérieures sont spécialement grandes ; elles sont irrégulières mais encore triangulaires, ce qui est un caractère primitif. La tache de la cellule des ailes antérieures est étranglée mais continue en son milieu. Toutes les taches discales sont présentes. La cellule VII des ailes postérieures est uniformément colorée, sauf pour une tache noire transversale peu après la base. La tache claire de la cellule VI est divisée en deux parties encore en faible contact antérieurement. La cellule II contient une « fenêtre » presque entièrement fermée et la cellule I est échancrée du côté du corps.



FIG. 2. *Ornithoptera victoriae epiphanes* n. ssp., allotype ♀, légèrement réduit.

Le fond est d'un beau noir velouté et les taches claires sont très blanches, sauf lorsqu'elles sont teintées de jaune. Sur les ailes antérieures, la couleur jaune teinte l'aire anale, la tache de la cellule sauf à son extrémité et l'extrême base des cellules II et III. Sur les ailes postérieures, le jaune est très vif à la base et s'éclaircit progressivement lorsque l'on s'approche de l'apex de l'aile; seules les taches discales des cellules IV et V et les taches submarginales des cellules II à V sont blanches. La base de la cellule des ailes antérieures est faiblement teintée de vert métallique comme certains *reginae*. En dessous, le jaune est plus étendu qu'en dessus. Il atteint l'apex de la cellule des ailes antérieures et s'est répandu sur toute l'étendue de l'aile postérieure. L'abdomen est entièrement jaune vif latéralement et ventralement. Envergure 160 mm.

Manowiriwiri, San Cristobal 16-1-1970 (R. Straatman).

Variations des paratypes ♂♂ : j'ai vu cinq spécimens d'une envergure comprise entre 120 et 140 mm. Voici quelques-uns de leurs principaux caractères.

1) L'extrémité de l'abdomen n'est pas plus jaune que chez l'holotype. La bande radiale et la bordure apicale des ailes postérieures sont d'un doré très jaune et la première n'est unie à la bande anale que sur le secteur radial et la cellule VI. Elle contient une tache noire dans la cellule VI. Points translucides des ailes postérieures au nombre de 4. Une tache discale noire est indiquée dans la cellule III.

Un ♂ de Manowiriwiri 6-11-1970 (R. Straatman).

2) La coloration jaune canari de l'extrémité de l'abdomen est très étendue et couvre, outre les valves, les faces latérales des quatre derniers segments et la face dorsale des deux derniers segments. Il y a un fort contraste entre le vert et le doré. La bande radiale contient un point noir et n'est unie à la bande anale que sur le secteur radial. Le bord antérieur des ailes postérieures est un peu concave et la partie apicale de l'aile postérieure droite est décolorée et rougeâtre, malformation des écailles que l'on retrouve chez presque toutes les sous-espèces.

Un ♂ de Manowiriwiri 21-1-1970 (R. Straatman).

3) L'extrémité de l'abdomen est faiblement teintée de jaune. La bande radiale est bien jaune et s'étend sur deux cellules et demie seulement. Elle est très faiblement unie à la bande anale par un sablé très léger qui se prolonge postérieurement jusque dans la cellule V et souligne longuement M_1 et courtement M_2 . Aux ailes postérieures la bordure apicale noire est particulièrement large et la bande dorée étroite, très verte et sans points translucides. Il y a un sablé noir plus ou moins serré dans les cellules II à V et au centre de la cellule discale.

Un ♂ de Manowiriwiri 8-11-1970 (R. Straatman).

4) Toute la moitié apicale de l'abdomen est jaune vif. La bande radiale est jaune doré clair, de très grande taille, s'étendant en largeur sur quatre cellules et en longueur depuis l'extrémité de la cellule discale presque jusqu'à l'apex de l'aile. Elle est très faiblement unie à la bande anale sur le secteur radial seulement, celle-là ne couvrant que les $\frac{2}{3}$ de la cellule. Ce spécimen est l'un des plus dorés que j'aie vus chez toutes les sous-espèces, la bande apicale des ailes postérieures emplissant toute la longueur des cellules apicales. Les points translucides sont au nombre de quatre, trois étant de grande taille.

Un ♂ de Kira Kira 31-V-1970 (D. M. Wilson).

5) Les trois derniers segments abdominaux seulement sont teintés de jaune. La bande radiale est jaune doré, un peu plus petite que celle du spécimen

précédent et presque pas unie à la bande anale. R_5 est coloré. Aux ailes postérieures, la bande dorée emplit les $\frac{2}{3}$ de la largeur des cellules apicales. La base de ces dernières et le centre de la cellule sont sablés de noir.

Un δ de Kira Kira 23-V-1970 (D. M. Wilson).

Nous trouvons donc chez *epiphanes* les mêmes variations de dessins, de coloration et les mêmes malformations des écailles et de la forme des ailes que chez les autres sous-espèces : le vert basal et l'or apical sont plus ou moins contrastés ; la bande radiale des ailes antérieures est plus ou moins large, est plus ou moins unie à la bande anale et peut contenir une tache noire ; le bord noir des ailes postérieures est plus ou moins large ; la bande dorée varie aussi beaucoup en largeur et contient des points translucides en nombre variant de 0 à 4 et eux-même de taille variée ; une ou plusieurs taches discales noires peuvent être visibles et le centre de l'aile plus ou moins ennuagé de noir. Des écailles rougeâtres peuvent envahir certaines parties de l'aile et le bord antérieur de celle-ci peut devenir concave.

Variations des paratypes ♀ ♀ : les 12 spécimens dont je dispose ont une envergure comprise entre 150 et 170 mm ; la taille est donc moins variable et plus petite que chez *reginae* chez qui elle varie de 155 à 195 mm. Un spécimen a les taches marginales des ailes postérieures plus grandes que chez l'allotype ; chez 6 autres, elles sont à peine plus petites que celles de ce dernier ; chez 3 spécimens, elles sont comme chez des *victoriae* fortement colorés. Chez 9 spécimens, la cellule VII des ailes postérieures est uniformément jaune comme c'est occasionnellement le cas chez *victoriae*, alors que chez les 3 autres, elle est interrompue de noir, comme chez l'allotype. La tache de la cellule des ailes antérieures peut être continue et non étranglée ou entièrement divisée en deux. La tache discale de la cellule III peut manquer. La tache de la cellule VI des ailes postérieures peut être complètement divisée, celle de la cellule II avec sa « fenêtre » largement ouverte et celle de la cellule I non échancrée.

Le degré d'extension du jaune aux deux ailes, de même que la présence de vert métallique à la base de la cellule des ailes antérieures sont proportionnels à la taille des taches blanches. Mes spécimens montrent tous les stades intermédiaires entre celui de l'allotype et celui de *victoriae* très jaunes. Enfin, 1 ♀ possède des ailes postérieures malformées, le bord antérieur étant fortement et asymétriquement concave aux deux ailes, avec l'apex en forme de hache. Un autre exemplaire a la partie apicale des ailes postérieures décolorée en brun clair. Comme chez le δ , nous trouvons chez la ♀ des variations et malformations semblables et parallèles à celles des autres sous-espèces.

12 paratypes ♀ ♀ provenant de Manowiriwiri 4-XII-1964, 1-16-I-1970 et de Kira Kira XII-1969, 26-I-1970, 22-27-III-1970 et de Wainou 24-I-1970 (R. Straatman et D.M. Wilson).

Affinités et position phylétique : *epiphanes* se rapproche donc de *victoriae* par les caractères du ♂ et spécialement par la bande radiale qui a la même forme mais est plus grande. Par les caractères de la ♀, il s'apparente à *reginae*, dont il présente les particularités, mais à l'état plus accusé.

Par les caractères du ♂, *regis* est la forme la plus primitive, car sa bande radiale en long triangle isocèle est la plus longue ; *victoriae* en est voisin, mais plus spécialisé par le raccourcissement de cette dernière. *Reginae*, *rubianus* et *epiphanes* sont nettement plus spécialisés que *victoriae* et cela chacun dans une direction d'évolution qui lui est propre : *reginae* par l'envahissement du noir aux ailes postérieures, *rubianus* par la forte réduction des bandes dorées qui ont entièrement viré au vert et *epiphanes* par la réunion secondaire des deux bandes des ailes antérieures. *Epiphanes* est sans doute la plus brillamment colorée des sous-espèces, mais non la plus belle, *reginae* à mon goût l'étant. Par les caractères de la ♀, *epiphanes* et *reginae* sont les formes les plus primitives, par la grandeur des taches blanches et *regis* la plus spécialisé par leur réduction maximale.

Présence dans d'autres îles que San Cristobal : je possède un ♂ étiqueté « Lologana Nggela Isl. I-1970 (D. M. Wilson) » qui montre des ailes encore plus largement colorées que l'holotype d'*epiphanes*. La bande radiale se prolonge vers le bas jusque dans la cellule IV, est très largement unie à la bande anale et, qui plus est, est rouge-brique en son centre. A cause de sa provenance, je ne me risquerai pas à considérer ce spécimen comme un *epiphanes*, mais le tiens pour un phénotype extrême de *victoriae*.

Dans les collections du Musée Américain d'Histoire Naturelle, à New York, se trouve une ♀, très vieille et décolorée, étiquetée « Bauro Isl. ». Elle présente tous les caractères d'*epiphanes*, en plus accentué : les taches blanches sont encore plus développées que chez l'allotype, surtout les marginales des ailes postérieures qui sont véritablement énormes. La couleur jaune est encore plus étendue et la cellule VII uniformément jaune. Ce spécimen est un *epiphanes* indubitable, mais je ne le désigne pas comme paratype. L'île de Bauro appartient au groupe de San Cristobal.

Références

- HOLLAND, W. J. 1927. The Lepidoptera named by George A. Ehrmann. *An. Carnegie Mus.* **XVII** : 299-364, pl. XXV-XXX.
- JORDAN, K. 1927 (in Seitz). Die Gross-Schmetterlinge der Erde IX. Indo-Australische Tagfalter. A. Kernen Verlag, Stuttgart.
- SCHMID, F. 1970. Considérations sur le mâle d'*Ornithoptera allotei* Rothschild et sur la phylogénie des Ornithoptères. *J. Lep. Soc.* **24** : 88-105, 10 fig., 1 table.
- STRAATMAN, R. 1969. Notes on the biology and host plant associations of *Ornithoptera priamus urvilleanus* and *O. victoriae*. *J. Lep. Soc.* **23** : 69-76, 6 fig.

LES ACIDES AMINÉS DE LA GRAINE D'ACTAEA RUBRA WILD

Yvon RAYMOND, Denis GRENIER, Gérald FAVREAU et Pierre-Paul LEBLANC
École de pharmacie, Université Laval, Québec.

Résumé

Le présent travail a pour objet de préciser le contenu en acides aminés libres et protéiques des semences d'*Actaea rubra* Wild.

Étant donné que les acides aminés ne constituent qu'une faible portion de l'inventaire chimique des graines d'*Actaea rubra* Wild, les résultats obtenus ne nous permettent pas de conclure que le principe toxique soit alors une acide aminé. Parmi les acides aminés identifiés, ceux-ci sont reconnus comme étant des acides aminés essentiels et non toxiques.

Abstract

From the seeds of *Actaea rubra*, free and protein amino-acids have been found. All of these were essential and known to be non-toxic. These results suggest that this fraction is not responsible for the toxicity of the seeds.

Introduction

Depuis le travail de Bacon¹ qui, au début du siècle, a étudié la toxicologie des fruits de l'*Actaea rubra* Wild, rares sont ceux qui se sont préoccupés de rechercher le (ou les) principe(s) responsable(s) de la toxicité de cette Renonculacée nord-américaine. Le syndrome toxique se caractérise par une action fortement purgative suivie d'une dépression du système nerveux central.

Pour Kingsbury⁷, la fraction volatile du fruit ne serait pas étrangère à cette action toxique. Toutefois, rien n'a permis jusqu'à ce jour de confirmer ou d'infirmer pareille hypothèse. En revanche, nos propres recherches nous amènent à penser que les manifestations toxiques seraient attribuables à une fraction aminée hydrosoluble.

En effet, les éluats de chromatogrammes d'extraits aqueux, correspondant à une zone révélable à la ninhydrine, s'avèrent toxiques après ingestion chez

la souris. Des travaux sont d'ailleurs actuellement en cours afin d'apporter un peu de lumière sur le sujet.

C'est ainsi que nous avons pensé qu'il serait intéressant de dresser le bilan en acides aminés, libres et protéiques, de la graine d'*Actaea rubra*. La littérature est remarquablement silencieuse en ce qui concerne ce végétal : aussi est-ce un bon matériel pour le phytochimiste enclin à en inventorier le contenu. D'ailleurs, deux d'entre nous⁴ y ont déjà consacré quelques travaux.

Matériel utilisé et méthodes expérimentales

Il existe d'excellentes techniques d'analyse des acides aminés comme la chromatographie sur plaque ou l'autoanalyseur^{2,3}. Nous avons utilisé, pour notre travail d'approche, une méthode par chromatographie sur papier décrite par Serrano et Radua¹. Pour confirmer les résultats obtenus, nous avons fait appel à la chromatographie en phase vapeur. Cette technique est applicable aux acides aminés, à condition de les transformer en dérivés volatils tels que aldéhydes, esters méthyliques chlorés⁹, esters N-acétyl-butyliques ou dérivés 2, 4-dinitro-phényles (DNP) méthylés⁸. Nous avons toutefois préféré nous inspirer du travail de Gehrke, Roach, Zumwalt et coll.⁶ qui est sans doute une des méthodes les plus récentes et vraisemblablement la plus commode : les acides aminés sont chromatographiés en tant qu'esters N-trifluoro-acétyl-n-butyliques, désignés par le sigle TAB.

EXTRACTION DES ACIDES AMINÉS LIBRES

Les graines d'*Actaea rubra* sont pulvérisées à l'aide du « waring blender ». À une prise de 5 grammes de la poudre ainsi obtenue on ajoute 20 ml d'eau distillée et on laisse macérer une heure sur un agitateur magnétique. On filtre sur de la celite et on obtient finalement un extrait aqueux directement utilisable pour la chromatographie sur papier. Cet extrait sera toutefois transformé pour la chromatographie en phase vapeur.

EXTRACTION ET HYDROLYSE DES ACIDES AMINÉS PROTÉIQUES

Une prise de 5 grammes de poudre de graines est traitée par 40 ml de HCl 6N¹¹. On effectue l'hydrolyse à 100°C sur un bain d'huile minérale pendant 24 heures en atmosphère d'azote. On filtre. Le filtrat est lyophilisé et le résidu repris par 4 ml d'un mélange à parties égales d'eau et d'isopropanol. La solution résultante est chromatographiée sur papier ou transformée pour son utilisation en chromatographie en phase vapeur⁶.

CHROMATOGRAPHIE SUR PAPIER

Nous avons utilisé trois des systèmes de solvants préconisés par Serrano et Radua¹¹.

Bidimensionnelle sur papier Whatman no 1

Première dimension, phénol saturé d'une solution tempon à pH 12 (Na_2HPO_4 et NaOH) (150:600 p/v) descendante 24 heures.

Deuxième dimension : acide acétique : eau (4:1:5 v/v) ascendante, 15 heures.

Bidimensionnelle, sur papier Whatman no 1

Première dimension: phénol saturé d'une solution tempon à pH 1 (KCl et MCl) (100:600 p/v), descendante, 24 heures.

Deuxième dimension : butanol : acide acétique : eau (4:1:5 v/v), ascendante, 15heures.

Bidimensionnelle sur papier Whatman no 1

Première dimension : phénol d'eau saturé d'eau (250:500 p/v), ascendante, 15 heures.

Deuxième dimension : pyridine: alcool amylique : eau (3,5:3,5:3 v/v), descendante, 20 heures.

La révélation se fait avec une solution de ninhydrine à 0,2 - 0,3 pour cent dans le méthanol auquel on ajoute 5 pour cent de collidine (2,4,6-triméthyl-pyridine). On chauffe les chromatogrammes à 100° pendant 5 minutes pour faire apparaître les colorations caractéristiques.

Des solutions d'acides aminés témoins sont chromatographiées simultanément aux extraits sur les deux dimensions.

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE VAPEUR

Nous avons utilisé la méthode préconisée par Gehrke, Roach et Sumwalt (6) qui se fonde sur la transformation des acides aminés en esters N-trifluoro-acétyl-n-butyliques.

ESTÉRIFICATION*Méthylation*

Au résidu sec (lyophilisé) de l'extraction aqueuse ou de l'hydrolyse (description de ceux-ci plus haut), on ajoute 10 ml de HCl, 1,25 N dans le méthanol pour chaque 60 mg d'acide aminé. Le récipient (fiolle conique de 125 ml) qui est fermé avec un bouchon à l'émeri, est agité pendant 30 minutes, à la température de la chambre. On se débarrasse du solvant (HCl/méthanol) au moyen d'un évaporateur rotatif en chauffant à 60°C.

Interestérisation des chlorhydrates d'esters méthyliques

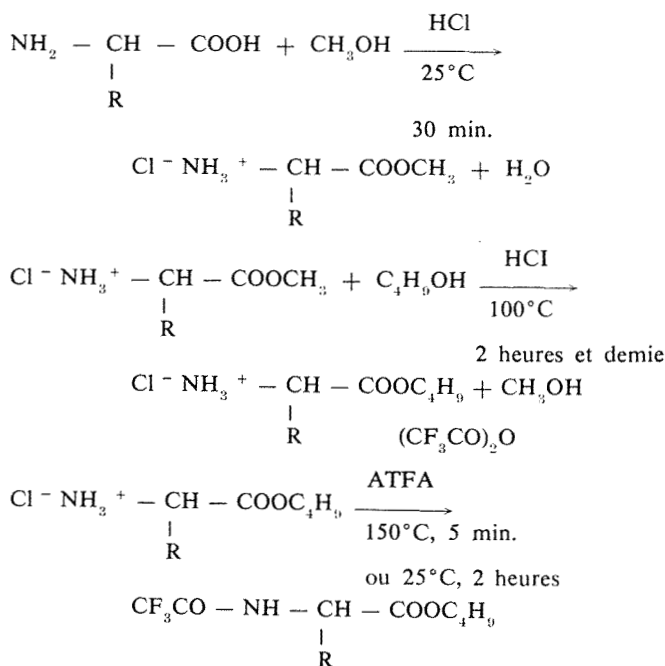
On ajoute 10 ml d'HCl 1,25 N dans le n-butanol. On ferme le récipient avec un tube à dessiccation au CaCl₂. On place le tout dans un bain d'huile minérale à 100°C sur une plaque chauffante doublée d'un agitateur magnétique. L'agitation se poursuit pendant 2 heures et demie. On se débarrasse du mélange HCl/butanol comme plus haut.

Acylation des chlorhydrates d'esters n-butyliques

On ajoute au résidu 4 ml d'anhydride trifluoroacétique à 25 pour cent v/v dans le chlorure de méthylène. On agite pendant 2 heures à la température de la pièce. L'échantillon ainsi préparé est directement utilisable pour la chromatographie en phase vapeur.

Cette dernière méthode de préparation est valable si on ne se trouve pas en présence d'arginine ou de tryptophane. Dans le cas contraire, l'acylation doit se faire à 150°C, dans un tube spécialement conçu pour résister à la haute température et vendu par la *Compagnie Régis Chemicals*, de Chicago.

En résumé, voici sous forme d'équation chimiques les principales transformations que doit subir l'extrait aqueux des graines d'*Actaea rubra* Wild avant de la chromatographier en phase vapeur.



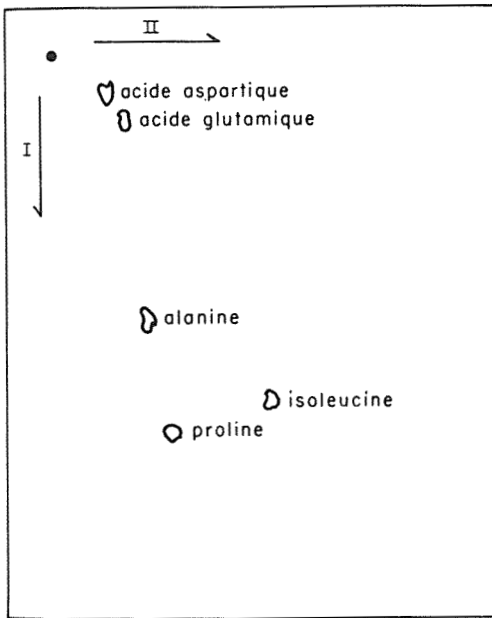


Fig. 1. Chromatogramme des acides aminés libres des graines d'Actaea rubra séparés par la méthode A.

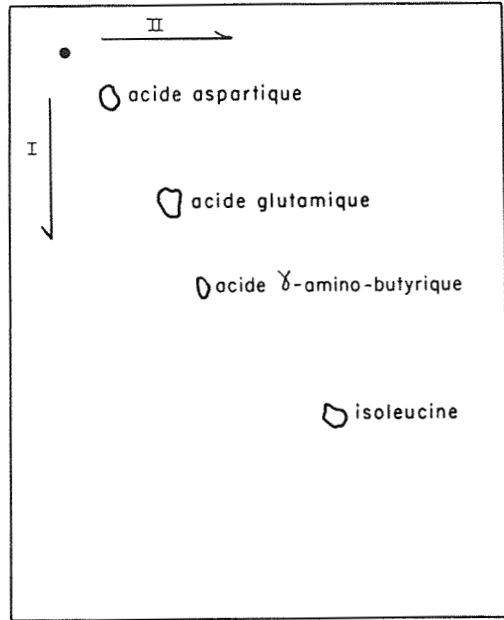


FIG. 2. Chromatogramme des acides aminés libres des graines d'Actaea rubra séparés par la méthode B.

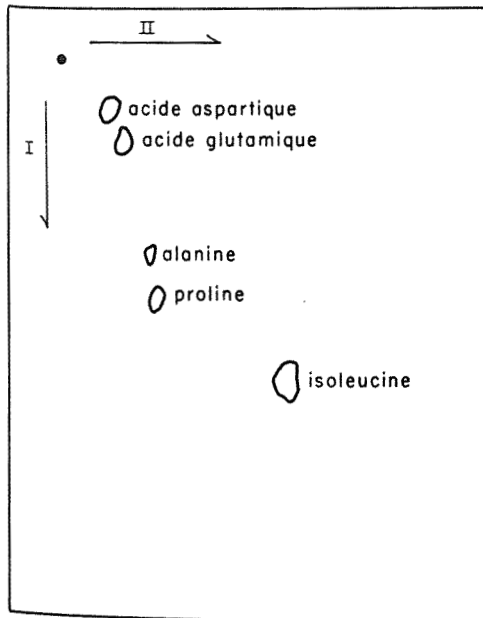


FIG. 3. Chromatogramme des acides aminés libres des graines d'Actaea rubra séparés par la méthode C.

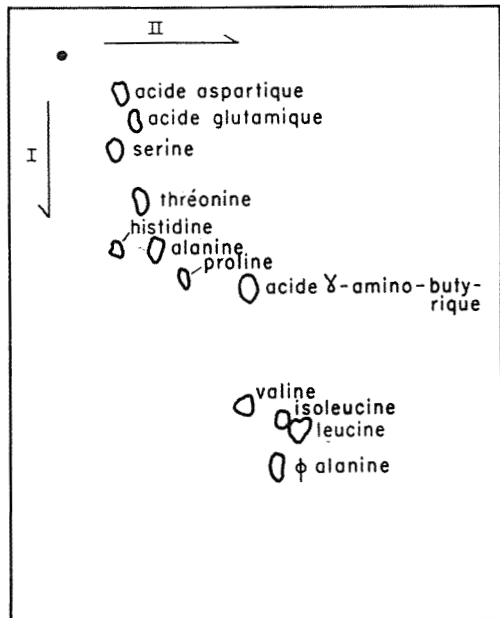


FIG. 4. Chromatogramme des acides aminés protéiques des graines d'Actaea rubra séparés par la méthode A.

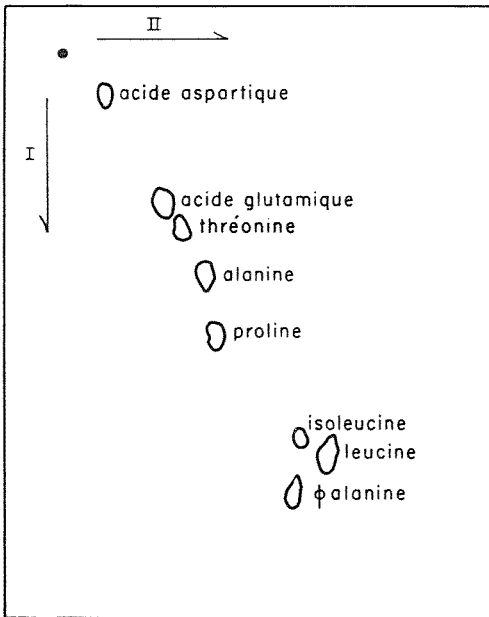


FIG. 5. Chromatogramme des acides aminés protéiques des graines d'*Actaea rubra* séparés par la méthode B.

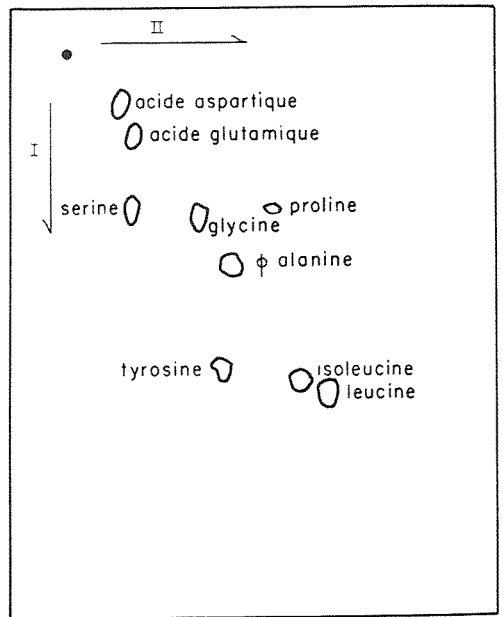


FIG. 6. Chromatogramme des acides aminés protéiques des graines d'*Actaea rubra* séparés par la méthode C.

COLONNE

La colonne de verre en U, de 1,5 m de longueur et 4 mm de diamètre, renferme 0,325 pour cent d'EGA (adipate d'éthylène-glycol) sur chromosorb G lavé à l'acide, 80/1000 mailles. On opère sur un appareil Micro Tek Mt 220.

CONDITIONS OPÉRATOIRES

Température : 75°C à 200°C, à 2°C/minute
 Température de la chambre d'injection : 210°C
 Température du détecteur : 265°C
 Sensibilité : 10 x 16
 Débit du gaz vecteur (azote) : 40ml/min.
 Vitesse du papier de l'enregistreur : 15 pouces/heure

Résultats

L'identification est conduite à l'aide de deux techniques différentes correspondant à autant d'étapes : la chromatographie sur papier avec laquelle se fait le travail d'approche et la chromatographie en phase vapeur.

TABLEAU I

Identification des acides aminés libres et protéiques de graines d'*Actaea rubra* par chromatographie sur papier

Acides aminés	<i>Méthode A</i>		<i>Méthode B</i>		<i>Méthode C</i>	
	Acides aminés		Acides aminés		Acides aminés	
	Libres	Protéiques	Libres	Protéiques	Libres	Protéiques
Acide aspartique	+	+	+	+	+	+
Acide glutamique	+	+	+	+	+	+
Alanine	+	+		+	+	
Valine		+				
Serine		+				+
Thréonine		+		+		
Histidine		+				
Proline	+	+		+	+	+
Acide λ -amino butyrique		+	+			
Isoleucine	+	+	+	+	+	+
Leucine		+		+		+
Phényl-alanine		+		+		+
Glycine						+
Tyrosine						+

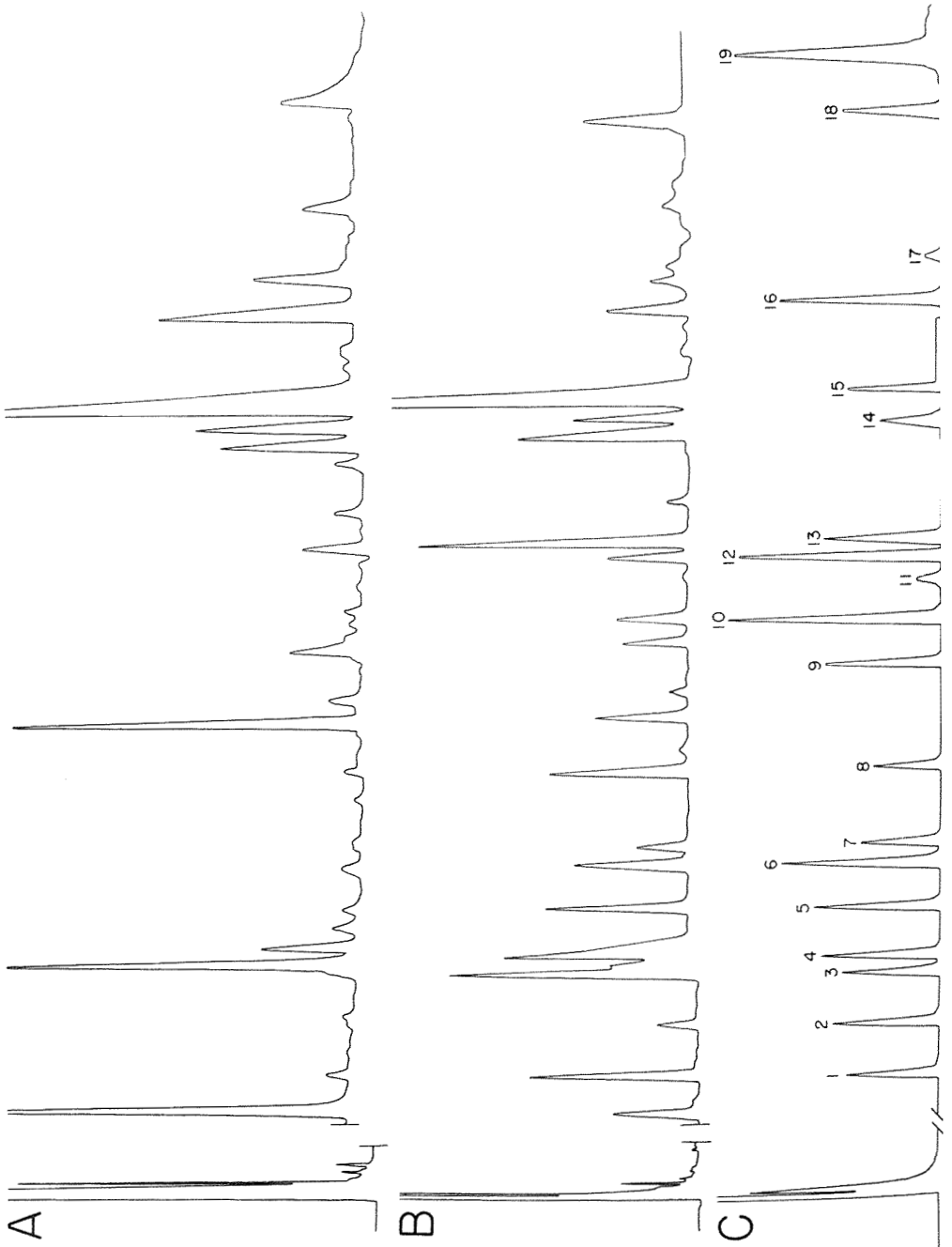


FIG. 7 A. Chromatogramme (phase vapeur) des acides aminés (TAB) libre des graines d'*Actaea rubra* sur EGA à 0,325 pour cent sur Chromosorb G 80/100 mesh. B. Chromatogramme (phase vapeur) des acides aminés (TAB) protéiques des graines d'*Actaea rubra* sur EGA à 0,325 pour cent sur Chromosorb G 80/100 mesh. C. Chromatogramme (phase vapeur) d'un mélange d'acides aminés (TAB) témoins sur EGA à 0,325 pour cent sur Chromosorb G 80/100 mesh.

TABLEAU II

Identification des acides aminés libres et protéiques des graines d'*Actaea rubra*
par chromatographie en phase vapeur

	A	B	C
	Acides aminés libres	Acides aminés protéiques	Acides aminés témoins
1	Traces	+	alanine
2		+	valine
3		+	glycine
4	+	+	Isoleucine
5	Traces	+	leucine
6	Traces	+	proline
7	Traces	+	thréonine
8	Traces	+	serine
9			cystéine
10	Traces	+	hydroxyproline
11	Traces	Traces	methionine
12	Traces	+	phényl-alanine
13	+	+	acide aspartique
14	+	+	arginine
15	+	+	acide glutamique
16	+	+	tyrosine
17	+	Traces	histidine
18	-	+	lysine
19			tryptophane

CHROMATOGRAPHIE SUR PAPIER

Les résultats sont regroupés dans le tableau 1 et s'avèrent passablement reproductibles pour les trois méthodes utilisées à quelques exceptions près ; la présence de certains acides peut toutefois être masquée par la proximité d'analogues sur le chromatogramme.

CHROMATOGRAPHIE EN PHASE VAPEUR

Les résultats compilés au tableau 2 confirment en général ceux obtenus par la méthode sur papier.

Conclusion

Les résultats obtenus nous font voir que les graines d'*Actaea rubra* renferment, à quelques exceptions près, toute la gamme des acides aminés courants. On semble également y trouver, comme en font foi les pics non identifiés des chromatogrammes en phase vapeur, des acides moins communs que nous nous proposons d'identifier ultérieurement.

A ce stade-ci de nos travaux, la participation de ces derniers aux phénomènes toxiques imputables à la graine d'*Actaea rubra* devient une nouvelle hypothèse.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier mesdemoiselles Michèle Guimont et Rachelle Lapointe pour leur précieuse collaboration technique.

Références

- (1) BACON, A.E., 1903. An Experiment with the Fruits of Red Baneberry, *Rhodora*, **5**, 77-79.
- (2) DANZE, J.M., 1969. Étude comparative de la Composition en acides aminés libres de *Solanum Schimparianum* (Hoehst ex. A. Rich) et d'*Atropa Belladonna* L., *J. Pharm. Belg.*
- (3) DANZE, J.M., A. DE NOEL, et J. GUYAUX-LAMBERTY, 1969. Étude chromatographique et chromatographique des acides aminés de quelques solanacées et de leurs extraits, *J. Pharm. Belg.* **23**, 3-4.
- (4) FAVREAU, G., Y. RAYMOND et J. MASQUELIER, 1969. Étude du pigment rouge isolé des fruits d'*Actaea rubra* (Wild), *Naturaliste can.* 1969, **96**, 191-202.
- (5) FUSSI, F., G.F. FEDELI, 1968. Un metodo poli-cromatografico per gli amino-acidi nella determinazione dell'identità di poli-peptidi. *Bull. Chim. Farm.* **107**, 7-11-15.

- (6) GEHRKE, C.W., D. ROACH, R.W. ZUMALT, et coll., 1968. Quantitative Gas-liquid Chromatography of Amino Acids in Proteins and Biological Substances, (Analytical Biochemistry Laboratories Inc.), 108 pages.
- (7) KINGSBURY, J.M., 1964. Poisonous Plants of the United States and Canada, Prentice-Hall Inc., 128-129.
- (8) LANDWONE, R.A., S.R. LIPSKY, 1963. High-Sensitivity detection of amino-acids by Gas-Chromatography and electron affinity Spectrometry, *Nature*, **199**, 141-143.
- (9) MELAMED, N. et M. RENARD, 1960. Analyse de mélanges d'acides aminés par chromatographie gazeuse, *J. Chromatog*, **4**, 339-346.
- (10) PATAKI, G., J. BORKO et A. KUNZ, 1968. The Non-Destructive Detection of amino-acids on thin-layer Chromatograms using 1-fluor-2, 4-dinitrobenzène, *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.* **5**, 458-460.
- (11) SERRANO, M., P. RADUA, 1967. Aminoacidos libres y proteicos de las Semillas de *Nicotiana Rustica*, L., *Farmacognosia*, **27**, 21-36.

COMMUNICATIONS BRÈVES**DOSAGE DE L'ALUMINIUM ET DU POTASSIUM DANS LES
DIFFÉRENTS ORGANES D'*ACTAEA RUBRA* WILLD**

YVON RAYMOND, GÉRALD FAVREAU, DENIS GRENIER

École de pharmacie, Université Laval.

Lors de nos travaux antérieurs sur l' *Actaea rubra* Willd (Favreau, 1969) nous avons noté la présence d'aluminium et de potassium dans le complexe coloré que nous avons nommé Actirubrine. En vue de compléter cette étude, il nous a semblé utile de doser ces éléments dans les autres organes de la plante. Car on sait maintenant que l'aluminium et le potassium jouent un rôle d'élément chélateur dans la formation de certains pigments anthocyaniques (Chenery, 1948, Goodwin, 1965).

Pour réaliser cette étude, la récolte de la plante a été effectuée au début d'août, c'est-à-dire au moment du mûrissement du fruit. Chaque organe ou partie d'organe est pulvérisé et séché à l'étuve à 100°C. La poudre séchée obtenue est calcinée pour l'obtention des cendres totales. Sept parties d'organe ont été analysées, à savoir les racines, tiges, feuilles (limbes et pétioles), pédoncules, fruits. Pour réaliser le dosage de l'aluminium et du potassium, nous effectuons une minéralisation des différentes parties de la plante par la méthode sulfonitrique. Sur la solution ainsi obtenue, on dose l'aluminium par une méthode complexométrique utilisant l'EDTA comme agent de complexation (Charlot, 1966). Le potassium est dosé au photomètre à flamme Coleman type 21. La méthode de dosage de cet élément est celle qui apparaît au manuel d'instruction de l'appareil utilisé.

Les résultats des dosages d'aluminium et de potassium apparaissent au tableau I et sont comparés aux teneurs en cendres totales. Bien qu'il soit difficile d'établir une relation directe entre ces résultats, on peut noter que les teneurs en potassium varient peu par rapport aux teneurs d'aluminium. Toutefois, la moyenne de concentration d'aluminium retrouvée dans les différentes parties de la plante (0.1-0.4% semble être en accord avec les données retrouvées dans la littérature. Avant nous, certains auteurs ont étudié l'absorption de l'aluminium chez les végétaux. Süchting (1948) a retrouvé des teneurs d'alumine variant de 0.1 à 0.3% chez les pins. Nous retrouvons des données analogues dans une autre étude réalisée par Grynner et Emmenova (1961), concernant une algue des rivages de mer noire, le *Phyllophora nervosa*. Ces auteurs trouvent une concentration d'aluminium voisine de 0.2%.

De plus, nous avons dosé le potassium et l'aluminium sur le fruit après l'extraction du pigment. Or nous avons observé une diminution de potassium de 4.4 à 3.0 g de potassium (exprimé en chlorure de potassium) pour 100 g

de fruits secs, ce qui donne une valeur de 1.4 g de cet élément qui serait lié au pigment. Si nous rapportons cette teneur en pourcentage par rapport à la quantité totale de potassium, nous voyons que plus de 30% du potassium fixé dans le fruit est lié au pigment. Bien que la teneur en aluminium soit beaucoup plus faible que celle du potassium, la fixation de cet élément sur le pigment se fait dans le même rapport. En effet, le fruit entier fixe 0.24 g d'aluminium et après extraction il n'en retient plus que 0.16 g; ce qui fait une diminution de 0.08 g qui est lié au pigment ou environ 30%.

En conclusion, l'analyse de l'aluminium et du potassium montre une fixation de ces deux éléments au niveau de tous les organes de la plante. De plus, nous avons pu mettre en évidence que ces deux éléments se fixent sur le pigment anthocyannique dans les mêmes proportions.

TABLEAU I
Teneurs en aluminium et potassium dans les différents organes
d'*Actaea rubra* Willd (g pour 100 g de plante séchée).

	Cendres totales	Potassium	Aluminium
Radicelles	8,18	3,2	0,45
Racines	5,40	3,4	0,20
Tiges	6,09	4,7	0,03
Feuilles (limbes)	8,07	4,7	0,10
Feuilles (pétioles)	6,46	4,7	0,09
Pédoncules	7,12	4,2	0,20
Fruits	6,19	4,4	0,24

Références

- CHARLOT, G., 1966. Les méthodes de la chimie analytique. Masson et Cie, éd., pp. 584-585.
- CHENERY, E.M., 1948. Aluminium in plants and its relation to plant pigment. *Ann. Bot. N.S.* **12**: 121-136.
- FAVREAU, G. et al., 1969. Étude du pigment rouge isolé des fruits d'*Actaea rubra*, *Naturaliste can.*, **96**: 191-202.
- GOODWIN, T.W., 1965. Chemistry and biochemistry of plant pigments. Academic Press, pp. 262-265.
- GRYNNER, V.S., L.A., Emmenova, 1961. Black Sea algae *Phyllophora* as raw material for food and fodder. *Ryb. Khoz.*, **37** (10): 61 62.
- SÜCHTING, H., 1948. The nutrient ratios of the forest X — The effect of soluble aluminium of two forest soils on the pine. *Z. Pflanzernemänn, Düngung U. Bodenk.*, **42**: 193-218

UN « MODÈLE » POUR LA COURBE AIRE-ESPÈCE

M. GODRON

*Section Phytosociologie fondamentale, C.E.P.E.-C.N.R.S.,
Montpellier, France*

La courbe « aire-espèces » — qui traduit l'augmentation du nombre d'espèces observées sur des surfaces de tailles croissantes — a retenu très tôt l'attention des phytosociologues. Plusieurs ont cherché une équation pour caractériser cette courbe, mais il ne semble pas que les solutions proposées aient donné satisfaction (Calleja *et al.*, 1962). Pourtant le problème demeure important (Guinochet, 1968) et nous tenterons de l'approcher par une voie nouvelle, en calculant la probabilité d'apparition de chaque espèce en fonction de la taille de la surface examinée.

À cet effet, nous observons les présences des espèces dans N carrés contigus de surface égale, numérotés 1, 2, 3, ..., S , ..., N . Une espèce fréquente dans la station considérée aura plus de chances d'apparaître dans un des premiers carrés qu'une espèce peu fréquente ; aussi devons-nous tenir compte de la fréquence de chaque espèce, pour calculer la probabilité qui nous intéresse.

Soit une espèce E présente dans F carrés ; la fréquence absolue de l'espèce E dans les N carrés, est F , et sa fréquence relative, $\frac{F}{N}$, tend vers sa probabilité moyenne d'apparition (cf. Godron, 1968).

Les F présences de l'espèce E peuvent se trouver disposées dans les N carrés d'un grand nombre de manières différentes. Chacune de ces dispositions peut être appelée « complexion », et le nombre des complexions est $C_N^F = \frac{N!}{F!(N-F)!}$ (GODRON, 1966). Les complexions où l'espèce apparaît dès le premier carré sont au nombre de C_{N-1}^{F-1} . La probabilité de voir apparaître l'espèce dès le premier carré est :

$$P(\text{DEB} = 1) = \frac{C_{N-1}^{F-1}}{C_N^F}$$

De même, la probabilité de voir l'espèce apparaître dans le carré numéroté S est :

$$P(\text{DEB} = S) = \frac{C_{N-S}^{F-1}}{C_N^F} = f(S, F)$$

La courbe représentant la fonction $f(S, F)$ a bien la forme d'une courbe aire-espèce, et elle est valable pour toutes les espèces dont la fréquence est F . Pour l'ensemble des espèces de la communauté, le « modèle » de la courbe aire-espèce est la somme des fonctions $f(S, F)$; il peut être établi à partir de la distribution des fréquences des espèces de la station, mais peut aussi être calculé directement pour chacune des distributions de fréquences possibles, et en particulier pour la distribution log normale, ou pour la distribution log uniforme (Godron *et al.*, 1969).

Les écarts entre ce « modèle » et la courbe réelle sont dus au fait que les espèces ne sont pas réparties au hasard dans la surface étudiée ; la signification de ces écarts peut être recherchée en remontant aux « types » d'hétérogénéité, qu'il est commode d'exprimer en quantité d'information (Godron, 1966). En particulier, le calcul présenté ci-dessus, couplé avec le calcul de la position du barycentre des présences, sert à distinguer les espèces qui vivent au centre de la station considérée, de celles qui vivent sur les franges de la station ; dans ce dernier cas, il permet en outre de savoir sur quelles franges se cantonne l'espèce. Finalement, l'intérêt principal de ce « modèle » nous semble être de conduire à une analyse de l'hétérogénéité de la station observée.

Références

- CALLEJA, M., DAGNELIE, P., GOUNOT, M., 1962. Étude statistique d'une pelouse à *Brachypodium ramosum*. *Bull. Serv. Carte phytog.* B, VII, 1 et 2: 49-109 et 149-210.
- GODRON, M., 1966. Essai d'application de quelques éléments simples de la théorie de l'information à l'étude de la structure et de l'homogénéité de la végétation. *C.E.P.E.*, Montpellier, 67 p.
- GODRON, M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. *Oecol. Plant.*, III, 185-212.
- GODRON, M., DAGET, P., POISSONET, J. et P., 1969. Some aspects of heterogeneity in grasslands of Cantal (France). *Intern. Symp. on statistical ecology*, Yale, 1969 (sous presse).
- GUINOCHE, M., 1968. Continu ou discontinu en phytosociologie. *The Bot. Rev.*, 34, 3: 273-290.

REVUE DES LIVRES

OLAH, G.-M., 1969. **Le genre *Panaeolus***. Essai taxinomique et physiologique. *Mémoire hors-série n° 10 de la Revue de Mycologie*, Paris; Herbarier Louis-Marie, Université Laval, Québec. 273 p., 25 tab., 15 fig., 20 pl. dont 4 en couleurs, 20 cartes en pochette. 16 x 24 cm. Relié, prix non-indiqué.

Certains groupes de champignons charnus soulèvent régulièrement l'intérêt des mycologues à cause de leur couleur, de leur forme, de leur dimension, de leur propriété gastronomique, etc... D'autres groupes n'éveillent guère l'attention. Leur couleur terne, leur dimension restreinte, leur faible valeur culinaire en font des organismes auxquels ne s'intéressent que de rares spécialistes. Au cours des quinze dernières années, les travaux de Heim sur les champignons hallucinogènes ont provoqué des intérêts et ont mis en évidence les faibles connaissances acquises pour certains d'entre eux. Les *Panaeoles* sont de ce groupe. C'est le mérite d'Olah de s'être attaqué au genre *Panaeolus*. Il livre maintenant les résultats d'une étude systématique sérieuse complétée d'informations sur la physiologie des espèces de ce genre.

Dès les deux premiers chapitres, le lecteur réalise la double préoccupation de l'auteur; résoudre le problème de la position taxinomique des *Panaeolus* ce qui devrait conduire à la description des espèces et connaître davantage leur pouvoir psychodysléptique. L'ensemble du volume, on le voit par la suite, conduit à une description élaborée des espèces. Mais l'auteur est un disciple de Roger Heim et à ce titre, il a voulu apporter une contribution valable au travail du maître sur les champignons hallucinogènes, contribution d'ailleurs fort appréciée de Heim lui-même dans la préface. La position systématique des *Panaeolus* en rapport avec différentes familles fait l'objet d'une étude courte mais intéressante du chapitre III qui est suivi d'observations sur la répartition géographique des espèces et sur leurs caractères écologiques (Chap. IV). Le chapitre V porte sur « Matériel et méthodes pour l'étude systématique mycologique, taxinomique et physiologique des espèces de *Panaeolus* et champignons voisins ». Mais bien plus qu'une description du matériel et des méthodes, ce chapitre contient aussi les résultats des travaux en physiologie. Ainsi on y trouve pour chaque espèce : les caractéristiques de la croissance en divers milieux naturels, semi-naturels, synthétiques liquides et solides, le rendement mycélien avec variation de pH durant la croissance; l'influence de la température; la production de corps indoliques comme la psilocybine et la psilocine. Ici se situe la véritable contribution phytochimique; les résultats permettent sans doute de tirer des déductions taxinomiques valables au niveau du genre mais elles paraissent moins intéressantes que celles tirées des observations morphologiques macroscopiques ou microscopiques pour la description des espèces.

S'il faut reconnaître avec Heim la valeur des travaux phytochimiques de Olah, il faut aussi savoir gré à l'auteur de n'en avoir pas utilisé les résultats dans la confection de la clé analytique. Trop reste à faire pour expliquer la stabilité ou l'instabilité des chapeaux produits en culture, la perte de pigmentation sporale, les changements de pH en culture, la formation de psilocybine et de psilocine, etc... Sans doute, ces caractères pourront-ils servir à confirmer l'existence d'espèces, mais il est trop tôt pour les utiliser à identifier spécifiquement. L'auteur l'a d'ailleurs compris. C'est dans la partie descriptive (p. 112 à 222) où Olah, le systématiseur, semble le plus à l'aise. Il présente d'abord les caractères généraux du genre *Panaeolus*, puis une description poussée de chacune des espèces à la suite d'une clé analytique. Pour terminer le chapitre VII, il propose un système de cartes perforées, pour l'identification des espèces. L'auteur, qui a vécu les difficultés

d'identification, a voulu faire profiter le lecteur de son expérience. En plus de nombreuses photos dont 4 planches en couleurs, il lui remet, en pochette, son outil de travail, fruit d'une recherche assidue et précise. Son volume devient alors plus qu'un ouvrage de référence, car à la suite d'une étude monographique importante, l'auteur ajoute ce « make-it yourself kit ». Certains pourraient parler de la démocratisation du livre scientifique, même si des amateurs déploieront qu'il faille recourir au microscope pour l'identification spécifique (caractères des spores et des cystides). Cela est dû à la complexité même du genre *Panaeolus*.

En terminant, soulignons la participation financière de l'Herbier Louis-Marie de l'Université Laval à l'édition de ce travail. Le nom de l'Université Laval est ainsi joint à une production fondamentale à vocation internationale même si sa distribution devrait se limiter aux centres de mycologie.

Marcel LORTIE

GOUNOT, M., 1969. **Méthodes d'étude quantitative de la végétation**. Masson, Paris, 314 p., 68 fig. 16.5 x 24.5 cm. Prix non-indiqué.

Voici un livre d'écologie végétale qui fera l'époque. Son auteur, M. Gounot, maître de conférences à la Faculté des sciences de Strasbourg, a eu le courage non seulement de reconnaître l'existence d'un énorme fossé séparant les « phytosociologistes » d'Europe continentale et les « écologistes » anglo-saxons, mais encore de commencer à rechercher ce qui rapproche les deux camps afin d'édifier un pont qui pourrait réunir les deux rives. Dans un style clair et précis, avec un souci exemplaire d'objectivité, il s'est attaqué à la redéfinition des notions chères aux deux écoles, la première, orientée vers des applications pratiques, utilisant davantage les méthodes descriptives, la seconde, plus théorique, mettant l'accent sur les études quantitatives.

Le livre est divisé en quatre parties. La première est consacrée à l'examen de la nature et de la structure des communautés végétales et aux principes de l'échantillonnage et des mesures à prendre dans le cas de l'étude quantitative de la végétation. La deuxième partie traite de la définition et de l'hierarchisation des types de communautés. L'auteur y passe en revue les méthodes qualitatives, la méthode Braun-Blanquet, le problème du continuum et celui des groupes écologiques et, enfin, l'analyse multivariable. La troisième partie porte sur la classification et l'ordination, alors que, dans la quatrième, il est question des techniques d'interprétation statistique à une seule et à deux variables et des relations d'ordre.

Plusieurs points se dégagent après la lecture de ce volume. D'abord, il apparaît assez clairement, que l'analyse quantitative de la végétation est possible. Il semble, aussi, que les aspects écologiques et écophysologiques doivent être considérés non seulement comme un complément de l'étude floristique-statistique mais comme sa partie intégrante si l'on veut sortir du « ghetto phytosociologique » et progresser sur la voie de la connaissance de l'écosystème. Il s'agit là sans doute d'un problème très complexe mais comme le dit l'auteur lui-même à la page 291 : « Il n'y a [...] pas beaucoup d'avenir pour une phytosociologie sans larmes à l'usage des botanistes du dimanche. Il y a par contre beaucoup de recherches difficiles mais en prise sur la réalité pour ceux qui accepteront d'aborder l'étude de la végétation sans oeillères. » Au niveau de l'analyse de la structure des communautés, des modèles et techniques statistiques existent actuellement mais leurs applications sont plutôt rares. Pour la comparaison des communautés il y a, également, plusieurs méthodes nouvelles et des progrès sont à attendre notamment du côté

de l'analyse multivariable. Enfin, la classification-ordination en est à ses premiers pas et un effort considérable reste à être accompli dans cette voie. L'ouvrage se termine par une perspective optimiste et même si l'auteur a soulevé presque autant de problèmes qu'il a présenté de conclusions, il doit être félicité d'avoir réussi à mener à bien une tâche extrêmement difficile.

Miroslav M. GRANDTNER

DAJOZ, R., 1970. **Précis d'écologie**. Dunod, Paris. 368 p., 114 fig. 15.5 x 24 cm. Broché, 58 FF.

Il s'agit d'un volume d'écologie générale des plus traditionnels. Après une courte revue de l'histoire de l'écologie, l'auteur aborde, dans une première partie intitulée *Auto-écologie*, l'étude des facteurs physiques et biotiques, de leur influence sur les êtres vivants et la réaction de ces derniers. La deuxième partie est consacrée à *La dynamique des populations* et la troisième à la *Synécologie*. Dans cette dernière partie, l'auteur a réservé une place à la synécologie fonctionnelle, notamment à l'étude des transferts de matière et d'énergie entre les divers composants de l'écosystème et à l'examen de la productivité. Après une brève description des principaux écosystèmes du monde, un dernier chapitre est consacré à quelques problèmes de l'écologie appliquée et à la conservation de la nature.

C'est un livre bien écrit et abondamment illustré. Son auteur a le mérite d'avoir réuni, dans un même volume, les problèmes d'écologie végétale et animale sans que ce soit fait au détriment de l'un ou l'autre de ces deux grands domaines écologiques. Cependant, il nous faut signaler que la plupart des références mentionnées dans le texte ne le sont pas dans la bibliographie et que cette dernière ne compte aucun travail publié après 1967. Par contre, un index analytique et un index des genres et des espèces complètent avantageusement cet ouvrage qui s'adresse aux étudiants du 1er cycle et aux professeurs du cours secondaire de même que, d'une façon générale, à tous ceux qu'intéressent les problèmes de biologie, de la protection de la nature et de l'aménagement du territoire.

Miroslav M. GRANDTNER

HARLEY, J. L., 1969. **The biology of mycorrhiza**. Leonard Hill, London. 334 p., 49 tab., 10 planches, 29 fig. 16 x 25 cm. Relié, \$22.50.

Dans cette deuxième édition de son volume, comme dans la première d'ailleurs, Harley s'est proposé non pas de produire une encyclopédie mais plutôt de soulever un certain nombre de problèmes et de questions dans le but de provoquer des recherches nouvelles sur des aspects fondamentaux du phénomène.

Le deuxième chapitre, entièrement nouveau, situe l'étude de la mycorrhization dans le contexte de la biologie du sol. On souhaiterait volontiers que l'auteur situe également cette symbiose, par rapport aux divers modes d'interactions interspécifiques. Dans le même esprit, Harley accorde très peu d'importance à l'origine évolutive de la symbiose mycorrhizienne : « The evolutionary origin of the mycorrhizal condition is not however a subject of so great an interest as the study of the physiology and biology of mycorrhizas ». Pourtant l'étude de cette origine évolutive nous fait voir que la symbiose mycorrhizienne n'est pas un cas en marge du parasitisme mais bien au contraire, que le

parasitisme consiste en une tentative d'association qui n'a pas pu s'intégrer et qui conduit souvent à la destruction de l'une ou des deux espèces impliquées.

La section sur la biologie et la physiologie des mycorrhizes comporte des changements marqués surtout en ce qui a trait aux échanges de glucides entre les symbiotes. La physiologie de l'absorption des sels minéraux occupe une place importante mais il faut déplorer, avec l'auteur, l'exclusivité accordée à *Fagus sylvatica* L. Le survol rapide et succinct des aspects écologiques nous semble symptomatique du manque d'informations qui existe actuellement dans ce domaine. Les endomycorrhizes à mycélium septé (Éricacées et Orchidacées) font l'objet d'une nouvelle présentation qui rend le sujet plus attrayant et qui pourrait fort bien susciter des recherches nouvelles. Le travail se termine avec les endomycorrhizes phycomycétoïdes. Cet aspect, qui était si confus au début de la présente décennie, a pu enfin être présenté avec beaucoup de simplicité, témoignant d'une meilleure compréhension du phénomène. Il faut admirer la ténacité qui a conduit Barbara Mosse à clarifier cette question. Compte tenu de la position phylogénétique des phycomycètes et de l'importance de ce type de mycorrhizes chez la majorité des plantes cultivées ou spontanées, nous croyons qu'il serait préférable de traiter cet aspect au début d'un texte portant sur la symbiose mycorrhizienne.

En relisant la première édition de *The biology of mycorrhiza* on constate l'influence que ce volume a exercée sur les recherches récentes dans le domaine de la mycorrhization. Nous sommes convaincus que cette deuxième édition en fera tout autant. Il faut la recommander aux jeunes qui sont à la recherche de questions fascinantes en biologie.

J.-André FORTIN

CRAGG, J. (éditeur), 1968. **Advances in ecological research**, vol. 5. Academic Press, London and New York. 283 p., 71 tab., 28 fig. 15.5 x 23.5 cm. Relié, 80s.

Ce cinquième volume des *Advances in ecological research* continue l'excellente tradition qu'a acquise cette publication périodique éditée par J.B. Cragg de l'Environmental Sciences Centre de l'Université de Calgary. Comme pour les volumes précédents, les quatre contributions choisies représentent quatre importants aspects de l'écologie moderne. Deux des articles, celui de A.R. Main et celui de N. Waloff révèlent l'importance de la taxonomie pour les études écologiques alors que D.M. Gates aborde les problèmes complexes de la compréhension des écosystèmes. Enfin, R. Daubenmire présente une étude fortement documentée sur les effets du feu dans les diverses communautés de prairies. Malgré la diversité des sujets traités, les quatre articles sauront également intéresser autant les biologistes portés vers l'écologie que les spécialistes de l'écologie eux-mêmes. Nous recommandons le livre à tous ceux qu'intéressent les récents progrès accomplis dans le domaine de la recherche écologique.

Miroslav M. GRANDTNER

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

Sommaire

Recherches ultrastructurales sur les mérozoïtes et les gamontes de la <i>Coccidie Adelina dimidiata</i> Schneider, parasite du myriapode chilopode <i>Scolopendra cingulata</i> Latreille	ODETTE TUZET	369
Les deux types morphologiques de la famille des <i>Malapteruridae</i> (Pisces-Ostariophysi)	GÉRARD MAHY	387
Les odonates, indicateurs de la nature du milieu	LUC FERNET et JEAN-GUY PILON	401
Addition d'un antiturbulent à la pompe à plancton	JEAN-GUY BERNARD et ROBERT LAGUEUX	421
Études sur les <i>Solidago</i> . XI. Caryotypes additionnels de taxons du genre <i>Solidago</i> L.	JEAN R. BEAUDRY	431
Études sur la flore du comté de Lévis. II — Précisions sur la distribution et l'habitat de quelques espèces méridionales	DOMINIQUE DOYON et RICHARD CAYOUCETTE	447
Localisation des pigments flavoniques dans les fleurs d' <i>Anaphalis margaritacea</i> (L.) C. B. Clarke	GÉRALD FAVREAU et YVON RAYMOND	455
Trends in nutrient levels of lowbush blueberry leaves during four consecutive years of sampling	L. R. TOWNSEND and I. V. HALL	461
Sur quelques sous-espèces d' <i>Ornithoptera victoriae</i> Gray (<i>Papilionidae</i>)	F. SCHMID	467
Les acides aminés de la graine d' <i>Actaea rubra</i> Wild	YVON RAYMOND, DENIS GRENIER, GÉRALD FAVREAU et PIERRE-PAUL LEBLANC	477
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Dosage de l'aluminium et du potassium dans les différents organes d' <i>Actaea rubra</i> Wild	YVON RAYMOND, GÉRALD FAVREAU et DENIS GRENIER	489
Un « modèle » pour la courbe aire-espèce	M. GODRON	491
REVUE DES LIVRES		493



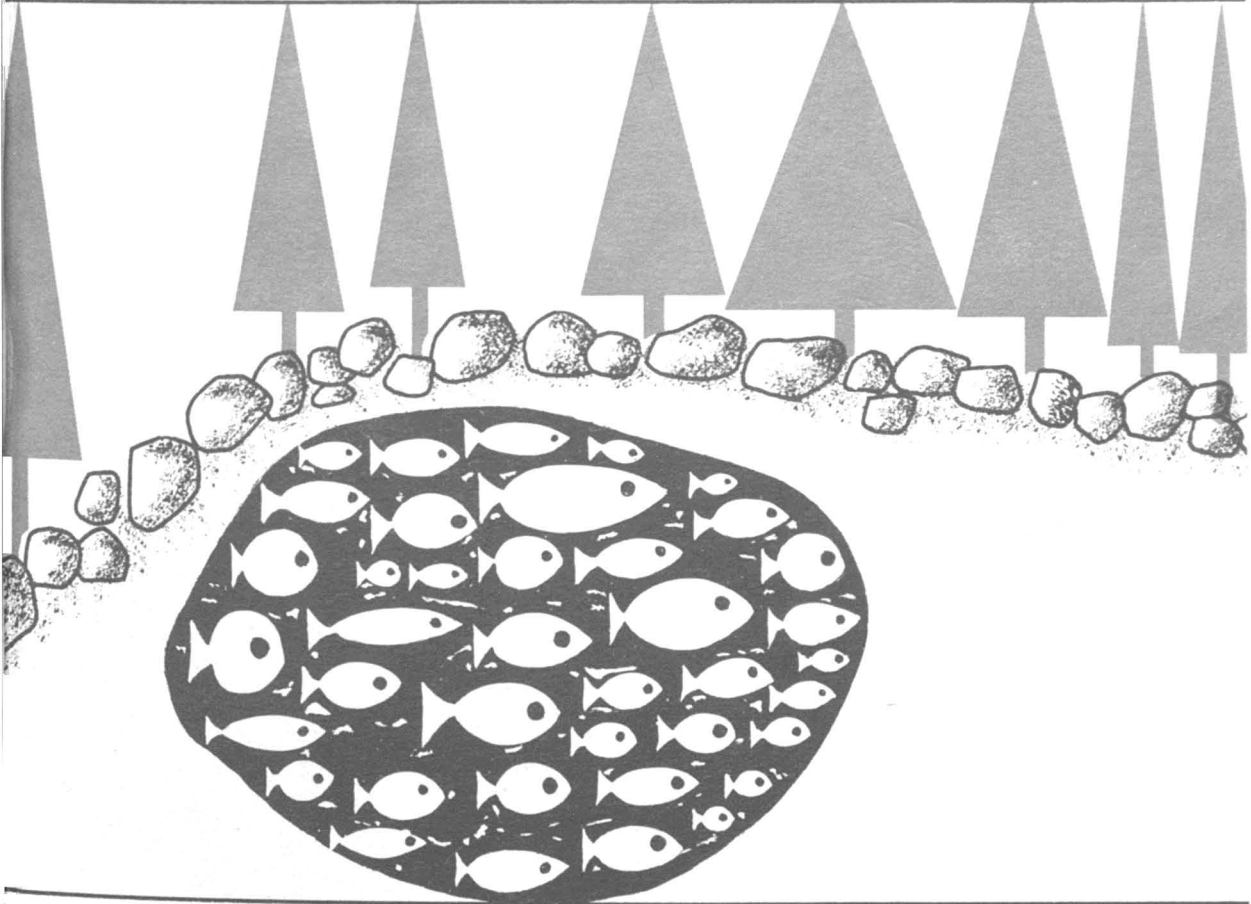
Volume 97,

n° 5

septembre-octobre 1970

PROPRIÉTÉ DE LA 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, *Université Laval*

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, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 6.00

— à l'étranger : \$ 7.00

— le numéro : \$ 1.50

Publication bimestrielle de l'Université Laval, le **NATURALISTE CANADIEN** accepte les travaux **originaux** ayant trait aux sciences biologiques, géologiques, agro-nomiques 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 **Secrétaire de la rédaction**, LE NATURALISTE CANADIEN, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE NATURALISTE CANADIEN est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 97

Septembre-Octobre 1970

N° 5



JACQUES ROUSSEAU

5 octobre 1905 – 4 août 1970

Directeur du Jardin botanique de Montréal, 1944-1956.

Secrétaire général de l'Association canadienne-française pour
l'avancement des sciences (ACFAS), 1930-1946.

Professeur titulaire d'ethnobiologie, Université Laval, 1963-1970.

Le professeur Jacques Rousseau est décédé à sa résidence d'été du lac Ouareau le 4 août 1970. Nous venons ainsi de perdre un des hommes les plus érudits que le Québec ait connus.

Naturaliste Can., 97, 497-498. (1970)

Il est impossible de qualifier par un seul terme les activités professionnelles qui furent celles de cet homme versatile. Il fut, à la fois, botaniste, historien, géographe, ethnologue. La botanique était, cependant, la pierre angulaire de son oeuvre scientifique. S'il fut géographe c'est surtout comme phytogéographe, et s'il fut ethnologue c'est d'abord comme ethnobotaniste. Mais son érudition n'était nulle part plus évidente que dans sa connaissance profonde et détaillée de l'histoire de la botanique, surtout de la botanique canadienne. Il fut aussi explorateur, administrateur, voyageur, conférencier.

La fécondité de sa plume était proverbiale. Dans sa bibliographie, qui comprend plus de 550 titres, se suivent travaux de recherche en botanique, analyses bibliographiques, textes sur la gastronomie, récits d'expédition, chroniques de vulgarisation sur les plantes cultivées, travaux historiques et ethnobotaniques, etc. Il semble que tous les problèmes aient passionné cet esprit brillant et insatiable. On le lui a parfois reproché. Mais il faut avoir le plus grand respect pour l'homme qui, refusant de se laisser brimer par les frontières qui compartimentent la connaissance, sut n'imposer aucune limite à ses intérêts.

Une caractéristique fondamentale de sa vie et de son oeuvre fut un enracinement profond au coeur de son pays. Ce pays, des rives du Saint-Laurent aux rivages arctiques, il l'a senti, il l'a sillonné, il l'a exprimé et il l'a beaucoup aimé. La découverte de son pays, au sens le plus large, fut probablement la préoccupation la plus profonde de sa vie. Dans et au-delà de l'abondance et de la variété de ses écrits, c'est le seul thème constant.

PIERRE MORISSET

QUELQUES THAUMALÉIDES NOUVELLES OU PEU CONNUES
(DIPTERA, THAUMALEIDAE)

F. SCHMID

*Institut de la Recherche entomologique
Ottawa*

Résumé

Ce travail contient les descriptions de 13 nouvelles espèces de Thaumaléides provenant du Chili, de l'Ouest américain et de l'Inde septentrionale.

Summary

In the following pages will be found the descriptions of 13 new species of Thaumaleids collected in Chile, Western North America and Northern India.

Introduction

Je suis aujourd'hui en mesure d'augmenter quelque peu nos connaissances des Thaumaléides, grâce au matériel que j'ai récolté lors de voyages dans les montagnes de l'Inde et de l'Ouest néarctique. Je fais également connaître une espèce nouvelle du Chili.

En Inde septentrionale, les Thaumaléides sont réparties tout le long des basses altitudes de la chaîne himalayenne et dans les montagnes de l'Assam et il est certain que leur aire de distribution se prolonge largement vers l'est à travers la Birmanie, la Chine et le nord de la péninsule indochinoise. Mais ces insectes n'ont pas franchi la trouée des Garo-Raj-Mahal et ne se sont pas répandus dans les Ghâts occidentales, le long de la côte de Malabar. En Inde, les Thaumaléides montrent les mêmes caractères écologiques que partout ailleurs. Elles sont localisées dans les zones subtropicale, tempérée chaude et tempérée froide. Je n'ai découvert aucune espèce franchement alpine. Contrairement à beaucoup d'autres insectes, elles semblent se raréfier progressivement lorsque l'on s'avance vers l'est le long de la chaîne himalayenne.

Sauf mention contraire, tous les spécimens que j'ai étudiés ont été capturés par moi-même et les types sont déposés dans les collections de l'Académie californienne des Sciences à San Francisco, sauf un petit nombre d'entre eux qui ont pris place dans la collection nationale canadienne des Insectes.

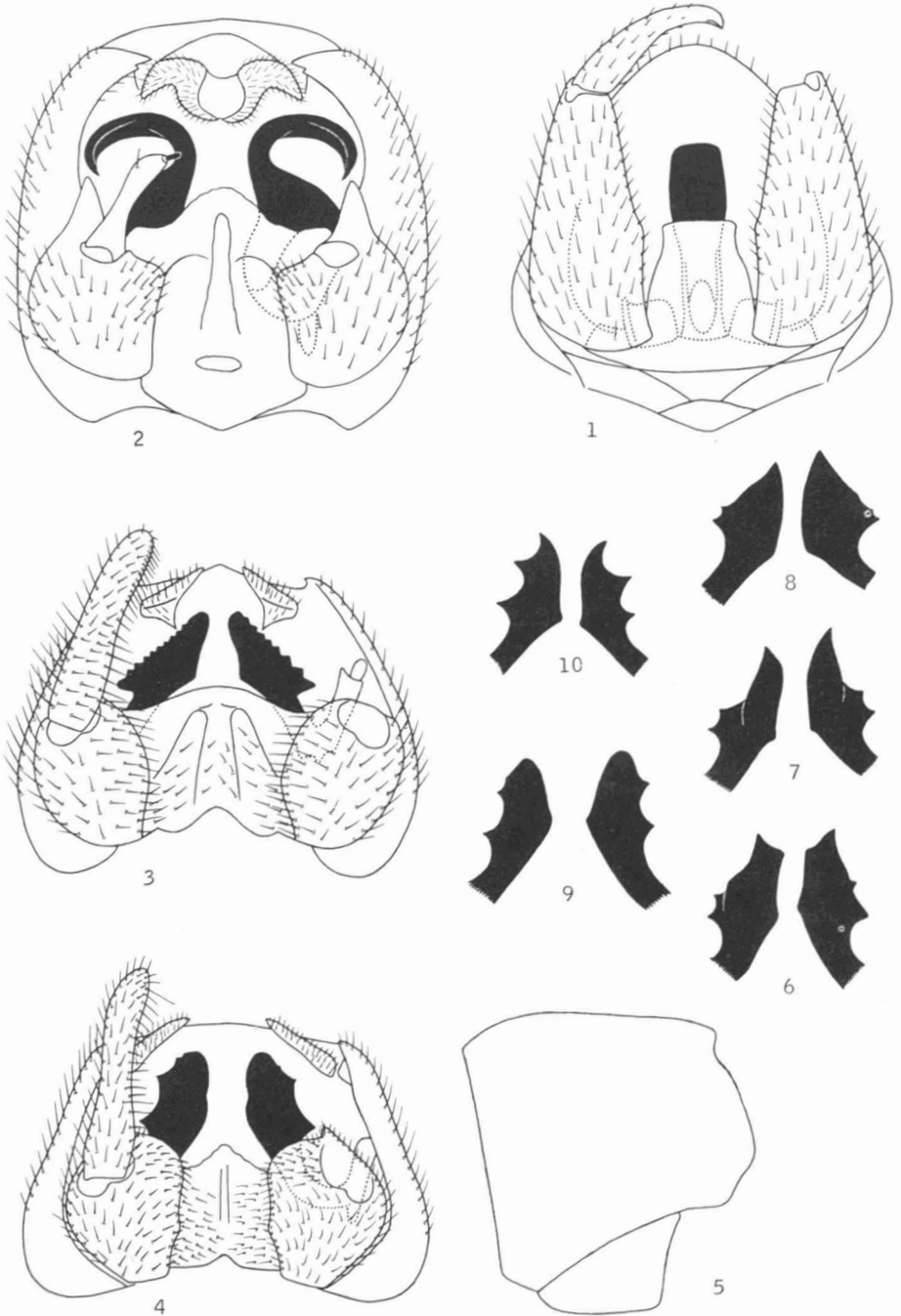


FIG. 1, *Th. spatulata*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 2, *Th. anolo*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 3, *Th. heterodoxa*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 4, *Th. nanarupa*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 5, IX^e segment et basistyle de la même, vus de profil – FIG. 6-9, variations de la forme des paramères de la même – FIG. 10, *Th. karakoramica*, paramères, vus de face.

Taxonomie

Austrothaumalea spatulata n. sp. Fig. 1

Génitalia ♂ : IX^e segment apparaissant triangulaire, vu de dessus, avec son extrémité très obtusément arrondie. Paramères fusionnés en une plaque impaire, nettement plus large sur sa moitié apicale que plus antérieurement, aussi longue que les trois-quarts des basistyles et anguleuse à son extrémité. Basistyles de forme très simple, sans branches à leurs angles basaux internes et s'amincissant graduellement et assez fortement jusqu'à leur extrémité. Dististyles longs et grêles, également de forme très simple et obtus à leur extrémité.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Chili, Curico, Estero la Jaula I-1964 (L.E. Peña). Paratype ♂ ♀ : Ibid., O'Higgins, Bosque de los Conservadores 1-4-III-1962, 1.100 m. (L.E. Peña). CNC No 11.035.

C'est de *chilensis* Edwards que cette espèce se rapproche le plus par la forme des appendices inférieurs, mais les basistyles sont inermes à leur base et le paramère est plus simple.

Thaumalea anolo n. sp. Fig. 2

Génitalia ♂ : IX^e segment fortement convexe dorsalement, dépassant toutes les pièces génitales vers l'arrière et avec ses angles apicaux inférieurs aigus et formant deux pointes inégales. Lobes anaux de taille moyenne et de forme complexe. Paramères larges à leur base, puis formant de longues griffes recourbées vers l'extérieur et le bas, concaves à leur face inférieure et se terminant en une pointe aiguë, au voisinage de l'apex des basistyles avec lequel elles forment probablement pince. Basistyles courts, avec leurs angles apicaux internes droits et leurs angles apicaux externes en fortes pointes coniques. Dististyles longs et grêles, amincis au milieu de leur longueur, ovoïdes à leur extrémité et portant une épine apicale obtuse. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : U.S.A., Orégon, Marion Co., French Creek 19-VI-1965 CNC No 11.036.

Thaumalea heterodoxa Schmid Fig. 3

Thaumalea heterodoxa Schmid 1958, Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. 34 (10) : 19, fig. 29-30.

J'ai trouvé un petit nombre de spécimens appartenant à cette espèce au Garhwal, en Kameng et à Manipour ; il est donc probable qu'elle soit distribuée dans toute l'Inde septentrionale. Les spécimens indiens sont légèrement différents des pakistanais par la forme des paramères. Ces derniers sont un peu plus larges, ont leur base constamment rétrécie et leur bord apical externe

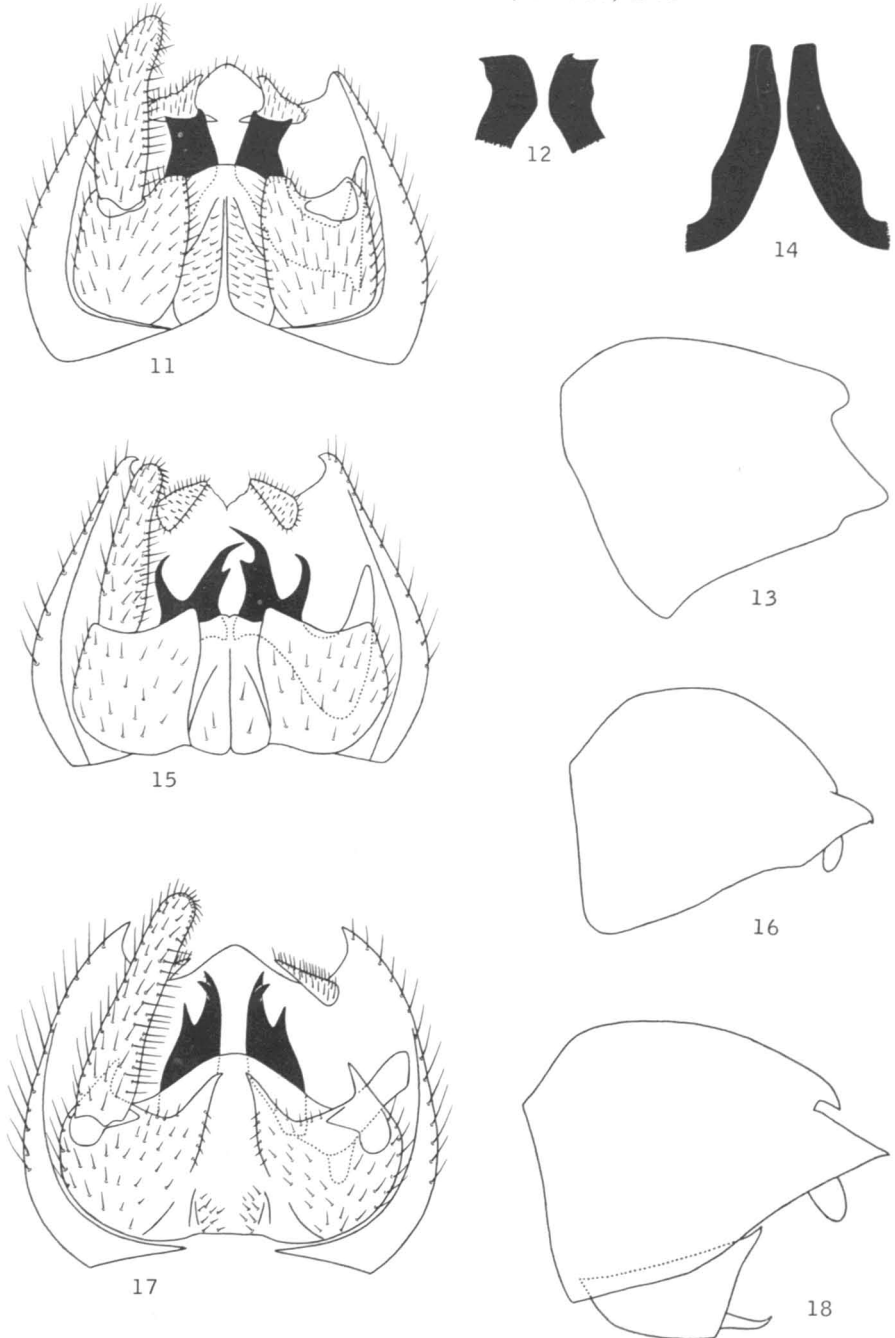


FIG. 11, *Th. tchaturskona*, armature génitale du ♂, vue de dessous. FIG. 12, variations de la forme des paramères de la même - FIG. 13, IX^e segment de la même, vu de profil - FIG. 14, *Th. suborientalis*, paramères, vue de face - FIG. 15, *Th. tridanta*, armature génitale du ♂, vue de dessous - FIG. 16, IX^e segment de la même, vu de profil - FIG. 17, *Th. tridhatu*, armature génitale du ♂, vue de dessous - FIG. 18, IX^e segment et basistyle de la même, vus de profil.

légèrement crénelé. Ces caractères ne sont qu'exceptionnellement présents chez les insectes du Pakistan. J'illustre ici (fig. 3) une variation extrême que montre un exemplaire manipouri : ses paramères sont plus anguleux et plus nettement denticulés que chez les autres spécimens.

Thaumalea karakoramica Schmid Fig. 10

Thaumalea karakoramica Schmid 1952, Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. 34 (10) : 20, fig. 31-32.

Cette espèce est très voisine de la suivante et ne s'en distingue que par les paramères. Ces appendices ont une forme assez stable et sont symétriques. Ils sont assez grêles et forment constamment trois dents apicales et subapicales externes, triangulaires, aiguës et de tailles subégales. L'apex de l'appendice est toujours aigu. Je figure ici un ♂ garhwali (fig. 10).

J'ai trouvé cette espèce à une seule localité du Pauri Garhwal et en ai examiné un spécimen du Népal.

Thaumalea nanarupa n. sp. Fig. 4-9

Un petit nombre de spécimens que j'ai sous les yeux paraissent très semblables à *karakoramica*, mais s'en distinguent pourtant nettement. C'est cependant avec quelques doutes que je les considère comme appartenant à une espèce différente, car ils ne sont caractérisés que par la forme des paramères qui est elle-même assez variable. Ces appendices sont triangulaires, assez larges et avec leur extrémité plutôt obtuse. Le bord subapical externe forme deux dents très obtuses, de taille et de position irrégulière et les deux appendices sont fréquemment asymétriques. Je figure ici l'holotype (fig. 4) et quatre autres spécimens (fig. 6-9) pour illustrer quelques-unes de ces variations. Les appendices inférieurs sont semblables à ceux de *karakoramica*, avec les basistyles courts, larges, arrondis et formant une proéminence apicale médiane située derrière les dististyles. Ces derniers sont simples, de longueur considérable mais un peu variable, comme chez *karakoramica*.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Pauri Garhwal, Dhur 8-9-IX-1958.

Th. nanarupa (sanskrit, variable, instable) ne m'est connue que d'un petit nombre de localités du Pauri Garhwal.

Thaumalea tchaturskona n. sp. Fig. 11-13

Génitalia ♂ : IX^e segment formant trois lobes dorsaux apicaux très obtus. Lobes anaux petits, triangulaires et assez largement distants. Paramères simples, rectangulaires et avec leurs deux angles apicaux assez variablement saillants. Basistyles également rectangulaires, un peu plus longs que larges et avec

leurs deux angles apicaux droits. Dististyles en lobes simples, un peu arqués vers l'intérieur et sans armature spineuse différenciée. Plaque ventrale peu proéminente et assez fortement pileuse. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Jhum La 24-25-III-1961.

Th. tchaturskona (sanskrit, quadrangulaire) est caractérisée par la forme de ses paramères et n'apparaît voisine d'aucune autre forme.

Thaumalea suborientalis Schmid Fig. 14

Thaumalea suborientalis Schmid 1958 Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. 34 (10) : 18, fig. 28.

Cette espèce paraît assez largement répandue et commune au Garhwal. Je l'y ai trouvée de fin-mai à mi-septembre, entre 7,000 et 12,500 pds, en milieu hypométrique. Les spécimens garhwalis montrent constamment des paramères plus robustes que ceux des pakistanais, plus fortement sclérotisés et avec l'angle basal externe plus atténué.

Thaumalea tridanta n. sp. Fig. 15-16

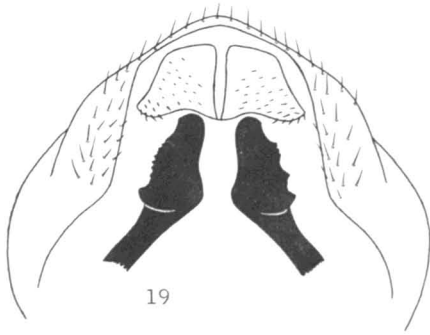
Génitalia ♂ : IX^e segment avec ses angles latéraux apicaux assez proéminents et recourbés en crochets vers l'intérieur. Lobes anaux petits et largement distants. Paramères apparaissant légèrement asymétriques chez le seul spécimen connu ; ils sont profondément échancrés et se terminent en deux épines grêles, inégales et recourbées vers l'intérieur ; la plus interne est elle-même clivée en deux pointes inégales. Basistyles pas plus longs que larges, avec leurs angles apicaux externes droits et simples et leurs angles internes légèrement aigus, glabres et bien sclérotisés. Dististyles en lobes simples, sans armature spineuse différenciée et environ 3,5 fois plus longs que larges. Plaque ventrale non proéminente. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Manipour. Sirohi Kashong 7-VI-1960.

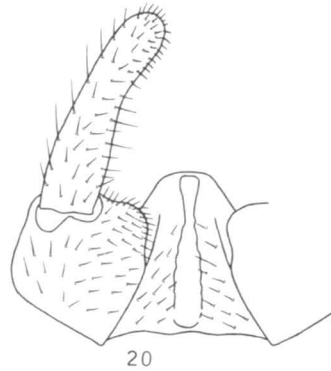
Th. tridanta (sanskrit, tridentée) apparaît assez isolée par la forme des paramères mais se rapproche par là quelque peu de *tridhatu*.

Thaumalea tridhatu n. sp. Fig. 17-18

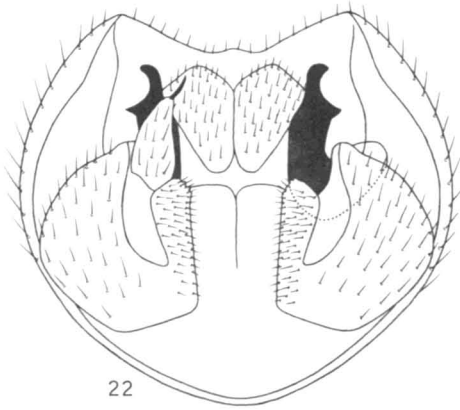
Génitalia ♂ : IX^e segment apparaissant largement circulaire vu de dessus et se terminant en trois pointes bien dégagées : deux angles latéraux et lobe médian. Lobes anaux petits et largement distants. Paramères en triangles élancés et terminés en trois pointes peu divergentes. Basistyles peu distincts



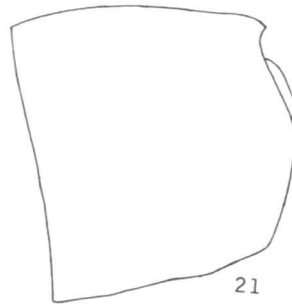
19



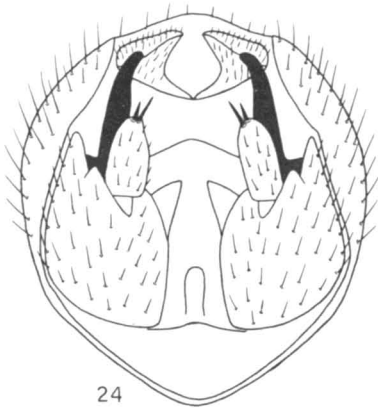
20



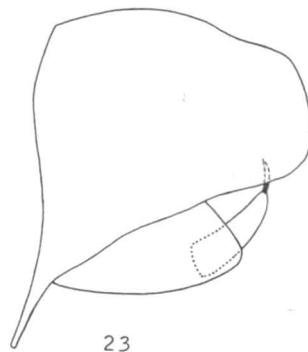
22



21



24



23

FIG. 19, *Th. tiriashi*, paramères et IX^e segment de ♂, vue de face – FIG. 20, appendices inférieurs de la même, vus de face – FIG. 21, IX^e segment de la même, vu de profil – FIG. 22, *Th. tchakrarupa*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 23, IX^e segment et basistyle de la même, vue de profil – FIG. 24, *Th. vartula*, armature génitale du ♂, vue de dessous.

de la plaque ventrale à leurs bords internes, pas plus longs que larges, mais avec leurs deux angles apicaux étirés en deux points aiguës et dirigées obliquement vers l'intérieur. Dististyles en lobes simples et de grande taille, sans armature spineuse différenciée et cinq fois plus longs que larges. Plaque ventrale proéminente et très large.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Sikkim, Tikjak 7-IV-1959.

Th. tridhatu (sanskrit, tripartite) est isolée de toutes les autres espèces, sauf peut-être de *tridanta*, et bien reconnaissable à la forme du IX^e segment et de tous les appendices.

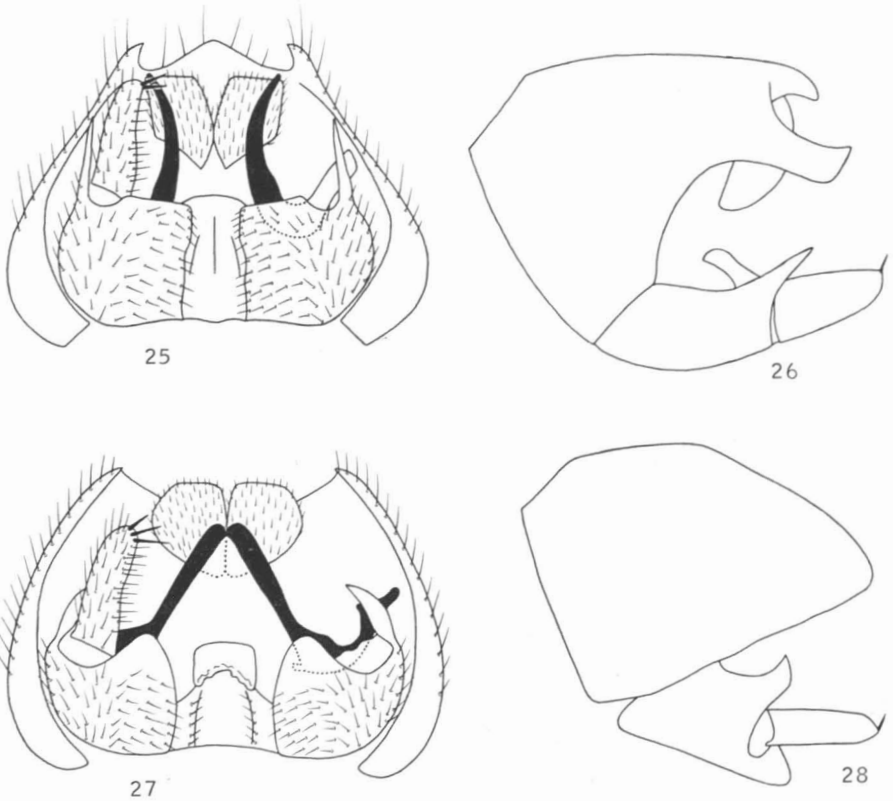


FIG. 25, *Th. urdhvakantaka*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 26, IX^e segment et appendices inférieurs de la même, vus de profil – FIG. 27, *Th. vakrakantaka*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 28, IX^e segment et appendice inférieur de la même, vus de profil.

Thaumalea tiriamchi n. sp. Fig. 19-21

Génitalia ♂ : IX^e segment peu proéminent à sa partie dorsale apicale et sans angles saillants à cet endroit. Sa partie ventrale apicale est bien développée, ce qui a pour effet que les appendices inférieurs ne sont pas insérés sur le même plan que les paramères et que ces pièces ne peuvent pas être vues simultanément en vraie grandeur. Lobes anaux grands et subrectangulaires. Paramères à peu près triangulaires, avec leurs angles arrondis et leurs côtés externes denticulés de façon asymétrique chez le seul spécimen connu. Basistyles subquadrangulaires, pas plus longs que larges, avec leurs angles apicaux droits, les angles internes étant arrondis et très velus. Dististyles de grande taille, en lobes simples, un peu recourbés vers l'intérieur, sans armature spineuse spécialisée et quatre fois plus longs que larges. Plaque ventrale légèrement proéminente. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Sikkim, Tsomgo 26-VIII-1959.

Th. tiriamchi (sanskrit, oblique) n'est peut-être pas éloignée de *nanarupa* par la forme des paramères, mais bien distincte par celle du IX^e segment.

Thaumalea tchakrarupa n. sp. Fig. 22-23

Génitalia ♂ : vu de dessous, le IX^e segment apparaît largement circulaire quoique échancré dorsalement et avec son bord ventral non interrompu mais très mince et situé bien plus bas que la naissance des appendices inférieurs. Lobes anaux grands, trapus et accolés. Paramères longs, forts, verticaux, largement distants l'un de l'autre et terminés en deux dents obtuses, dirigées vers l'extérieur. Basistyles subcirculaires, pas plus longs que larges et avec une très profonde échancrure à la base des dististyles. Ces derniers sont de simples cônes terminés par une longue épine recourbée. Plaque ventrale non proéminente. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Pauri Garhwal, Timarsan 12-13-VII-1958.

Th. tchakrarupa (sanskrit, circulaire) est voisine de *vartula* par la forme du IX^e segment et de tous les appendices.

Thaumalea vartula n. sp. Fig. 24

Génitalia ♂ : IX^e segment apparaissant très arrondi vu de dessous et avec son bord ventral étroit, ininterrompu et situé très ventralement, comme chez *tchakrarupa*. Lobes anaux pas très grands et concaves contre la ligne médiane. Paramères en longs batonnets grêles, verticaux, largement distants l'un de l'autre et légèrement recourbés vers l'intérieur à leur extrémité. Basistyles nettement plus longs que larges, peu échancrés à leur extrémité et avec leurs angles apicaux externes formant deux pointes coniques, obtuses et de longueurs inégales. Plaque ventrale bien allongée mais assez peu proéminente.

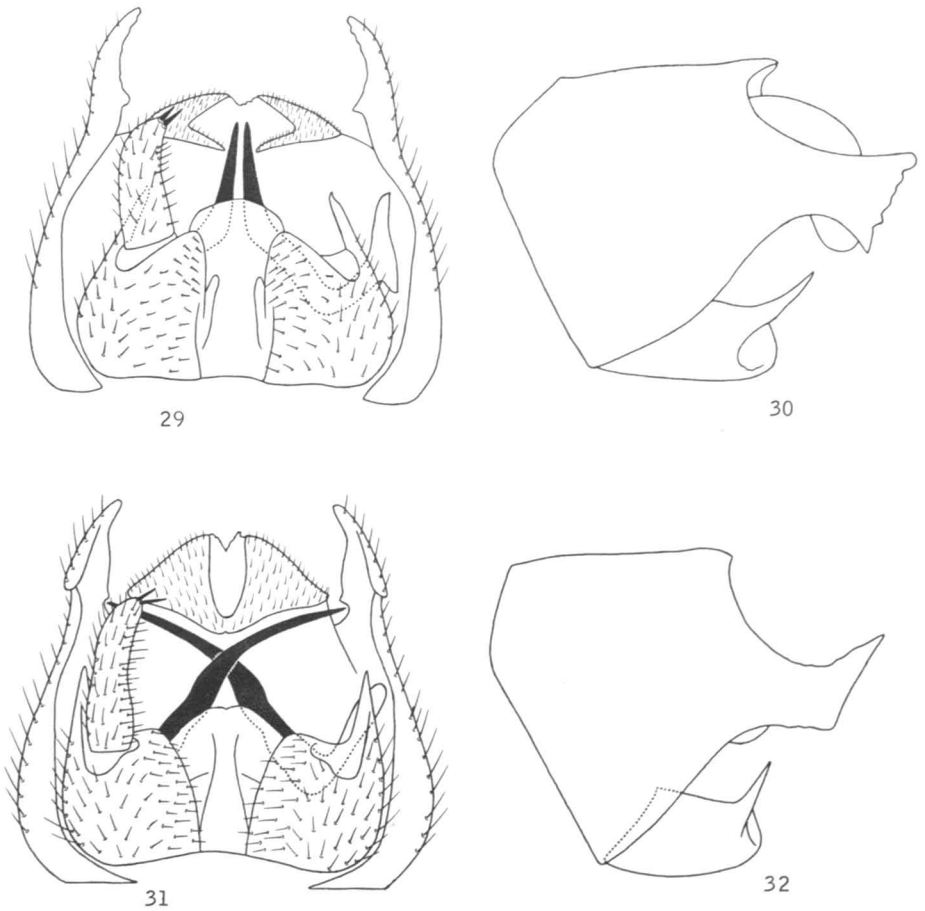


FIG. 29, *Th. tiriadanta*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 30, IX^e segment et basistyle de la même, vus de profil – FIG. 31, *Th. dirghakantaka*, armature génitale du ♂, vue de dessous – FIG. 32, IX^e segment et basistyle de la même, vus de profil.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Pauri Garhwal, Jungal Chatti 11-V-1958.

Th. vartula (sanskrit, arrondie) est proche parente de *tchakrarupa* par l'ensemble de ses caractères.

Thaumalea urdhvakantaka n. sp. Fig. 25-26

Génitalia ♂ : IX^e segment très large à sa base, vu de dessous et fortement rétréci à sa partie dorsale apicale où il se termine en trois lobes obtus. Lobes anaux grands, anguleux et contigus. Paramères en longues épines simples, largement distantes et arquées vers l'extérieur. Basistyles quadrangulaires,

aussi longs que larges, avec leurs angles apicaux internes droits et velus et leurs angles apicaux externes étirés en une longue et fine épine droite. Dististyles en lobes simples, assez courts et armés de deux épines apicales. À son extrême base, ils sont pourvus d'un fort lobe dirigé vers l'avant et visible de profil seulement.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Bengale occidentale, Bara Hata 22-III-1959.

Th. urdhvakantaka (sanskrit, pourvue d'une épine droite) est assez proche parente de *vakrakantaka* par la forme de ses appendices, mais bien distincte par l'aspect triangulaire du IX^e segment et les angles apicaux internes des basistyles droits.

Thaumalea vakrakantaka n. sp. Fig. 27-28

Génitalia ♂ : IX^e segment apparaissant court et très large, vu de dessous, avec ses faces latérales fortement bombées et sans angles apicaux très proéminents. Lobes anaux grands, arrondis et contigus. Paramères en bandes longues et étroites, avec leurs bases largement distantes, convergentes, se touchant à leurs extrémités et apparemment unis à l'un à l'autre par une membrane. Basistyles très courts, plus larges que longs, avec leurs angles apicaux internes obtus, proéminents et glabres et leurs angles apicaux externes étirés en une épine épaisse et recourbée vers l'intérieur. Dististyles en lobes simples, pas très longs et armés de trois fortes épines apicales. Plaque ventrale courte mais bien proéminente.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Assam, NEFA, Kameng Frontier Division, Lungdur 14-III-1961.

Th. vakrakantaka (sanskrit, pourvue d'une épine recourbée) est voisine de la précédente par la forme des paramères et des appendices inférieurs.

Thaumalea tiriasdanta n. sp. Fig. 29-30

Génitalia ♂ : IX^e segment avec ses angles apicaux supérieurs prolongés en une grande ailette ; chez l'holotype, cette dernière est plus courte et évasée (fig. 30) que chez *dirghakantaka* (fig. 32) mais chez l'unique paratype elle est plus semblable à celle de cette dernière quoique plus obtuse. Lobes anaux pas très volumineux et assez peu proéminents. Paramères en épines simples, très longuement triangulaires et ne dépassant pas l'extrémité du dististyle. Basistyles légèrement plus longs que larges, avec leurs angles apicaux internes droits et leurs angles apicaux externes étirés en une dent oblique vers l'intérieur. Dististyles assez épais, deux fois et demie plus longs que larges, un peu recourbés

vers l'intérieur et armés de deux fortes épines apicales. Plaque ventrale simple et un peu proéminente. ♀ inconnue.

Holotype ♂ : Inde, Assam, United Jaintia and Khasi Hills, Llaitlyngkot 14-III-1960.

Th. tiriadanta (sanskrit, armée d'une dent oblique) est très voisine de *dirghakantaka*, dont elle n'est pas indubitablement distincte, par les caractères cités plus haut, dont la conformation des paramères et des appendices inférieurs sont les plus frappants. C'est probablement un vicariant géographique de *dirghakantaka*.

Thaumalea dirghakantaka n. sp. Fig. 31-32

Génitalia ♂ : IX^e segment avec ses angles apicaux supérieurs fortement prolongés en une ailette quadrangulaire dont l'angle apical supérieur est à son tour étiré en une pointe effilée. Lobes anaux très grands, volumineux et contigus à leur angle inférieur. Paramères en très longues épines grêles, parallèles ou croisées et dépassant nettement l'apex des dististyles. Basistyles à peu près aussi longs que larges, avec leurs angles apicaux internes droits ou légèrement obtus et leurs angles apicaux externes étirés en une assez longue pointe grêle. Dististyles en lobes simples, trois fois plus longs que larges et armés de deux fortes épines subapicales. Plaque ventrale simple et peu proéminente.

Holotype ♂ et allotype ♀ : Inde, Pauri Garhwal, Gawana 22-24-V-1958.

Th. dirghakantaka (sanskrit, pourvue de longues épines) est très voisine de la précédente avec laquelle elle forme une paire nettement isolée par la conformation du IX^e segment et des appendices inférieurs.

Référence

SCHMID, F., 1958. Quelques Diptères Nématocères nouveaux ou intéressants (Thaumaléides et Limnobiides). *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, **34**: 1-23.

AGE, GROWTH, MATURITY, AND SEX COMPOSITION OF AMERICAN
SMELT, *OSMERUS MORDAX* (MITCHILL), FROM
MATAMEK LAKE, QUÉBEC.¹

LLOYD H. SAUNDERS

Department of Biology, University of New Brunswick, Fredericton, N.B.

G. POWER

Department of Biology, University of Waterloo, Waterloo, Ontario

Résumé

Une population de l'éperlan américain, *Osmerus mordax* (Mitchill), du lac Matamek (Québec), a été étudiée durant les années 1967-1969. Les différences d'âge à l'état adulte, la proportion des sexes, et la longévité entre mâles et femelles sont attribuées à la croissance plus rapide des mâles. Durant les deux premières années, les éperlans de Matamek eurent une période de croissance plus lente que celle du lac Supérieur et du Nouveau-Brunswick ; mais les éperlans de 4 ans et plus de Matamek étaient plus larges que ceux du même âge aux deux autres endroits. Cette supériorité de taille a été retenue dans les groupes d'âge subséquents. La longueur moyenne de 1600 éperlans était de 190 mm, 282 mm étant la longueur maximale pour un individu.

Abstract

A relict population of American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), from Matamek Lake, Québec was studied during 1967-1969. Differences in age at maturity, sex ratio, and longevity between males and females were attributed to the faster growth rate of males. Matamek smelt had a slower growth rate during the first two years than populations from Lake Superior and New Brunswick ; but age 4+ smelt from Matamek were larger than smelt of the same age from these populations, and this size superiority was retained in successive age-groups. The average length of 1600 smelt was 190 mm, and the largest individual was 282 mm.

Introduction

Recent fishery investigations in Québec have afforded the authors an opportunity to study a relict population of American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill). This species is anadromous, ranging from Labrador to New York on the Atlantic coast. Populations occur naturally in Lake Ontario, the St. Lawrence River, and Lake Champlain. Landlocked populations are known

1. Contribution No. 2561 from the Woods Hole Oceanographic Institution.

from lakes in New England, New York, and eastern Canada. In the upper Great Lakes region they have been introduced (Rupp, 1959).

In recent years the smelt has become increasingly important in Canada as both a sport and commercial species. It is dipnetted for sport during the spring spawning run, and commercial trawl catches are taken from the Great Lakes. Smelt populations are maintained as the major forage fish for salmon in Maine Lakes (Havey, 1960). Leggett (1965) has suggested smelt as an ideal diet for managed ouananiche. Smelt have also been introduced into some New York lakes as forage for brook trout (Flick, personal communication). Consequently, smelt are of considerable indirect value to the sport fishery. Rather extensive research has been conducted on this species and was adequately reviewed by Burbidge (1969).

Matamek Lake has been described (Saunders and Power, 1969) as a large, deep oligotrophic lake located 35 km northeast of Sept-Iles, Québec. It has an area of 1620 ha, maximum depth of 100 m, pH of 5.8, and a total alkalinity of 5 ppm (CaCO_3). The lake surface has an elevation of 122 m, and anadromous species are unable to reach the lake from the Gulf of St. Lawrence. The distribution of other species inhabiting the lake includes: brook trout, *Salvelinus fontinalis*, and threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in littoral areas; Arctic char, *S. alpinus*, in deep littoral and benthic areas; ninespine stickleback, *Pungitius pungitius*, in areas associated with running water.

Materials and Methods

A total of 1600 smelt were collected during July and August of 1967-69 to provide data on age and growth. Fish were captured using gill nets (3/4 to 4 inches stretched mesh), seines, and plankton nets at night. This combination of capture methods was employed to reduce the size selection introduced when only one method is used. All specimens were measured (fork lengths), weighed, and sexed; but specimens younger than age 2+ which could not be sexed accurately by gross examination of gonads were omitted. Scale samples were removed from the left side between the lateral line and dorsal fin. These were mounted (Power, 1964), and each fish was assigned to an age-group after scale analysis (Bailey, 1964). The mean length and mean weight of each age-group was calculated, and the increase between age-groups used as a measure of annual growth. Most empirical calculations were performed by an I.B.M. 360/75 computer (Fortran IV) using programs developed by Sheri (1968).

Results

A total of 483 smelt were aged during the study. A sample of 252 sexually mature smelt revealed minor differences in the mean lengths of males and females in the various age-groups (Table 1). Males were slightly longer than

TABLE I

Age, length, sex relationships of sexually mature smelt, Matamek Lake, 1967.

Age	Males					Females				
	No. fish	Mean length (mm)	Range	Std. dev. of means	Std. error of means	No. fish	Mean length (mm)	Range	Std. dev. of means	Std. error of means
1+	1	89	89	—	—					
2+	12	137	95-236	40.6	11.7	5	134	102-148	18.7	8.4
3+	23	193	150-260	31.8	6.6	16	187	148-225	23.5	5.8
4+	54	219	180-275	22.1	3.0	57	216	160-260	20.9	2.7
5+	36	239	200-273	19.0	3.2	38	248	210-279	16.1	2.6
6+	2	256	252-260	5.6	4.0	7	257	233-282	19.0	7.2
7+						1	270	270	—	—

TABLE II
Age, length, weight, and growth of smelt, Matamek Lake, 1967-68.

Age	No. fish	Length			Weight		
		Mean length (mm)	Absolute growth (mm/yr)	Relative growth (% increase)	Mean weight (g)	Absolute growth (g/yr)	Relative growth (% increase)
0+	6	16.0			1.0		
			57.6	360.0		3.0	300.0
1+	25	73.6			4.0		
			40.8	55.4		9.0	225.0
2+	72	114.4			13.0		
			76.3	66.6		42.5	326.9
3+	77	190.7			55.5		
			27.0	14.1		21.7	39.0
4+	166	217.7			77.2		
			25.6	11.7		27.9	36.1
5+	112	243.3			105.1		
			13.5	5.5		19.9	18.9
6+	14	256.8			125.0		
			13.2	5.1		27.0	21.6
7+	1	270.0			152.0		

females in the younger age-groups, but this trend was reversed in the older age-groups. Both sexes and the immature fish were included in the considerations of annual growth. The differences in mean length (Tables I-II) of age-groups suggested that the more rapidly growing smelt in these age-groups attained sexual maturity earlier than the slower growing fish. Younger smelt grew substantially faster than those age 3+ and older, and there was a dramatic decrease in annual growth after the third growing season. The decrease in annual growth is a normal occurrence in smelt populations (Bailey, 1964; McKenzie, 1958) and may be associated with the attainment of sexual maturity. The average length of 1600 smelt taken in gill nets in 1967 was 190 mm, and the largest individual was 282 mm.

Age at maturity and sex ratios were determined from a sample of 467 smelt (Table III). More males than females were mature in the younger age-groups. By age 3+ over 95% of the population was mature. Males were more numerous than females in the younger age-groups, but this difference was reversed and intensified in ages 4+ and older. Females lived longer than males, but males were slightly more numerous in the population.

Discussion

The smelt population of Matamek Lake demonstrated relationships between growth, age at maturity, and longevity. Males had a faster growth rate, earlier age at maturity, and shorter life span than females. There was a definite decrease in growth rate after sexual maturity. Since faster growing fish reached sexual maturity at an earlier age than slower growing fish, maturity appeared to be more closely associated with size than age. The initial

TABLE III

Age at maturity and sex ratios of smelt, Matamek Lake, 1967-68.

Age	Male		Female		Sex ratio
	No. fish	% Mature	No. fish	% Mature	M:F
1+	25	4			
2+	40	50	32	6	56:44
3+	44	98	33	97	57:43
4+	79	97	87	99	47:53
5+	51	100	61	100	46:54
6+	5	100	9	100	36:64
7+			1	100	
Total	244		223		52:48

length advantage observed in young males (age 2+-4+) was lost to the females (ages 5+-7+) as the males became sexually mature. Age at maturity and sex ratios (Table III) suggested that males with faster growth rates reached the physiological limits for growth and reproduction and died at an earlier age than females. Sex ratios indicated that males were slightly more numerous than females in the total population; but sex ratios of the spawning run were approximately equal, the excess number of older females being balanced by an equal number of younger males (Saunders, 1969).

Patterns of growth and maturity between sexes at Matamek were similar to those of smelt from Lake Superior (Bailey, 1964). Smelt at Matamek grow slower during the first two years than those from Lake Superior (Bailey, 1964) and New Brunswick (McKenzie, 1958); but by age 4+ Matamek smelt are larger than smelt of the same age from these other locations, and this size superiority is retained in successive age-groups.

Acknowledgments

This research was supported by the University of Waterloo through a grant provided by Woods Hole Oceanographic Institution. Partial financial assistance was provided by the Department of Biology, University of Waterloo.

References

- BAILEY, M. M., 1964. Age, growth, maturity, and sex composition of the American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of western Lake Superior. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **93**: 382-395.
- BURBIDGE, R. G., 1969. Age, growth, length-weight relationship, sex ratio, and food habits of American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), from Gull Lake, Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **98**: 631-640.
- HAVEY, K. A., 1960. Recovery, growth, and movement of hatchery-reared lake Atlantic salmon at Long Pond, Maine. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **89**: 212-217.
- LEGGETT, W. C. G., 1965. The effect of environment on food, growth, reproduction, and survival of Ouananiche in eastern Canada. M. Sc. Thesis, Univ. of Waterloo. 87 p.
- MCKENZIE, R. A., 1958. Smelt life history and fishery in the Miramichi River, New Brunswick. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, No. **144**, 77 pages.
- POWER, G., 1964. A technique for preparing scale smears. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **93**: 301-302.
- RUPP, R. S., 1959. Variation in the life history of the American smelt in inland waters of Maine. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **88**: 241-254.
- SAUNDERS, L. H., 1969. Ecology of brook trout, American smelt, and Arctic char of Matamek Lake, Quebec. Ph. D. Thesis, Univ. of Waterloo. 130 pages.
- SAUNDERS, L. H., and G. POWER, 1969. The Arctic char, *Salvelinus alpinus* (Linnaeus), of Matamek Lake, Quebec. *Naturaliste can.*, **96**: 919-934.
- SHERI, A. N., 1968. Growth dynamics of white perch, *Roccus americanus*, during colonization of Bay of Quinte, Lake Ontario. Ph. D. Thesis, Univ. of Waterloo. 366 pages.

LA FRÉQUENCE DES CHIASMES CHEZ UNE LIGNÉE ANEUPLOÏDE D'AVENA SATIVA L.¹

RÉAL MICHAUD et F. M. GAUTHIER

Département d'Agrobiologie, Faculté d'agriculture, Université Laval, Québec

Résumé

Des plantes monosomiques, nullisomiques et ditélosomiques de la lignée monosomique R742 d'*Avena sativa* L. ($2n = 6x = 42$) ont été utilisées pour le dénombrement des bivalents ouverts.

Les individus monosomiques ($2n = 41$) se sont comportés de façon normale avec une fréquence moyenne de 0.61 bivalent ouvert par cellule. Par contre, les cellules des nullisomiques ($2n = 40$) et des ($2n = 40 + 2t$) pour le petit bras renfermaient en moyenne 5.44 et 6.1 bivalents ouverts.

La fréquence des bivalents ouverts, probablement au sein d'un génome ($x = 7$) relève d'un contrôle génotypique localisé sur le long bras d'un long chromosome sub-terminal.

Abstract

Opened bivalents were counted in monosomic, nullisomic and ditelosomic plants originating from the monosomic line R742 of *Avena sativa* L. ($2n = 6x = 42$).

The meiotic behaviour of monosomic plants ($2n = 41$) was normal with a mean frequency of 0.61 bivalent per cell. On the other hand, cells of nullisomics ($2n = 40$) and ditelosomics ($2n = 40 + 2t$) contained respectively, 5.44 and 6.1 opened bivalents.

The frequency of opened bivalents, probably within a genome ($x = 7$), is under a genotypic control associated with the long arm of a long sub-terminal chromosome.

Introduction

L'appariement normal des chromosomes homologues à la méiose, accompagné de chiasmés plus ou moins nombreux, conditionne la production de gamètes normaux et fonctionnels. La fréquence des chiasmés revêt une importance toute particulière en vue de la recombinaison des facteurs héréditaires et la production de nouvelles formes. Celles-ci constituent l'objectif essentiel

1. Contribution N° 87, Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec 10^e, Canada.

TABLEAU I

Fréquence des bivalents ouverts chez les individus monosomiques, nullisomiques et ditélosomiques

Formule caryologique	No. de plantes	No. de cellules	No. bivalents ouverts									Moyenne
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	
monosomiques $2n = 41$	7	75	38	28	9	0	0	0	0	8	0	0.61
nullisomiques $2n = 40$	5	132	0	2	0	6	18	34	50	20	2	5.44*
ditélosomiques $2n = 40 + 2t$	3	22	0	0	0	0	0	8	5	7	2	6.1 *

* Le test X^2 indique que ces moyennes diffèrent de façon très significative de 0.61.

des travaux d'amélioration des plantes où on vise à transférer dans une même lignée ou descendance, les caractéristiques désirables de deux géniteurs différents.

Plusieurs chercheurs ont démontré que l'appariement des chromosomes et le crossing-over relèvent d'un contrôle génotypique. Dès 1933, Beadle découvrait un gène asynaptique chez *Zea mays*. Sears (1939) démontrait que le chromosome 3 B de *Triticum aestivum* contrôle la syndèse des 21 paires de chromosomes. Chez *Avena* spp., tour à tour, Nishiyama (1931), Huskins et Hearne (1933), Hacker et Riley (1963, 1965), Hacker (1965), Singh et Wallace (1967), Thomas et Rajhathy (1966), Thomas et Mytton (1970), ont démontré que l'absence d'une paire spécifique de chromosomes homologues cause l'asynapsis d'un nombre plus ou moins grand de chromosomes. De plus, Riley (1960) a démontré que le phénomène de la diploïdisation chez l'espèce hexaploïde *Triticum* relève d'un contrôle génotypique. En effet, l'absence du chromosome 5 B supprime l'appariement exclusif entre homologues et permet l'association entre chromosomes homoéologues. Gauthier et McGinnis (1968) ont observé un système analogue chez *Avena sativa* L.

Par ailleurs, Rees (1961) a démontré que les variations dans la fréquence des chiasmes observées dans diverses lignées de *Secale cereale* relevaient d'un contrôle génotypique.

L'utilisation de l'aneuploïdie a permis à plusieurs auteurs mentionnés plus haut d'arriver à des conclusions sûres quant à l'origine et au contrôle génotypique de ces processus. À leur suite, nous avons voulu vérifier l'existence d'un contrôle génotypique des chiasmes chez une lignée monosomique d'*Avena sativa* L.

Matériel et méthodes

La lignée monosomique R742 d'*Avena sativa* cv Rodney ($2n = 6x = 42$) a fourni le matériel de recherche. Andrew et McGinnis (1964) ont obtenu cette lignée à la suite d'un traitement aux rayons-X (150r). Le cultivar Rodney, qui provient du croisement R.L. 1574 x Roxton effectué à la Station de Recherches de Winnipeg, Man., offre une excellente stabilité et un bon potentiel de productivité. Les individus monosomiques de R742 sont relativement vigoureux et fertiles; ils se distinguent difficilement des disomiques. Par contre, le phénotype des nullisomiques et des ditélosomiques diffère de beaucoup: taille réduite, tallage abondant, stérilité complète, arête forte sur le lemma primaire, sinuosité au niveau du collet et retournement abaxial du limbe.

Le dénombrement des chromosomes, à la mitose, a été pratiqué sur des méristèmes radiculaires en utilisant la méthode des écrasements Feulgen. Les graines germent sur des buvards humides à 26°C; les racines de 2 à 3 cm

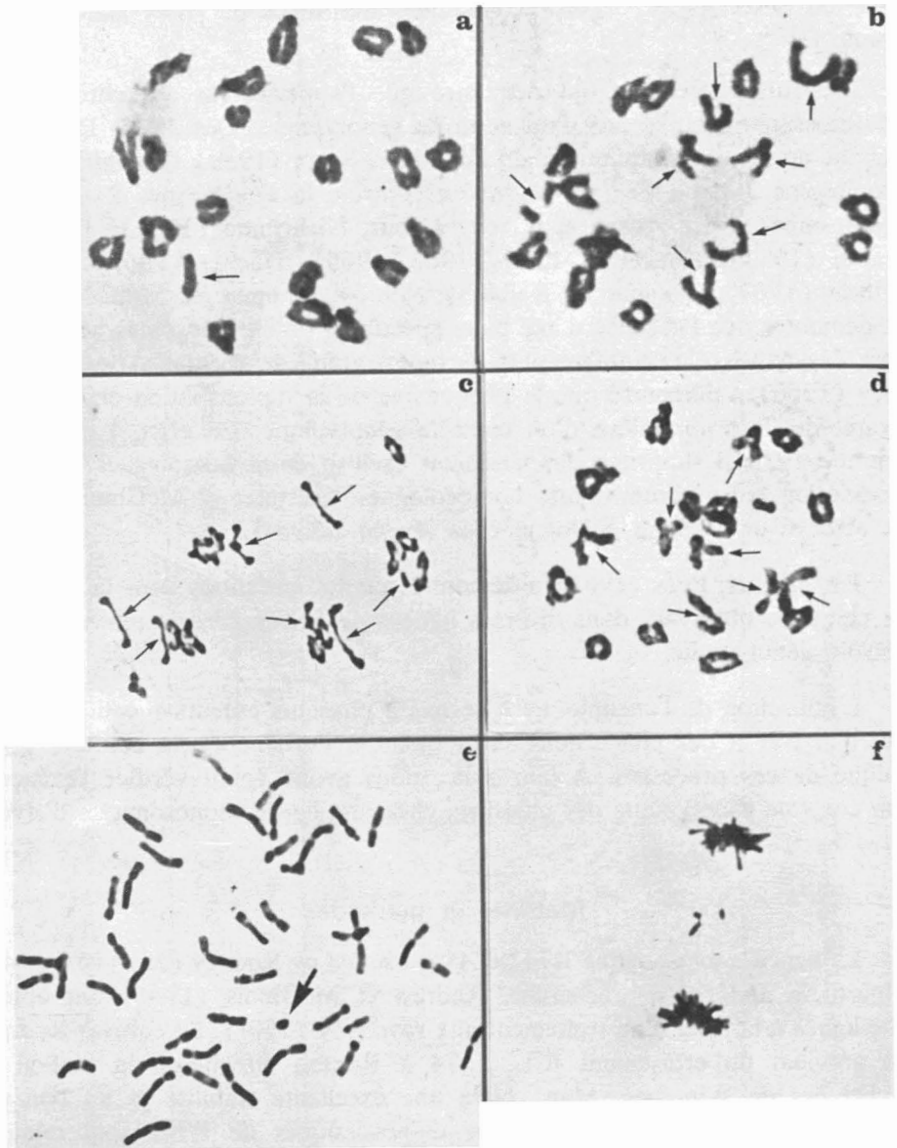


FIG.1. - Mitose et méiose de la lignée monosomique R742. [a] Diacinèse normale chez une plante monosomique ($2n = 41$) [b et c]. Diacinèse et métaphase d'une plante nullisomique ($2n = 40$) illustrant les bivalents ouverts. [d] Diacinèse d'une plante ditelosomique ($2n = 40 + 2t$) avec bivalents ouverts. [e] Mitose avec un chromosome télacentrique pour le petit bras ($2n = 41 + t$). [f] Anaphase II d'un monotelosomique ($2n = 41 + t$) montrant le long chromosome sub-terminal et le petit télacentrique.

sont prélevées et prétraitées pendant 24 heures dans de l'eau glacée (0 à 2°C) puis fixées à la température ambiante dans la solution Farmer (3:1). Elles sont hydrolysées dans HCl N pendant 8-12 minutes à 60°C, colorées dans la solution Feulgen, puis écrasées dans une goutte de carmin acétique.

Les plantules ont été cultivées, soit en serre à 18-20°C sous une illumination de 18 heures, soit en plein champ dans des conditions naturelles. Les panicules pour l'étude de la méiose ont été prélevées avant l'épiaison et fixées dans la solution Carnoy (6: 3: 1). Des frottis d'anthères colorées au carmin acétique ont servi aux études de la méiose.

Résultats expérimentaux

L'examen des cellules a été fait à la diacinèse et à la métaphase I. Seuls les bivalents qui n'étaient pas de toute évidence rattachés aux deux extrémités ont été classés comme bivalents ouverts. Chez les individus monosomiques (fig. 1a), le relevé des bivalents ouverts a porté sur 75 cellules provenant de 7 plantes différentes. Ces cellules comptaient, en moyenne, 0.61 bivalent ouvert (tableau I), plus de la moitié n'en ayant aucun et pas une cellule n'en contenant plus de 2. Par contre, les 132 cellules de 5 plantes nullisomiques (fig. 1 b et c) renfermaient en moyenne, 5.44 bivalents ouverts (tableau I), ce qui diffère de façon très significative de la moyenne obtenue avec les monosomiques. À l'exception de 2 cellules qui renfermaient seulement 1 bivalent ouvert, ceux-ci ont varié de 3 à 8 avec un mode de 6.

Les 22 cellules des plantes ditélosomiques (fig. 1d) contenaient, en moyenne, 6.1 bivalents ouverts, ce qui ne diffère pas de façon significative de la moyenne des nullisomiques. De plus, aucune des cellules ne comptait moins de 5 bivalents ouverts. Les individus télésomiques étaient faciles à identifier à la mitose et à la méiose parce que le chromosome télacentrique provient du petit bras d'un long chromosome sub-terminal (fig. 1 e et f).

Discussion

Avena sativa L. montre beaucoup de stabilité à la méiose. Ainsi, Joshi et Howard (1955) ont observé seulement 0.10 et 0.07 de cellules-mères de pollen anormales chez deux cultivars. Spier (1934) a compté 0.71 bivalent ouvert par cellule dans le cultivar Rodnorshire Sprig tandis que Lin (1968) a compté en moyenne 0.77 bivalent ouvert par cellule chez 4 cultivars et 0.9 chez Rodney d'où provient notre lignée monosomique R742. Les dénombrements obtenus avec les monosomiques de R742 concordent avec les résultats d'autres chercheurs et démontrent que l'absence d'un long chromosome sub-terminal n'a pas augmenté la fréquence des bivalents ouverts.

Par contre, l'absence de 2 chromosomes homologues sub-terminaux a augmenté de façon significative la fréquence des bivalents ouverts. La présence de deux télocentriques pour le petit bras n'a pas suffi pour rétablir le comportement normal. Il est donc logique de conclure que le chromosome déficitaire dans la lignée R742 renferme un ou des gènes qui contrôlent la fréquence des bivalents ouverts et que ce ou ces gènes se situent sur le long bras de ce long chromosome. Le fait que le nombre moyen de bivalents ouverts se situe aux alentours de 6 et qu'il n'a jamais dépassé 8 suggère que le contrôle se limiterait à un génome ($x = 7$), réduit dans le cas présent à 6 à cause de la paire d'homologues déficitaires. Le relevé de plusieurs comptes inférieurs à 6 peut être la conséquence d'une extrême prudence à ne compter que les cas très évidents et de mauvais étalements où il est difficile de pratiquer un examen précis.

Swanson (1957) affirme que l'ensemble de nos connaissances actuelles favorise l'hypothèse qu'un chiasme et un cross-over ne sont l'expression différente que d'un seul et même phénomène. De plus, il est admis que pour obtenir un bivalent fermé, il est essentiel d'avoir un chiasme dans chacun des bras d'un chromosome. Il semble donc logique de déduire que l'augmentation de la fréquence des bivalents ouverts causés par l'absence du chromosome étudié a diminué la fréquence des chiasmes chez le cultivar Rodney d'*Avena sativa* L.

Une hypothèse alternative consisterait en une terminalisation prématurée et une séparation précoce des deux bras concernés. L'enchevêtrement des chromosomes au stade diplotène n'a pas permis une analyse assez critique de leur comportement pour exclure cette deuxième hypothèse.

Remerciements

Nous remercions sincèrement le Conseil national des Recherches qui a accordé son aide financière, et le Dr R.C. McGinnis de l'université du Manitoba, qui a fourni la semence de R742. Nous apprécions la collaboration que nous ont apportée Mme Louiselle Thériault et M. Robert Lambert.

Références

- ANDREW, G.Y. and R.C. MCGINNIS, 1964. The artificial induction of aneuploids in *Avena*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **6**: 349-356.
- BEADLE, G.W., 1933. Further studies in asynaptic maize. *Cytologia*, **4**: 269-287.
- GAUTHIER, F.M. and R.C. MCGINNIS, 1968. The meiotic behaviour of a nulli-haploid plant in *Avena sativa* L. *Can. J. Genet. Cytol.*, **10**: 186-189.
- HACKER, J.B., 1965. The inheritance of chromosome deficiencies in *Avena sativa* monosomics. *Can. J. Genet. Cytol.*, **7**: 316-326.

- HACKER, J.B. and R. RILEY, 1963. Aneuploids in oat varietal populations. *Nature*, **197**: 924-925.
- HACKER, J.B. and R. RILEY, 1965. Morphological and cytological effects of chromosome deficiency in *Avena sativa* L. *Can. J. Genet. Cytol.*, **7**: 304-315.
- HUSKINS, C.L. and E.M. HEARNE, 1933. Meiosis in asynaptic dwarf or false wild oats. *J. Genet.*, **18**: 315-363.
- JOSHI, A.B. and H.W. HOWARD, 1955. Meiotic irregularities in hexaploid oats. III Further observations on the frequency of univalents and other meiotic irregularities in Spring x Winter variety hybrids of *Avena sativa*. *J. agric. Sci.*, **45**: 380-387.
- LIN, Chyi-Chyang, 1968. Studies of meiotic irregularities and of the frequencies of aneuploidy in intervarietal hybrids of some cultivated hexaploid oats. Ph.D. Thesis. University of Manitoba.
- NISHIYAMA, I., 1931. The genetic and cytology of certain cereals, II. Karyo-genetic studies of fatuoid oats with special reference to their origin. *Jap. J. Genet.*, **7**: 41-99.
- REES, H., 1961. Genotypic control of chromosome form and behaviour. *Bot. Rev.*, **27**: 288-318.
- RILEY, R., 1960. The diploidisation of polyploid wheat. *Heredity*, **15**: 407-429.
- SEARS, E.R., 1939. Cytogenetic studies with polyploid species of wheat. I. Chromosomal aberrations in the progeny of a haploid of *Triticum vulgare*. *Genetics*, **24**: 509-523.
- SINGH, R.M., and A.T. WALLACE, 1967. Monosomics of *Avena byzantina* C. Koch. I. Karyotype and chromosome pairing studies. *Can. J. Genet. Cytol.*, **9**: 87-96.
- SPIER, Jane D., 1934. Chiasma frequency in species and species hybrids of *Avena*. *Can. J. Res.*, **11**: 347-361.
- SWANSON, C.P., 1957. Cytology and Cytogenetics. Englewood Cliffs, W.J. Prentice-Hall Inc. 396 pp.
- THOMAS, H. and J. MYTTON, 1970. Monosomic analysis of fatuoids in cultivated oat *Avena sativa*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **12**: 32-35.
- THOMAS, H. and T. RAJHATHY, 1966. A gene for desynapsis and aneuploidy in tetraploid *Avena*. *Can. J. Genet. Cytol.*, **8**: 506-515.

DÉTERMINATION DU MANGANÈSE ASSIMILABLE PAR LE PIN ROUGE (*PINUS RESINOSA* AIT.) DANS LE SOL

YVON LAFLAMME

Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval, Québec

Résumé

Des échantillons de sol et d'aiguilles de pin rouge provenant de 30 plantations différentes âgées de 7 à 8 ans ont été recueillis. Nous avons déterminé la concentration du manganèse dans les aiguilles et dans le sol par 6 méthodes différentes et évalué le degré de corrélation entre les variables.

Le manganèse extractible à l'eau apparaît comme le plus représentatif du manganèse assimilable par le pin rouge ($r = 0.832$). Le manganèse extractible à l'acétate d'ammonium est aussi en corrélation avec le manganèse contenu dans les aiguilles mais avec un coefficient de corrélation beaucoup plus faible ($r = 0.471$).

Les autres formes de manganèse du sol, facilement réductible, lié à la matière organique, soluble à l'acide phosphorique et total ne donnent aucune corrélation significative avec le manganèse assimilé par cette essence.

Nous avons aussi trouvé une corrélation significative entre le manganèse soluble à l'eau et le pH du sol ($r = -0.754$) d'une part et entre la concentration du manganèse dans les aiguilles et le pH du sol ($r = -0.50$) d'autre part.

Abstract

Samples of soil and of foliage of red pine (*Pinus resinosa* Ait.) were obtained from 30 plantations seven to eight years old. Correlation coefficients were calculated between manganese concentrations in needles and in soils as determined by six different methods of soil analysis.

Water extractable soil manganese was most closely correlated with manganese concentrations in needles ($r = 0.832$). Ammonium-acetate-extractable manganese was also correlated with needle manganese but to a much lesser degree ($r = 0.471$). The other measures of soil manganese, i.e. easily-reducible, organic-matter-fixes, phosphoric-acid-soluble and total, were not significantly correlated with manganese present in red pine foliage.

Significant correlations were found between water-extractable soil manganese and soil pH ($r = -0.754$) as well as between manganese concentrations in needles and soil pH ($r = -0.50$).

Introduction

Les travaux sur la détermination du manganèse dans le sol indiquent que cet élément peut exister sous plusieurs formes :

- Manganèse bivalent dans la solution de sol, sous forme plus ou moins échangeable ou chéché avec la matière organique.
- Oxyde de manganèse facilement réductible.
- Bioxyde de manganèse relativement inerte.

A cause de ces différentes formes prises par le manganèse, il est difficile d'en évaluer les quantités assimilables par des méthodes chimiques.

L'extraction à l'acétate d'ammonium qui facilite l'analyse subséquente du manganèse, surtout quand la détermination est faite par colorimétrie, a été utilisée souvent pour déterminer le manganèse assimilable. Heintze (8) a choisi des solutions de nitrate de calcium ou de magnésium comme agent d'extraction. Pour Leeper (17), le terme manganèse échangeable a peu de signification, il préfère utiliser le terme manganèse extractible en spécifiant l'agent d'extraction.

L'acétate d'ammonium normal contenant 0.2% d'hydroquinone recommandé par Leeper (15, 16), a été utilisé avec succès pour diagnostiquer des déficiences en manganèse chez les céréales, cependant, cet agent d'extraction ne donne pas nécessairement les mêmes résultats avec les autres plantes. C'est ainsi que Heintze (9) n'a pu obtenir de résultats valables par cette méthode en travaillant avec le pois. Hoff et Mederski (13) ont déterminé le manganèse extractible en utilisant 8 agents d'extraction pour 25 sols différents de l'Ohio et ont déterminé le manganèse assimilé par la fève soya cultivée sur ces sols. Les meilleures corrélations entre le manganèse extrait et le manganèse assimilé par la plante ont été observées avec des solutions de phosphate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $r = 0.899$ et pour H_3PO_4 , $r = 0.854$), la moins bonne corrélation étant pour le manganèse total ($r = 0.487$).

Le manganèse du sol soluble à l'eau a été déterminé par certains auteurs avec des résultats divers : Adams et Weir (1) ont observé des relations entre le manganèse soluble à l'eau et le manganèse assimilé par le coton. Forsee (5) a obtenu de meilleurs résultats en considérant le manganèse échangeable (acétate d'ammonium) plutôt que le manganèse soluble à l'eau. Stenut *et al.* (23) n'ont pu trouver de relation entre le manganèse soluble à l'eau et celui assimilé par l'avoine, par contre Page *et al.* (19) en a obtenu.

Le but de ce travail consiste à déterminer quelle méthode chimique de détermination du manganèse dans le sol est plus représentative du manganèse

assimilé par le pin rouge. A cette fin, nous avons déterminé dans les sols le manganèse échangeable, facilement réductible, soluble à l'eau, à l'acide phosphorique et total. Comme il est bien connu que le manganèse peut former des complexes avec la fraction organique du sol (3, 10, 12), nous avons également déterminé cette forme de manganèse par extraction au pyrophosphate, réactif utilisé pour l'extraction de la matière organique du sol (3) et par extraction avec l'acétate d'ammonium contenant du cuivre (11). Cette méthode est basée sur le fait que l'ion cuivre peut former avec la matière organique du sol des complexes plus stables que ceux formés par le manganèse (10), par conséquent l'ion cuivre peut déplacer l'ion manganèse de ses complexes. Nous avons ensuite déterminé le contenu en manganèse dans les aiguilles de pin rouge et évalué le degré de corrélation entre les variables.

Matériel et méthodes

MATÉRIEL

Les échantillons de sol et de tissus proviennent de 30 plantations de pins toutes âgées de 7 à 8 ans. Ces plantations ont été faites sur des terres à faible rendement pour la plupart épuisées par l'agriculture, abandonnées depuis quelques dizaines d'années avant les plantations. Ces terres avaient tendance à retourner à l'état de friche. Dans de nombreux cas, l'implantation naturelle du bouleau gris et du peuplier faux-tremble était bien amorcée. De plus aucune de ces terres, à notre connaissance, n'a été fertilisée depuis l'afforestation.

Dans une plantation donnée, on a choisi deux rangées de 20 plants relativement homogènes au point de vue hauteur. Ensuite on a prélevé du sol plusieurs carottes mesurant environ 6 pouces de longueur ; les prises ont été faites à intervalles réguliers le long des rangées choisies et on a finalement mélangé l'ensemble pour donner des échantillons composites. Dans chaque plantation on a prélevé des aiguilles sur 20 arbres et combiné ces prélèvements pour former un échantillon composite.

Les sols ont été échantillonnés au cours de l'été ; une fois recueillis, ils étaient séchés à l'air et tamisés à 2 mm. Ces sols étaient des sables ou des sables loameux contenant de 4% à 12% de matière organique et ayant des pH variant entre 4.2 et 5.4. Les aiguilles ont été recueillies à la fin de la saison de croissance entre le 10 septembre et le 15 octobre, puis séchées à 65°C avant d'en faire l'analyse.

MANGANÈSE EXTRACTIBLE

Les indications relatives aux méthodes d'extraction du manganèse dans le sol sont données au tableau I. Dans tous les cas on a utilisé 10 g de sol et suivi le protocole expérimental indiqué dans les références mentionnées.

TABLEAU I
Méthodes d'extraction du manganèse dans le sol

Nom de l'extrait	Solution extractive	Volume ml	Procédé	Réf.
Mn (NH ₄ OAc) (échangeable)	Acétate d'ammonium N à pH 7	250	Percolation 5 h.	21
Mn (NH ₄ OAc + HQ) (facilement réductible)	Acétate d'ammonium N à pH 7 + 0.05% hydroquinone	100	Agitation 1 h. filtration	14
Mn (NH ₄ OAc + Cu) (chélé)	Acétate d'ammonium N à pH 7 + CuSO ₄ 0.04N	250	Percolation 5 h.	11
Mn (Na ₄ P ₂ O ₇) (chélé)	Pyrophosphate 0.2 N à pH 7	100	Agitation ½ h. centrifugation	11
Mn (eau) (soluble à l'eau)	Eau bidistillée	100	Agitation ½ h. filtration	15
Mn (H ₃ PO ₄) (soluble à l'acide phosphorique)	Acide phosphorique 0.1 N	100	Agitation 1 h. filtration	13

MANGANÈSE TOTAL – Mn (total)

Le manganèse total du sol est déterminé dans la solution obtenue par minéralisation au moyen de l'acide nitrique et perchlorique selon la méthode de Page *et al.* (19).

MANGANÈSE DANS LES AIGUILLES – Mn (aiguilles)

On détruit la matière organique d'un gramme d'aiguilles avec l'acide nitrique et perchlorique selon la méthode de Borchardt et Butler (2).

MESURE DU pH

Les pH ont été déterminés avec un appareil Corning modèle 12 en utilisant le rapport sol eau 1 : 2.5

DÉTERMINATION DU MANGANÈSE

Toutes les déterminations du manganèse ont été faites par absorption atomique sur un spectro-photomètre Perkin-Elmer, modèle 303. Les standards ont été préparés dans la solution extractive. Pour corriger les interférences possibles dues à la silice dans la détermination du manganèse, nous avons ajouté du calcium (200 ppm) aux standards et aux échantillons (20).

TABLEAU II

Contenu en manganèse extractible et total
du sol, et manganèse dans les aiguilles
pour les 30 plantations étudiées.

Détermination	Concentration en ppm		
	min.	max.	moyenne
Mn (eau)	.20	5.5	2.0
Mn (NH ₄ OAc)	5.0	40.0	18.3
Mn (NH ₄ OAc + Cu)	5.0	117.0	25.3
Mn (NH ₄ OAc + HQ)	4.5	74.0	18.5
Mn (H ₃ PO ₄)	3.5	40.5	19.0
Mn (Na ₄ P ₂ O ₇)	6.0	165.0	53.6
Mn (total)	160	550.0	193.0
Mn (aiguilles)	41	540.0	183.0

Résultats et discussion

Les quantités de manganèse que l'on peut extraire du sol sont très variables selon les réactifs utilisés. Le tableau II nous montre les valeurs minimum, maximum et moyennes pour les 30 plantations étudiées. Nous avons comparé les différentes façons de déterminer le manganèse dans le sol avec une variable commune, le manganèse dans les aiguilles et supposé une régression linéaire. Nous avons aussi comparé différents modes d'extraction entre eux ; les résultats apparaissent au tableau III.

L'examen de ce tableau montre clairement que c'est le manganèse du sol que l'on peut extraire à l'eau - Mn (eau) - qui semble le plus représentatif du manganèse assimilable par le pin rouge. Le manganèse extractible à l'acétate d'ammonium généralement appelé manganèse échangeable donne aussi une corrélation significative avec le manganèse dans les aiguilles mais avec un coefficient beaucoup plus faible ($r = 0.471$).

Les autres méthodes de détermination : manganèse lié à la matière organique, extractible à l'acide phosphorique, facilement réductible et manganèse total ne donnent pas de corrélation avec le manganèse assimilé même au niveau de probabilité de 95%.

La figure 1 nous montre la relation entre le manganèse extractible à l'eau et le manganèse assimilable par le pin rouge. Cette bonne corrélation est facile

à comprendre si l'on admet que la plante absorbe surtout le manganèse directement de la solution de sol plutôt que par échange par contact entre les racines et les particules de sol.

Il est intéressant de noter la corrélation qui existe entre les quantités de manganèse soluble à l'eau et le pH du sol, ($r = -0.754$). On observe une diminution de solubilité du manganèse avec une augmentation du pH. On retrouve la même relation ($r = -0.50$) entre la concentration du manganèse dans les aiguilles et le pH du sol.

Pour le manganèse soluble à l'eau nous avons calculé le pMn ($\text{pMn} = -\log \text{Mn}$) et établi l'équation de corrélation entre cette variable et le pH.

TABLEAU III
Equations de régression linéaire et coefficients de corrélation pour les différentes variables étudiées

Equations de régression linéaire				Coefficients de corrélation
Y	= m	X	+ b	r
Mn (aiguilles)	= 3.9	Mn (NH_4OAc)	+ 10.2	0.471*
Mn (aiguilles)	= 4.7	Mn ($\text{NH}_4\text{OAc} + \text{Cu}$)	+ 34	0.245
Mn (aiguilles)	= 2.7	Mn ($\text{NH}_4\text{OAc} + \text{HQ}$)	+ 37	0.320
Mn (aiguilles)	= 8.4	Mn ($\text{Na}_4\text{P}_3\text{O}_7$)	+ 37.4	0.329
Mn (aiguilles)	= 1.5	Mn (H_3PO_4)	+ 1.6	0.210
Mn (aiguilles)	= 88	Mn (eau)	+ 0.30	0.832*
Mn (aiguilles)	= 6.0	Mn (total)	- 1700	0.205
Mn (aiguilles)	= -240	pH	+ 1348	-0.500*
Mn (eau)	= -0.06	Mn (total)	- 19	-0.266
Mn (H_3PO_4)	= 0.12	Mn (total)	- 21	0.737*
Mn (NH_4OAc)	= 0.12	Mn (total)	- 27	0.719*
Mn ($\text{NH}_4\text{OAc} + \text{Cu}$)	= 0.6	Mn ($\text{Na}_4\text{P}_3\text{O}_7$)	- 6	0.885*
Mn ($\text{NH}_4\text{OAc} + \text{Cu}$)	= 0.21	Mn (total)	- 42	0.763*
Mn (eau)	= -8.0	pH	+ 41	-0.754*
p Mn	= 1.1	pH	- 6.0	0.822*

* significatif au niveau de probabilité 99%

Nous avons trouvé l'équation $pMn = 1.1 pH - 6.0$ Eriksson (4) a démontré que si la non disponibilité du manganèse avec l'augmentation du pH était due à la formation d'oxyde, on devrait avoir l'équation $pMn = 2 pH - cte$. La valeur trouvée (1.1) s'éloigne assez de la valeur théorique (2) pour rejeter cette hypothèse.

L'autre hypothèse que l'on peut envisager pour expliquer la diminution de la disponibilité du manganèse avec l'augmentation du pH est la formation de complexes entre le manganèse et la matière organique, complexes dont la stabilité serait fonction de l'acidité ; Page (18) a montré que cette hypothèse semble la plus probable. De plus, Geering *et al.* (6) ont étudié la nature chimique du manganèse dans la solution de sol et ont trouvé, en utilisant une grande variété de sol, que 84% et 99% du manganèse dans la solution du sol était sous forme de complexe.

Le tableau III nous montre aussi qu'il existe des corrélations entre le manganèse extractible à l'acide phosphorique, à l'acétate d'ammonium, à

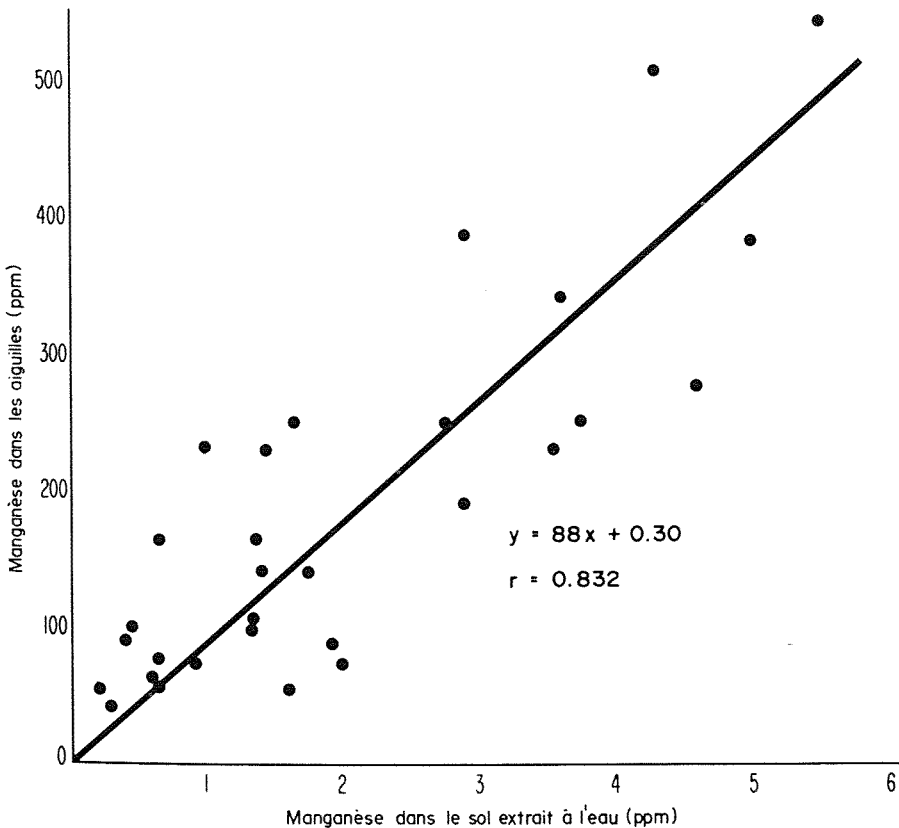


FIG. 1. Relation entre la concentration du manganèse dans les aiguilles de pin rouge et le manganèse dans le sol extrait à l'eau.

l'acétate d'ammonium contenant du cuivre et le manganèse total. Il semble donc que dans les sols étudiés il s'établit un équilibre entre les formes de manganèse extractibles par ces réactifs et le manganèse total. Un tel équilibre ne semble pas s'établir entre le manganèse soluble à l'eau et le manganèse total.

On ne connaît pas les quantités de manganèse requises par le pin rouge pour une croissance normale. Gerloff *et al.* (7) rapporte comme valeur intermédiaire la concentration de 260 ppm de manganèse dans les aiguilles et Stone (24) des valeurs variant entre 200 et 900 ppm. Dans le présent travail nous avons trouvé des concentrations variant entre 41 et 450 ppm avec une moyenne de 183 ppm. Comme plusieurs facteurs affectent l'entrée du manganèse dans la plante, on ne peut indiquer pour le moment quelle est la concentration critique qui peut amener une déficience. Des études sont en cours sur ce sujet. Une fois cette valeur connue on pourrait au moyen de l'équation établie dans ce travail : $Mn(\text{aiguilles}) = 88 Mn(\text{eau}) + .3$, déterminer la concentration minimum de manganèse soluble à l'eau nécessaire pour la croissance normale du pin rouge.

Remerciements

L'auteur remercie le professeur B. Bernier et M. D. Meyer pour lui avoir fourni les échantillons utilisés dans cette étude. Il remercie aussi le Conseil National des Recherches du Canada et le Fonds de Recherches Forestières de l'Université Laval pour leur aide financière.

Références

1. ADAMS, F. and J. I. WEIR, 1957. Manganese toxicity and soil acidity in relation to crinkle leaf of cotton. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **21**: 305-308.
2. BORCHARDT, L. G. and J. P. BUTLET, 1957. Determination of trace amounts of copper. *Anal. Chem.*, **29**: 414-419.
3. BREMNER, J. M., S. G. HEINTZE, P. J. G. MANN and H. LEES, 1946. Metallo-organic complexes in soil. *Nature* (London), **158**: 790-791.
4. ERICKSSON, E., 1952. The physico-chemical behaviour of nutrients in soils. *J. Soil Sci.*, **3**: 238-250.
5. FORSEE, W. T., 1954. Conditions affecting the availability of residual and applied manganese in the organic soils of the Florida Everglades. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **18**: 475-478.
6. GEERING, H. R., J. F. HODSON and C. SNADO, 1969. Micronutrient cation complexes in soil solution: IV. The chemical state of manganese in soil solution. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **33**: 81-85.
7. GERLOFF, D. G., MOORE and J. T. CURTIS, 1964. Mineral content of Native plants of Wisconsin. *Univ. Wisconsin Res. Rep.*, **14**:

8. HEINTZE, S. G., 1938. Readily soluble manganese of soils and marsh spot of peas. *J. agric. Sci.*, **28**: 175-186.
9. HEINTZE, S. G., 1946. Manganese deficiency in peas and other crops in relation to availability of soil manganese. *J. agric. Sci.*, **36**: 227-237.
10. HEINTZE, S. G., 1952. Studies on soil manganese. *J. Soil. Sci.*, **8**: 288-300.
11. HEINTZE, S. G. and P. J. MANN, 1949. Studies on soil manganese. *J. agric. Sci.*, **29**: 80-95.
12. HEMSTOCK, G. A. and P. F. LOW, 1953. Mechanisms responsible for retention of manganese in the colloidal fraction of soil. *Soil Sci.*, **76**: 331-343.
13. HOFF, D. J. and H. J. MEDERSKI, 1958. The chemical estimation of plant available soil manganese. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **22**: 129-132.
14. LEEPER, G. W., 1934. Relationship of soils to manganese deficiency of plants. *Nature*, **134**: 972-973.
15. LEEPER, G. W., 1953. Manganese deficiency of cereals: plot experiments and a new hypothesis. *Proc. R. Soc. Vict. Australia*, **47**: 225-261.
16. LEEPER, G. W., 1939. Experiments on manganese deficiency disease ("Gray Speck") of cereals. *Proc. R. Soc. Vict. Australia*, **52**: 138-152.
17. LEEPER, G. W., 1947. The forms and reactions of manganese in the soil. *Soil Sci.*, **63**: 79-84.
18. PAGE, E. R., 1962. Studies in soil and plant manganese II. The relationship of soil pH to manganese availability. *Plant and Soil*, **16**: 247-257.
19. PAGE, E. R., SCHOFIELD, E. K. PALMER and A. J. MCGREGOR, 1962. Studies in soil and plant manganese. I. Manganese in soil and its uptake by oats. *Plant and Soil*, **16**: 238-246.
20. PLATTE, J. A. and V. M. MARCY, 1965. Atomic Absorption Spectrophotometry as a tool for the water chemist. *Atomic Absorption Newsletter*, **4**: 289-292.
21. SCHOLLENBERGER, A. and P. H. SIMON, 1948. Determination of exchangeable cations. *Soil Sci.*, **59**: 13-19.
22. SHERMAN, G. D. and P. M. HARMER, 1942. The Manganous-manganic equilibrium of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **7**: 398-405.
23. STENIUT, D., R. PIOT and R. BOON, 1956. Relation entre le pH et la teneur en manganèse des sols sableux et l'apparition des symptômes de carence en manganèse chez l'avoine. *Trans. 6th Intern. Congr. Soil Sci.*, **A**: 234-235.
24. STONE, E. L., 1968. Microelement nutrition of forest trees: A review in Forest fertilization Tennessee Valley Authority. Muscle Shoals Alabama.

MOLYBDENUM NUTRITION IN OATS AS AFFECTED BY ORGANIC AMENDMENTS, NITROGEN FERTILIZERS AND LIMESTONE ¹

B.T. CHENG ² and G.J. OUELLETTE

Département des Sols, Faculté d'Agriculture
Université Laval, Québec, Canada

Résumé

Le rôle de la chaux et de divers composés organiques et engrais azotés dans l'absorption du molybdène et autres oligo-éléments par l'avoine (*Avena sativa*) fait l'objet de la présente étude. L'addition de 3kg de molybdate de sodium à l'hectare a provoqué des augmentations de rendements tout à fait significatives. L'addition de pierre à chaux a entraîné des réductions dans le contenu du feuillage en fer, en manganèse et en aluminium; par contre, le contenu en molybdène s'en est trouvé augmenté. L'addition d'acides humiques ou de compost au sol en a fait augmenter la solubilité du molybdène et par conséquent les plantes contenaient de plus grandes quantités de cet élément. L'addition simultanée des mêmes composés a entraîné des augmentations considérables dans le contenu du feuillage en manganèse. Le sulfate d'ammonium a favorisé la croissance de l'avoine de façon plus marquée que l'urée ou le nitrate de potassium; le sulfate d'ammonium a aussi empêché l'apparition des symptômes de carence de molybdène.

Abstract

The influence of organic amendments, nitrogen sources and limestone upon the growth of oats, molybdenum uptake and associated nutrition was investigated with St. André soil which is very low in available molybdenum. Highly significant yield increases were obtained from the application of 3kg/ha of sodium molybdate. Where no molybdenum was applied, the plants fertilized with ammonium sulfate did not show any molybdenum deficiency symptoms, but they did with potassium nitrate and urea. Application of limestone generally produced a reduction in manganese, iron and aluminium uptake but the molybdenum content of oats was increased. Where lime and compost were applied together, aluminium suffered a further decrease in plants. The molybdenum content of plants and soil was generally increased by both humate and compost treatments. The manganese content of leaves was increased by the combined treatment of humate and compost but not by the same compounds when used separately. Significant correlations were found between soil and plant data.

1. Contribution No 86, Faculté d'Agriculture, Université Laval, Québec, Canada.

2. Present address: Laboratoire des Sols, Institut de Technologie Agricole, Ministère de l'Agriculture du Québec, St-Hyacinthe.

Introduction

Molybdenum in soil was classed by Amin and Joham (1) into three fractions, namely: water soluble (molybdate salts), ammonium hydroxide soluble (molybdenum trioxide) and oxidizable fraction (reduced oxides of molybdenum in clay molybdenum mixture). It has a valence of 2 to 6. Hexavalent molybdenum trioxide acts as an acidic oxide and readily complexes with Na, K and Mg to form soluble molybdate. The highest oxide of molybdenum was found to be freely available.

Numerous studies have demonstrated that molybdenum uptake in pastures and vegetables was increased by alkaline treatments such as limestone or basic slag and decreased by acidic fertilizers such as ammonium sulfate or sulphur (2, 3, 4, 7, 17, 18, 19, 20). The release of molybdenum by liming was found to be the result of anion exchange between molybdenum and hydroxyl ions (19). Red clover yields and the nitrogen content of soybeans were increased by the soil application of two pounds per acre of sodium molybdate (10). Nodulation of soybeans and peas was also considerably increased

TABLE I

Grain and straw yields (g/jar) of oats grown in St. André soil treated with sodium molybdate, organic amendments and nitrogen sources (average of 3 replications).

Treatments		Sodium Molybdate					
		0			3 kg/ha		
		grain	straw	total	grain	straw	total
N fertilizers	organic amendments						
	O	4.2	6.7	10.9	5.0	7.5	12.5
	humic acid	3.1	6.0	9.1	4.9	7.9	12.8
	compost	3.0	5.8	8.8	5.4	8.8	14.2
KNO ₃	O	6.2	5.9	12.1	4.9	6.1	11.0
	humic acid	5.2	6.4	11.6	6.1	8.3	14.4
	compost	5.2	4.7	9.9	5.1	7.4	12.5
(NH ₄) ₂ SO ₄	O	5.2	7.9	13.1	6.7	8.2	14.9
	humic acid	5.9	9.1	15.0	7.7	9.7	17.4
	compost	7.1	8.4	15.5	8.3	10.4	18.7

by molybdenum application. Other factors such as microorganisms, soil type and nature of soil molybdenum have been shown to influence the uptake of molybdenum by plants (12, 14).

The purpose of this experiment was to investigate the effect of organic amendments, nitrogen sources and molybdenum levels on the growth and mineral content of oats.

Materials and Methods

The surface layer (0 – 15 cm) of St. André soil which is very low in available molybdenum was collected for greenhouse studies. The soil was sieved while in a moist condition through a 2 mm screen. Plants were thinned to 10 per pot two weeks after sowing.

TABLE II

Analysis of variance of yield data from Table I.

Source of Variation	Yields of Grain				Yields of Straw		
	D.F.	S.S.	M.S.	F.	S.S.	M.S.	F.
Total	53	134.0			205.0		
Between groups	18	96.8		5.3**	118.0	6.6	2.7**
Between N fertilizers	2	59.0	29.5	29.5**	60.0	30.0	12.5**
Between organic amendments	2	1.0	0.5	0.5	8.0	4.0	1.7
Between Mo treatments	1	14.0	14.0	14.0**	30.0	30.0	12.5**
Interaction							
N fert. × org. amend.	4	1.0	0.3	0.3	7.0	1.8	0.8
N fert. × Mo treat.	2	9.0	4.5	4.5*	2.0	1.0	0.4
Org. amend. × Mo treat.	2	3.0	1.5	1.5	9.0	4.5	1.9
N fert. × org. amend. × Mo treat.	4	11.6	2.9	2.9	1.0	0.3	0.1
Error	18	36.0	1.0		86.0	2.4	
L.S.D.	5%		1.7		2.6		
	1%		2.2		3.5		

TABLE III

Mineral content of oat leaves sampled at early blooming stage and growing in St. André soil treated with sodium molybdate, nitrogen fertilizers and organic amendments.

N Fertilizers	Organic Amendments	Sodium Molybdate									
		0					3 kg/ha				
		Mn	Fe	Al	Mo	N	Mn	Fe	Al	Mo	N
	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
NH ₂ CONH ₂	O	525	175	125	0.62	2.4	275	170	145	0.76	1.1
	humic acid	335	175	90	0.69	2.9	250	168	150	0.68	1.0
	compost	375	160	90	0.65	3.2	280	178	160	0.76	2.4
KNO ₃	O	400	160	115	0.60	3.0	400	160	140	0.75	1.6
	humic acid	375	175	110	0.64	3.2	420	130	100	0.83	2.3
	compost	350	170	115	0.73	3.5	390	150	130	0.69	2.0
(NH ₄) ₂ SO ₄	O	270	210	160	0.70	3.7	440	168	170	0.76	2.5
	humic acid	575	188	188	0.73	3.5	510	225	189	0.72	2.7
	compost	610	188	185	0.68	4.0	440	172	150	0.72	2.1

Two trials were conducted with Garry oats. In the first trial, the following treatments were used :

1. Sodium molybdate : 0 and 3 kg/ha.
2. Nitrogen sources : urea, potassium nitrate and ammonium sulfate at the rate of 200 kg N/ha.
3. Organic amendments : humic compound and compost at the rates of 0 and 500 kg/ha.

The compost used in the present experiment was made of household refuse and contained 0.05 ppm of water soluble and 1.2 ppm of total molybdenum. The humic compound was isolated by the authors from fern peat moss with 0.1 N NaOH and precipitated by 0.1 N HCl. Both compost and humic compound were thoroughly mixed with the soil in the solid form. This experiment was arranged on a greenhouse bench according to the rectangular lattice design (Table I).

A factorial design with three replications was employed for the second trial. Humate, lime and compost at the rate of 500 kg/ha were combined to produce 8 treatments as shown in Table X. Using the weighing technique,

distilled water was added uniformly to all jars on alternate days in amounts sufficient to bring the soil to 80 per cent of its available water capacity. Samples of the foliage at early blooming stage and stems at harvesting time were taken. Total nitrogen in plant and soil was determined by the Kjeldahl method. Hot water extraction, as described by Lowe and Massey (13), was used for available molybdenum in soil. Chapman and Pratt's (6) method was followed for total molybdenum in plant. Manganese, iron and aluminium were determined by atomic absorption spectrophotometry (15); plant samples were extracted by the nitric perchloric acids mixture and soil samples by hot water.

Results

YIELDS

Oats grown in St. André soil and supplied with ammonium sulfate had darker green leaves than those supplied with potassium nitrate or urea. The response of oats to nitrogen sources was greater with ammonium sulfate than with potassium nitrate and urea (Table I). Yields of aerial portions (grain and straw) were increased 21 per cent by the application of 3kg/ha of sodium molybdate. Organic amendments such as compost and humate also increased the yields of oats. As seen in Table II, variations in oven dry weight of grain

TABLE IV

Mineral content of mature oat stems grown in St. André soil treated with sodium molybdate, nitrogen fertilizers and organic amendments.

N Fertilizers	Organic Amendments	Sodium Molybdate									
		O					3 kg/ha				
		Mn ppm	Fe ppm	Al ppm	Mo ppm	N %	Mn ppm	Fe ppm	Al ppm	Mo ppm	N %
NH ₂ CONH ₂	O	250	92	30	0.47	1.7	155	95	25	0.49	3.8
	humic acid	210	92	60	0.45	1.0	155	110	22	0.49	2.7
	compost	195	90	35	0.49	2.8	140	90	50	0.49	1.0
KNO ₃	O	170	88	150	0.40	1.1	275	95	20	0.50	1.0
	humic acid	220	85	55	0.44	4.2	330	90	35	0.49	1.2
	compost	190	95	188	0.42	1.3	310	90	100	0.49	1.2
(NH ₄) ₂ SO ₄	O	155	85	25	0.40	4.2	250	90	22	0.52	3.7
	humic acid	225	105	85	0.40	1.0	235	92	22	0.42	1.0
	compost	235	88	25	0.50	2.5	200	90	33	0.63	3.8

TABLE V
Chemical composition of St. André soil (hot water extraction) as influenced
by sodium molybdate, organic amendments and nitrogen fertilizers.

N Fertilizers	Organic Amendments	Sodium Molybdate													
		0							3 kg/ha						
		pH	O.M.	N	Mn	Fe	Al	Mo	pH	O.M.	N	Mn	Fe	Al	Mo
			%	%	ppm	ppm	ppm	ppm		%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
NH ₂ CONH ₂	O	4.0	4.3	0.20	25.5	1.90	3.5	0.273	4.7	3.9	0.18	5.5	4.35	5.3	0.313
	humic acid	4.4	3.6	0.24	10.5	2.40	3.2	0.268	4.2	3.9	0.20	11.0	2.65	5.4	0.273
	compost	4.1	3.9	0.18	20.0	2.55	4.0	0.283	4.2	4.4	0.20	15.5	2.75	4.2	0.273
KNO ₃	O	5.2	2.5	0.22	2.0	5.60	6.5	0.313	4.7	3.9	0.20	12.0	4.80	6.3	0.418
	humic acid	5.2	3.5	0.20	5.0	5.15	5.7	0.313	4.8	3.4	0.18	5.5	4.40	4.0	0.515
	compost	5.2	2.7	0.20	3.5	8.40	10.5	0.408	4.9	3.6	0.20	8.0	3.25	3.5	0.530
(NH ₄) ₂ SO ₄	O	4.5	2.1	0.18	6.5	5.50	5.5	0.283	4.2	4.0	0.24	34.0	6.45	5.4	0.403
	humic acid	4.1	3.2	0.28	31.0	5.40	6.5	0.301	4.1	4.0	0.26	34.2	5.10	6.0	0.313
	compost	4.1	4.3	0.20	34.0	5.55	7.0	0.301	4.3	3.9		34.5	5.55	6.0	0.408

TABLE VI

Analysis of variance of manganese content in plant and soil as given in Tables IV and V.

Source of Variation	Total Mn in Leaves				Soluble Mn in Soil		
	D.F.	S.S.	M.S.	F.	S.S.	M.S.	F.
Total	17	173528			2567		
Between N fertilizers	2	55286	27643	6.3*	1624	812	9.8*
Between organic amendments	2	2369	1184	0.2	76	38	0.4
Between Mo treatments	1	9339	9339	2.2	28	28	0.3
Interaction							
N fert. × org. amend.	4	53673	13418	3.3	213	53	0.6
N fert. × Mo treat.	2	33386	16693	3.8	268	134	1.6
Org. amend. × Mo treat.	2	2003	1002	0.2	26	13	0.2
Error	4	17472	4368		332	83	
L.S.D.	5%		194.0		28.6		
	1%		277.2		38.2		

as well as straw due to both nitrogen sources and molybdenum treatments were highly significant. The combination of nitrogen and molybdenum treatments gave a significant interaction only with grain.

Yield data of the second trial are given in Table X. The yields of grain and straw were increased by the compost treatments. A further increase was obtained by the combined treatment of lime, compost and humate. Analysis of variance revealed that the variation due to compost treatments was highly significant for both grain and straw (Table XI).

Mineral content of Plants and Soil

MOLYBDENUM

The sources of nitrogen influenced the molybdenum content of oat leaves, the highest values being obtained with ammonium sulfate, and the lowest with urea. However, no such difference was found in the stems (Tables III, IV). The molybdenum content of plants (leaves and stems) was increased 10 per cent by the addition of sodium molybdate at the rate of 3 kg/ha to St. André soil.

Regardless of the nitrogen sources applied, molybdenum content in oats was increased by the addition of humic compounds and compost in the first trial.

As expected, liming increased the molybdenum uptake by oats (Table XII). Humate and compost had the same effect. The former contained only traces of water soluble molybdenum, but the latter contained 0.05 part per million.

Application of 3 kg/ha of sodium molybdate to St. André increased the water soluble molybdenum content of the soil by 25 per cent (Table V). Soluble molybdenum in soil was higher with potassium nitrate than ammonium nitrate and urea. However, no significant difference was observed with organic amendments.

MANGANESE

In the first experiment, variations due to nitrogen treatments in the manganese content of oat leaves were significant (Table VI). The same was true of water soluble manganese in St. André soil (Table VI). The results obtained

TABLE VII

Analysis of variance of soluble iron and aluminium in soil as given in Table V.

Source of Variation	Soluble Fe in Soil				Soluble Mn in Soil		
	D.F.	S.S.	M.S.	F.	S.S.	M.S.	F.
Total	17	49			50		
Between N fertilizers	2	30	15.0	12.5*	13	6.5	5.4
Between organic amendments	2	2	1.0	0.9	2	1.0	0.8
Between Mo treatments	1	2	1.0	0.9	2	2.0	
Interaction							
N fert. × org. amend.	4	1	0.3	0.2	5	1.3	1.1
N fert. × Mo treat.	2	6	3.0	2.5	15	7.5	6.2
Org. amend. × Mo treat.	2	3	1.5	1.2	4.0	3.3	
Error	4	5	1.2		5	1.2	
L.S.D.	5%		3.2		3.2		
	1%		4.6		4.6		

TABLE VIII

Analysis of variance of total nitrogen in oats leaves as given in Table III.

Source of Variation	Total N in Leaves			
	D.F.	S.S.	M.S.	F.
Total	17	12.3		
Between N fertilizers	2	2.5	1.25	25.0**
Between organic amendments	2	1.0	0.5	10.0
Between Mo treatments	1	7.7	7.7	154.0**
Interaction				
N fert. × org. amend.	4	0.75	0.19	3.8
N fert. × Mo treat.	2	0.2	0.1	2.0
Org. amend. × Mo treat.	2	0.1	0.05	1.0
Error	4	0.1	0.05	
L.S.D.	5%	0.65		
	1%	0.93		

from this experiment show that the manganese content of oats was greater with ammonium sulfate than with ammonium nitrate and urea. The addition of molybdenum decreased the manganese uptake by oats. The addition of compost and humate increased total manganese content of the plants (Tables III, IV). A similar pattern was found in the water soluble manganese content of St. André soil (Table V). Liming decreased the manganese content of oats (Table XII) and the soluble manganese of the soil (Table XIII) in the second trial. The greatest manganese uptake in oats was obtained with the combination of humate and compost.

ALUMINIUM

Total aluminium in oats and water soluble aluminium in soil decreased with the addition of molybdenum to the soil (Tables III, IV). The nitrogen sources are given in a decreasing order as to their effect on the aluminium content of oats : potassium nitrate > urea > ammonium sulfate. The following order applies to the soil : potassium nitrate = ammonium sulfate > urea. As seen in Tables XII and XVI, the aluminium content of leaves was decreased by humate, compost and lime treatments. The greatest decrease was obtained with the combined treatment of lime and compost. Humate and compost however increased the aluminium content of the stems.

TABLE IX

Relationship between molybdenum content in soil and plants and associated factors as obtained from the first trial.

Relation	ρ	n	Regression Equation
Mo content (average of leaves and stems) x v.s. yield data (grain + straw) y	+0.54*	18	$y = 2.4 + 26.0x$
Mo content in soil (x) v.s. yield data (y)	+0.40	18	_____
$\frac{\text{Fe} + \text{Al} + \text{Mn}}{\text{Mo}}$ in soil (x) v.s. that of oats leaves (y)	+0.88**	18	$y = 514.0 + 4.8x$
$\frac{\text{Fe} + \text{Al} + \text{Mn}}{\text{Mo}}$ in soil (x) v.s. that of oats leaves (y)	-0.33	18	_____

TABLE X

Grain and straw yields of oats grown in St. André soil with organic amendments and lime (average of 3 replications).

Treatments	Yield of oats (g/jar)		
	grain	straw	total
Check	7.9	12.8	20.7
Humate	6.8	13.4	20.2
Lime	7.1	10.1	17.2
Compost	9.3	13.1	22.4
Humate + lime	8.6	12.3	20.9
Humate + compost	9.6	14.1	23.7
Lime + compost	10.3	13.3	23.6
Humate + lime + compost	12.1	14.3	26.4

NITROGEN

Oats grown with ammonium sulfate were free from molybdenum deficiency symptoms whereas those growing in the presence of potassium nitrate or urea showed rather severe deficiency symptoms. Nitrogen in oats was highest with ammonium sulfate, followed by potassium nitrate and urea. As seen in Tables III and IV, the nitrogen content of oats decreased with the molybdenum treatments. Compost and humate treatments increased nitrogen in leaves but decreased that in stems. The analysis of variance for the nitrogen content in plants showed that highly significant effects were induced by the application of either N sources, organic amendments or molybdenum (Table VIII). Without molybdenum, large amounts of total nitrogen were accumulated in oat leaves with the application of organic amendments, and this was accompanied by corresponding increases in molybdenum (Table III).

TABLE XI

Analysis of variance of yield data as given in Table X.

Source of Variation	Yields of Grain				Yields of Straw		
	D.F.	S.S.	M.S.	F.	S.S.	M.S.	F.
Total	23	111.0			57.0		
Treatments	7	68.0	9.6	3.6**	26.0	3.7	1.8
Replications	2	5.0	2.5		3.0	1.5	
Humic acid	1	2.4	2.4	0.9	8.2	8.2	4.1
Lime	1	7.7	7.7	2.9	4.4	4.4	2.2
Humic acid + lime	1	6.0	6.0	2.2	0.9	0.9	0.5
Compost	1	44.3	44.3	16.4**	15.1	15.1	7.6*
Humic acid + compost	1	1.1	1.1	0.4	0.2	0.2	0.1
Lime + compost	1	2.5	2.5	0.9	6.6	6.6	3.3
Humic acid + lime + compost	1	0.5	0.5	0.2	0.9	0.9	0.5
Error	14	38.0	2.7		28.0	2.0	
L.S.D.	5%	2.81			2.50		
	1%	3.85			3.42		

TABLE XII

Mineral content of oat leaves and stems (ppm) sampled at early blooming and maturity (average) and grown in St. André soil treated with organic amendments and lime.

Treatments	Minerals content							
	Mn		Fe		Al		Mo	
	leaves	stem	leaves	stem	leaves	stem	leaves	stem
Check	650	395	225	95	130	33	0.39	0.36
Humate	625	420	225	105	120	45	0.45	0.37
Lime	470	300	145	90	63	22	0.47	0.40
Compost	650	330	188	85	85	35	0.43	0.37
Humate + lime	525	310	163	90	60	22	0.38	0.37
Humate + compost	750	410	270	90	120	24	0.43	0.37
Lime + compost	555	285	170	90	38	13	0.38	0.37
Humate + lime + compost	605	295	163	90	55	22	0.40	0.39

TABLE XIII

Chemical composition of St. André soil (hot water extraction) as influenced by organic amendments and lime.

Treatments	pH	O.M.	Mn	Fe	Al	Mo
		%	ppm	ppm	ppm	ppm
Check	4.5	4.4	10.5	3.4	6.0	0.194
Humate	4.7	3.9	14.0	3.3	5.5	0.194
Lime	4.6	3.9	12.0	2.7	5.3	0.190
Compost	4.5	4.3	19.0	3.3	5.5	0.250
Humate + lime	4.7	3.9	19.5	2.8	5.5	0.194
Humate + compost	4.6	4.1	12.2	3.0	5.3	0.194
Lime + compost	4.7	3.5	13.8	3.3	6.0	0.215
Humate + lime + compost	4.8	3.9	13.7	3.9	5.0	0.205

TABLE XV

Analysis of variance of Fe content in oats leaves as given in Table XII.

Source of variation	D.F.	S.S.	M.S.	F.
Total	15	25542		
Treatments	7	25264	3609	20.0**
Replications	1	133	133	
Humic acid	1	421	421	2.4
Lime	1	17424	17424	96.7**
Humic acid + lime	1	1261	1261	7.0*
Compost	1	272	272	1.5
Humic acid + compost	1	812	812	4.5
Lime + compost	1	72	72	0.4
Lime + compost + humic acid	1	2862	2862	15.9**
Error	8	1450	180	
L.S.D.	5%	28.2		
	1%	40.2		

IRON

Nitrogen sources increased the solubility of iron in St. André soil according to the following order : ammonium sulfate > potassium nitrate > urea. The analysis of variance for the iron content in soil showed significant mean squares due to nitrogen treatments (Tables V, VII). Total iron in plant and water soluble iron in soil were generally decreased by molybdenum treatments. Results obtained from the second experiment point out that iron content in leaves was significantly decreased by all treatments where lime was included. It has been reported (9) that a high concentration of iron may accentuate molybdenum deficiency. As little as 0.67 ppm of molybdenum added to the culture medium induced iron chlorosis and reduced plant growth. It was due to the formation of an iron-molybdenum precipitate of very low solubility in

TABLE XIV
Analysis of variance of manganese content in plant and soil as given in Tables XII and XIII.

Source of Variation	D.F.	Mn in oat leaves			Mn in oat stems			Mn in St. André soil		
		S.S.	M.S.	F.	S.S.	M.S.	F.	S.S.	M.S.	F.
Total	15	115975			44544			167.0		
Treatments	7	105175	15025	11.6**	43794	6256	6.7*	148.0	21.1	9.2**
Replications	1	400	400	0.3	7	7		1.0		
Humic acid	1	8100	8100	6.2*	6806	6806	7.3*	4.2	4.2	1.8
Lime	1	67600	67600	52.0**	26406	26406	28.4**	2.7	2.7	1.2
Humic acid + lime	1	225	225	0.2	1806	1806	1.9	28.6	28.6	12.4**
Compost	1	21025	21025	16.2**	5256	5256	5.7*	1.8	1.8	0.7
Humic acid + compost	1	3600	3600	3.0	756	756	0.8	80.1	80.1	34.8**
Lime + compost	1	400	400	0.3	506	506	0.5	28.6	28.6	14.4**
Lime + compost + humic acid	1	4225	4225	3.3	2256	2256	2.4	1.8	1.8	0.7
Error	8	10400	1300		7430	930		18.0	2.3	
L.S.D.	5%	75.60			64.05			3.20		
	1%	108.00			91.50			4.50		

roots. Molybdenum deficiency limited the translocation of iron from the veinal to the interveinal leaf tissues (5). Jones (11) has shown that molybdenum in ferruginous soil is held on the surface of colloidal ferric oxides as the molybdate anion which is replaceable by hydroxyl ions and that ferric oxides absorb much more molybdate than other clay minerals. Robinson and Edgington (15) believed that free hydrated ferric oxides in the soil make soil molybdenum less available to plants, and that large indurated iron concentration may lock up a comparatively large amount of molybdenum in an entirely available condition.

Correlation between Soil and Plant data

The results presented in Table IX illustrate the various relations obtained with the first trial. The correlation coefficient (+0.54) between the molybdenum content in oats and the yield data was significant at the 5 per cent level. A positive although not significant relation also exists between molybdenum in soil and yield data. A highly significant correlation was found between

TABLE XVI

Analysis of variance of Al content in plants as given in Table XII.

Source of variation	Al in leaves				Al in stems		
	D.F.	S.S.	M.S.	F.	S.S.	M.S.	F.
Total	15	17972			1546		
Treatments	7	17366	2481	38.2**	1408	201	11.8**
Replications	1	91	91		2	0.5	0.1
Humic acid	1	380	380	5.8*	25	25	1.4
Lime	1	14280	14280	219.7**	841	841	49.5**
Humic acid + lime	1	30	30	0.5	16	16	0.9
Compost	1	1406	1406	20.6**	196	196	11.5**
Humic acid + compost	1	1056	1056	16.1**	49	49	2.9
Lime + compost	1	56	56	0.9	25	25	1.5
Humic acid + lime + compost	1	156	156	2.4	256	256	15.1**
Error	8	515	65		136	17	
L.S.D.	5%	17.0			8.6		
	1%	24.3			12.3		

$\frac{\text{Fe} + \text{Al} + \text{Mn}}{\text{Mo}}$ in St. André soil and that of oats leaves. However, the reverse was observed between $\frac{\text{Fe} + \text{Al} + \text{Mn}}{\text{Mo}}$ in St. André soil and that of oat stems.

Similar but less significant results were obtained from the second trial (Table XVII). Statistical analysis showed a highly significant positive correlation between the water soluble molybdenum content of St. André soil and the yield data (Table XVII). As in the first trial, there was also a positive correlation between total molybdenum in oats and yield data.

Discussion

In spite of reports indicating that oats can tolerate a low level of available molybdenum (8), the untreated plants showed a light green color as opposed to the dark green color of the molybdenum treated plants one month after sowing. The molybdenum treated plants reached maturity from 5 to 10 days earlier than the untreated ones.

The content of molybdenum in leaves was approximately twice as high as that in stems with the first experiment but not with the second one. Generally

TABLE XVII

Relationship between molybdenum content in soils and plants and associated factors as obtained from the second trial.

Relation	ρ	n	Regression Equation
Mo content (average of leaves and stems) x v.s. yield data (grain and straw) y	+0.19	8	_____
Mo content in soil (x) v.s. yield data (y)	+0.95**	8	$y = 20.1 + 3.9x$
$\frac{\text{Fe} + \text{Al} + \text{Mn}}{\text{Mo}}$ in soil (x) v.s. that of oats leaves (y)	+0.35	8	_____
$\frac{\text{Fe} + \text{Al} + \text{Mn}}{\text{Mo}}$ in soil (x) vs. that of oats stems (y)	-0.10	8	_____

speaking, oat leaves exhibited a much greater range of molybdenum content than stems. In other words, leaves sampled at early blooming were found to be more sensitive to changes in nutrition status.

Of the nitrogen sources studied, ammonium sulfate caused the highest nitrogen and molybdenum uptake by oats followed by urea and potassium nitrate. The slight reduction in molybdenum uptake by oats which was caused by the addition of potassium nitrate and urea may be due to the competition between NO_3^- and Mo.

From the present experiment, it may be concluded that soil factors such as aluminium, iron and manganese have antagonistic effects on the molybdenum uptake by oat plants, whereas organic amendments have synergic effects.

Acknowledgement

Support of the work by a grant from the National Council Research of Canada is acknowledged.

References

1. AMIN, J.V. and H.E. JOHAM, 1958. A molybdenum cycle in soils. *Soil Sci.*, **85**: 156-160.
2. ANDERSON, A.J., 1956. The role of molybdenum in plant nutrition. Reprinted from inorganic nitrogen metabolism, edited by W.D. McElroy and B. Glass. The Johns Hopkins Press, Baltimore.
3. ANDERSON, A.J. and D.V. MOYE, 1952. Lime and molybdenum in clover development on acid soils. *Aust. J. Agric. Res.*, **3**: 95-110.
4. ASKEW, H.O., 1958. Influence of applications of sodium-molybdate and ground limestone on a newly sown pasture. *N. Z. Jl agric. Res.* **1**: 874-895.
5. BERRY, J.A. and H.M. REISENAUER, 1967. The influence of molybdenum on iron nutrition to tomato. *Pl. Soil*, **27**: 303-312.
6. CHAPMAN, H.D. and P.F. PRATT, 1965. Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Science. Chapter 16, Molybdenum.
7. DAVIES, E.B. and J.L. GRIGG, 1955. The role of molybdenum in plant nutrition. *New Zealand Society of Animal Production*, **15**: 86-92.
8. FITZGERALD, J.N., 1954. Molybdenum in oats. *N. Z. Jl Agric.*, **89**: 619.
9. GERLOFF, G.C., 1959. Molybdenum-manganese-iron antagonisms in the nutrition of tomato. *Pl. Physiol.*, **34**: 608-613.
10. HAGSTROM, G.R. and K.C. BERGER, 1963. Molybdenum status of three Wisconsin soils and its effect on four legume crops. *Agron. J.*, **55**: 399-401.
11. JONES, L.H.P., 1956. Interaction of molybdenum and iron in soils. *Science*, **123**: 1116.

12. LOUTIT, M.W., 1968. Soil microorganisms and molybdenum concentration in plants. *International congress of Soil Science* 9 (vol. 3): 491-499.
13. LOWE, R.H. and H.F. MASSEY, 1965. Hot water extraction for available soil molybdenum *Soil Sci.*, **100**: 238-243.
14. MULDER, E.G., 1954. Molybdenum in relation to growth of higher plants and microorganisms. *Pl. Soil*, **5**: 368-415.
15. PERKIN ELMER CORPORATION, 1968. Analytical method for atomic absorption spectrophotometry.
16. ROBINSON, W.O. and G. EDGINGTON, 1954. Availability of soil molybdenum as shown by the molybdenum of many different plants. *Soil Sci.*, **77**: 237-251.
17. RUBINS, E.J., 1955. Molybdenum status of some uncultivated Connecticut soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, **19**: 207-209.
18. RUBINS, E.J., 1956. Molybdenum deficiencies in the United States. *Soil Sci.*, **81**: 191-197.
19. STOUT, P.R. and C.M. JOHNSON, 1956. Molybdenum deficiency in horticultural and field crops. *Soil Sci.*, **81**: 183-258.
20. WALKER, T.W., A.F.R. ADAMS and H.D. ORICHISTON, 1965. The effects and interactions of molybdenum, lime and phosphate treatments on the yield and composition on white clover grown on acid molybdenum responsive soils. *Pl. Soil*, **6**: 201-220.

PRODUCTION EN CÔNES ET SEMENCES
D'UN PEUPEMENT DE PIN GRIS DE 65 ANS
DE LA RÉGION BORÉALE DU QUÉBEC

S. POPOVICH, A. DEMERS¹ ET J.D. GAGNON

*Laboratoire de recherches forestières
Ministère des pêches et des forêts, Québec 10, Québec*

Résumé

La production en cônes et semences et la qualité de semences produites par un peuplement de pin gris (*Pinus divaricata* (Ait.) Dumont) de 65 ans de la région boréale du Québec ont été étudiées. Les résultats obtenus de 23 parcelles de 1/40 d'acre chacune et contenant entre 320 et 640 arbres à l'acre montrent que : 1) la plus haute production en semences est atteinte dans les parcelles dont le nombre de tiges à l'acre varie entre 330 et 490; 2) la production à l'acre est de 33.2 boisseaux de cônes et de 9.6 livres de semences; 3) la production moyenne en semences pleines et viables par cône est de 15 et 10 pour les arbres dominants, et de 5 et 3 pour les arbres intermédiaires; 4) la qualité des semences extraites des cônes de trois ans et moins est supérieure à celle des cônes plus âgés.

Abstract

Cone and seed production, and quality of seeds obtained from a 65-year-old Jack Pine (*Pinus divaricata* (Ait.) Dumont) stand in the Québec Boreal Forest Region have been studied. Analyses carried out on 23 plots of 1/40 acre each numbering between 320 and 640 trees per acre indicate that : 1) sample plots of 330 to 490 stems per acre produce the highest quantity of seeds; 2) production per acre is 33.2 bushels of cones and 9.6 pounds of seeds; 3) average production of full and viable seed is for dominant trees 15 and 10 respectively, and 5 and 3 for intermediate ones; 4) cones 3 years old or younger produce better quality seeds than older ones.

Introduction

D'après Schantz-Hansen (1941), il semblerait que le climat exerce une influence prépondérante sur le nombre et la qualité des semences produites par le pin gris (*Pinus divaricata* (Ait.) Dumont). Cayford (1957) et Cayford *et al.* (1967) ont constaté que très peu de données étaient disponibles sur

1. Actuellement ingénieur résident. Forêt Montmorency, Université Laval, Québec.

le sujet et que les quelques études traitant du rendement en cônes et semences chez le pin gris avaient été conduites en dehors du Québec dans des conditions climatologiques différentes de celles où les travaux rapportés ont été effectués. Les renseignements extraits des études antérieures pourraient donc ne pas présenter pour le Québec, du moins pour la région boréale, une image conforme à la réalité.

En vue de combler en partie cette lacune, nous avons évalué dans la présente étude le rendement en cônes et semences à l'acre, le rendement en semences par cônes et la qualité des semences extraites des cônes recueillis à l'intérieur d'un peuplement de pin gris de 65 ans, couvrant une superficie d'environ 2,000 acres située dans la région forestière boréale du Québec.

Matériel et méthodes

Le peuplement, établi à la suite d'un feu, est formé d'un étage principal de pin gris âgé de 65 ans et d'un sous-étage d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP), de bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.) et de sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) à titre d'espèces associées. Ce peuplement, en transition vers un peuplement d'épinette noire, est situé dans la région forestière boréale du Québec B-1a (Rowe, 1959) près de Labrieville (Lat. : 49°20', Long. : 69°35', Alt. : 600 pieds) sur la Côte Nord du Saint-Laurent. D'après Villeneuve (1967), la précipitation moyenne annuelle à Labrieville est de 33 pouces de pluie et de 114 pouces de neige. La période sans gel est d'environ 70 jours.

Le sol est un podzol orthique sur dépôts marins sablonneux, caractérisé par un mor fibreux mince à pH 3.6. Les types forestiers *Calliargon-Vaccinium* et *Calliargon-Ledum* (Lafond, 1956 ; Linteau, 1959) caractérisent écologiquement le milieu étudié.

À l'intérieur du peuplement de pin gris, nous avons choisi au hasard 23 placettes de 1/40 d'acre dans lesquelles nous avons abattu tous les pins gris et récolté les cônes. Le dénombrement des cônes s'est effectué sur chaque arbre dominant, codominant et intermédiaire. Les cônes ont d'abord été séparés par classes de trois ans et moins, et de quatre ans et plus d'après leur couleur et leur position sur les rameaux, puis pesés. L'extraction des semences s'est effectuée à la température de 110°F durant 36 heures. Les semences extraites de ces cônes ont également été pesées. Un essai de germination, d'une durée de 21 jours, a été effectué dans 82 plats de Petri contenant chacun 100 semences. Après huit jours de germination, l'énergie germinative, c'est-à-dire la vitesse de germination dans des conditions identiques a été calculée d'après Slovčov (1958).

Résultats et discussion

RELATION ENTRE LA DENSITÉ DU PEUPELEMENT ET LA PRODUCTION DE SEMENCE

À Labrieville, la production des semences est inversement proportionnelle au nombre d'arbres à l'acre (tableau I). En effet, la plus forte production en semences se situe dans les parcelles ayant aussi peu que 330 et 490 à l'acre. Dans ce même peuplement, il avait déjà été trouvé par Popovich (1969) que les meilleurs sites sont précisément ceux qui renferment moins d'arbres à l'acre à 65 ans. Il y a donc lieu de croire que chez le pin gris, les effets conjugués de l'ouverture du peuplement et de la qualité du site sur le développement général de l'arbre (cime et fût) se traduisent en définitive par une plus grande production de semences. Il a d'ailleurs été démontré par Matthews (1963) qu'un peuplement ouvert favorise plus la production de semences qu'un peuplement fermé.

TABLEAU I

Nombre d'arbres en fonction du diamètre, de la surface terrière, et de la production de cônes et semences

	Nombre d'arbres (acre)	Diamètre moyen (acre)	Surface terrière (pi ² /acre)	Cônes (boisseaux/acre)	Semences (lb/acre)
1	576 ± 66	4.7 ± .4	72 ± 15	29 ± 13	7.8 ± 3.7
	408 ± 80	6.3 ± .4	94 ± 24	37 ± 22	11.9 ± 7.1

¹ moyenne ± l'écart type.

Dans cette étude nous avons constaté qu'il y avait une relation entre le diamètre moyen des arbres de chacune des 23 parcelles et le nombre de cônes et semences produits. Pour le nombre de cônes cette relation se traduit par l'équation $Y = 224.42 + 71.16 X$ (Y = le nombre de cônes et X = le diamètre moyen) ; et pour les semences par l'équation $Y = 15.5168 + 4.5895 X$ (Y = le poids en grammes des semences et X = le diamètre moyen). Certains auteurs, entre autres Fowells et Schubert (1956) et Matthews (1963) rapportent que la production des cônes augmente avec l'accroissement en diamètre mais jusqu'à une certaine limite, après quoi elle diminue.

RENDEMENT EN CÔNES ET SEMENCES

Les arbres dominants produisent le plus grand nombre de cônes et semences, et le pourcentage de semences pleines et viables, extraites des cônes des pins gris, décroît avec les étages du peuplement (tableau II).

TABLEAU II

Rendement moyen en cônes et en semences à l'acre et par arbre dans un peuplement de pin gris de 65 ans à Labrieville, Québec.

	Arbres (acre)	Cônes (acre)	Semences (acre)	Cônes (arbre)	Semences pleines	par cône viables
Dominants	264	63,624	1,081,608	241	15	10
Codominants	195	11,505	184,080	59	12	6
Intermédiaires	46	460	4,140	10	5	3
Boisseaux/acre		33.2				
Livres/acre			9.6			

NOTE: à Labrieville, un boisseau contient en moyenne 2,325 cônes;
une livre contient en moyenne 133,000 semences;
le poids moyen de 1,000 semences est de 3.4 grammes.

Dans l'ensemble des 23 parcelles étudiées, seulement 52% des arbres font partie de l'étage dominant, par contre près de 84% du nombre total de cônes à l'acre, et 80% du nombre total de semences, également à l'acre, proviennent d'arbres dominants, tandis que les codominants qui forment tout de même 38% du peuplement ne contribuent qu'à environ 15% de la production totale en cônes et semences à l'acre. Il est évident que les plus gros arbres (dominants) sont porteurs de plus de cônes, et partant de semences, que les plus petits (intermédiaires). Le fait que ces résultats soient, à date, les seuls obtenus au Québec, rend toute comparaison impossible. Il est intéressant cependant de mentionner qu'au Minnesota, d'après Eyre et Le Barron (1944) un peuplement de pin gris du même âge que celui de Labrieville, produit 31.4 boisseaux de cônes à l'acre et 13.5 livres de semences également à l'acre. À Labrieville, pour une même unité de surface, la production est de 33.2 boisseaux de cônes et de 9.6 livres de semences.

En comparant nos résultats avec ceux obtenus par d'autres chercheurs, on serait porté à croire que chez le pin gris la production de semences par cône est plus grande au sud qu'au nord de son aire de distribution. En effet, nous trouvons à Labrieville une moyenne de 17 semences par cône, alors que plus au sud, au Nouveau-Brunswick, McLeod (1960) rapporte une moyenne de 20 semences par cône tandis qu'au Minnesota, Rudolf (1958) a trouvé que la production en semences par cône variait entre 21 et 76. Par contre, Roe (1963) travaillant au nord de l'état du Minnesota rapporte 17 semences par cône. Il est possible selon Cayford¹ que ces variations rapportées soient partiellement at-

1. Communication personnelle

tribuables aux méthodes employées pour l'extraction des semences. D'autres études plus poussées seraient requises pour vérifier l'hypothèse que le pin gris produit plus de semences au nord qu'au sud de son aire de distribution.

La production en semences pleines et viables par cône qui décroît avec les étages du peuplement de pin gris trouverait son explication dans la quantité de lumière solaire qui atteint, à des degrés différents, les trois étages du peuplement de Labrieville. Zentsch (1961) a trouvé en effet que les meilleurs cônes et semences sont, en général, situés dans la partie de la cime qui reçoit la plus grande quantité de lumière.

ÉNERGIE ET CAPACITÉ GERMINATIVE

L'énergie germinative des semences varie avec l'âge des cônes, par contre leur faculté germinative n'est pas reliée statistiquement à l'âge des cônes (tableau III).

TABLEAU III

Énergie et capacité germinative des semences extraites des cônes de différents âges et tests de signification pour 36 degrés de liberté.

	Énergie germinative	Valeur de "t"	Capacité germinative	Valeur de "t"
3 ans et moins	52	2.83 ²	69	0.36 ¹
4 ans et plus	27		62	

¹ non significatif

² significatif

Il est généralement admis que, abstraction faite du caractère génétique, le critère servant à évaluer la qualité d'une semence est sa rapidité à germer lorsque soumise au test de germination. Or, le test de l'énergie germinative de Slovcev (1958) indique que, huit jours après ensemencement, 52% des semences extraites de cônes ayant trois ans et moins étaient déjà germées alors que celles extraites de cônes ayant plus de trois ans montraient un taux de germination de 27%. Il semblerait donc que chez le pin gris, les semences de cônes de trois ans et moins sont de meilleure qualité que celles de cônes de plus de trois ans. Ainsi il serait avantageux au laboratoire et en pépinière d'employer des semences de jeunes cônes de préférence à celle de cônes plus âgés.

D'autre part, le fait que la capacité germinative ne soit pas reliée à l'âge des cônes indiquerait que les semences extraites de cônes de plus de trois ans

ont quand même une certaine valeur puisqu'en vieillissant elles ne perdent pas leur pouvoir de germination au même rythme que leur énergie germinative. Quant à savoir si la rapidité de germination se traduit par une croissance plus rapide de plants, ceci reste à déterminer. Cette connaissance, à notre avis, serait fondamentale dans le choix des cônes en vue du travail en pépinière.

Remerciements

Les auteurs remercient sincèrement Messieurs A. Choquette, A. Forgues et C. Wolff pour leur assistance technique. Ils expriment aussi leur gratitude à Monsieur J.H. Cayford, coordonnateur de programmes au Ministère des pêches et des forêts, pour ses conseils précieux.

Références

- CAYFORD, J.H., 1957. Jack Pine Regeneration — a review of literature. *Can. Dep. N. Aff. and Nat. Res., Forest Br., Forest Res. Div., S. & M.* **57-9**, 53 p.
- CAYFORD, J.H., Z. CHROSCIEWICZ and H.P. SIMS. 1967. A review of Silvicultural Research in Jack Pine. *Publ. Can. Dep. of Forest. and Rural Develop., Forest Br.*, **1173**, 255 p.
- EYRE, F.H. and R.K. LE BARRON, 1944. Management of Jack Pine Stands in the Lake States. *Bull. U.S. Dep. Agr. Tech.* **863**, 66 p.
- FOWELLS, H.A. and G.H. SCHUBERT, 1956. Seed crops of forest trees in the Pine region of California. *Tech. Bull. U.S. Dept. Agric.*, **1150**.
- LAFOND, A., 1956. Notes pour l'identification des types forestiers sur les concessions de la Quebec North Shore Paper Company, Baie Comeau. Quebec North Shore Paper Co., Baie Comeau.
- LINTEAU, A., 1959. Classification des stations forestières de la section des conifères du Nord-Est, région forestière boréale de Québec. *Bull. Min. Can. Res. natur., Dir. forêts*, **118**.
- MATTHEWS, J.D., 1963. Factors affecting the production of seed by forest trees. Reprinted from *Forestry Abstracts*, **24** (1): Leading Article Series No. 32.
- MCLEOD, J.M., 1960. Jack Pine Seeds Tests. *Can. Dep. N. Aff. Nat. Res., Forest Re. Div., Unpubl.*, **MS 7**.
- POPOVICH, S., 1969. Relation entre le type forestier et la production de cônes et semences dans un peuplement de pin gris de 65 ans. Min. pêches et forêts, Q-FX-1.
- ROE, E.I., 1963. Seed stored in cones of some jack pine stands, Northern Minnesota. *United States Dep. Agric. For. Serv., Lake States For. Exp. Sta., Res. Pap.* **LS-1**.
- ROWE, J.S., 1959. Forest regions of Canada. *Bull. Dep. N. Aff. Nat. Res.*, **132**, 71 p.
- RUDOLF, P.O., 1958. Jack Pine (*Pinus banksiana*). Station Paper No 61, *Lake States U.S. Dep. of Agr., Washington D.C. Tech. Bull.*, **863**, 31 p.
- SCHANTZ-HANSEN, T., 1941. A study of Jack Pine Seed. *J. For.*, **39**: 980-990.
- SLOVCOV, A.U., 1958. Energhia prorastania-obiazatelni pokazatel' Kacestva lesnih semian. *Le. Khozaistvo*, (1): 31-32.
- VILLENEUVE, G.O., 1967. Sommaire climatique du Québec. Min. rich. natur. Québec, No **24**.
- ZENTSCH, W., 1961. The properties of Scots Pine seed from different part of the crown. *Forstwiss. Cbl.*, **80** (9): 287-294.

LA FLORE VASCULAIRE DE L'ÎLE DES SOEURS ¹

ROBERT JOYAL

Département de Biologie, Université du Québec à Montréal

Résumé

L'inventaire de la flore vasculaire de l'île des Soeurs située dans le Saint-Laurent en face de Verdun, a permis de dénombrer, en 1963, 404 espèces dont plusieurs sont, dans la région, à la limite nord de leur aire de distribution dans l'est américain. Cette flore est en voie de disparition à cause de la création d'un vaste complexe domiciliaire sur l'île. Des espèces rarissimes au Québec, telles que *Floerkea proserpinacoides*, *Verbena simplex* et *Elymus villosus*, vont disparaître à l'instar de celles de l'île Sainte-Hélène à quelques milles en aval, éliminés par l'Expo 67.

Abstract

Following a survey of the vascular flora of île des Soeurs on the St-Lawrence River opposite Verdun (Montréal), in 1963, a total of 404 species have been found, many of them being at the northern limit of their distribution range in eastern America. This flora is disappearing owing to the construction of houses on the whole island. Some very rare species in Québec, such as *Floerkea proserpinacoides*, *Verbena simplex* and *Elymus villosus*, will disappear as did those on Sainte-Hélène Island a few miles downstream, eliminated by Expo 67.

Introduction

L'île des Soeurs appartient à l'archipel d'Hochelaga, région encore très mal connue des botanistes. Située dans le Saint-Laurent en face de Verdun elle est traversée par le pont Champlain. Elle fut vendue, en 1956, par la congrégation Notre-Dame, propriétaire depuis 1779. Devant l'intention de l'acquéreur d'y construire un vaste complexe domiciliaire déjà en voie de réalisation en 1970, il fut convenu, en 1962, de faire l'inventaire complet de la flore vasculaire de l'île avant sa disparition. La situation géographique de cette dernière, au carrefour des voies de pénétration tant de l'ouest que du sud et même d'Europe, confère à sa flore un intérêt particulier.

1. Mémoire présenté pour l'obtention de la maîtrise ès Sciences à l'Université de Montréal en 1964.

Ce territoire d'un mille et demi par trois quarts de mille fut visité par Marie-Victorin dès 1906 puis en 1922, mais l'herbier Marie-Victorin (MT) ne possède que 12 spécimens de ses excursions. A l'été 1942, Stephen Vincent récolte 94 espèces alors qu'en 1943 et 1944 Rouleau en ajoute 115. Quelques autres botanistes y ont aussi herborisé et leurs récoltes sont annotées dans la liste.

Caractéristiques générales de l'île

Le sol de l'île est composé principalement de terre franche argileuse qui recouvre près de 80% de sa superficie et dont le pH voisine la neutralité. Il repose, dans la moitié nord, sur une formation de schiste d'Utica et dans la partie sud de l'île, sur le calcaire de Trenton (Lajoie et Baril, 1956). Par son uniformité topographique, sa petite superficie, l'île des Soeurs avec ses quelque 800 arpents de vieille prairie, offre peu de diversité au point de vue habitat. Elle peut être divisée en trois territoires floristiques principaux : (1) le bois, situé dans la partie ouest de l'île dont il occupe le quart de toute la superficie. (2) la vieille prairie qui s'étend sur le reste de l'île et (3) le rivage, seul territoire où la flore, à l'époque, n'était pas dégradée par l'action de l'homme.

LE BOIS

La partie ouest de l'île est très mal drainée à cause des remblais sur le rivage formés par la glace. Elle supporte donc une ormaie dominée, selon la hauteur de la nappe phréatique par :

<i>Acer rubrum</i>	<i>Fraxinus nigra</i>
<i>Acer saccharinum</i>	<i>Juglans cinerea</i>
<i>Carya cordiformis</i>	<i>Ostrya virginiana</i>
<i>Carya ovata</i>	<i>Tilia americana</i>

La coupe a considérablement diminué le nombre d'érables à sucre et de hêtres à grandes feuilles dont l'importance est maintenant sensiblement égale à celle du micocoulier, du peuplier deltoïde, ainsi que des chênes bicolore et à gros fruits qui croissent à l'orée du bois.

Quant à la strate arbustive, ses étages inférieurs et supérieurs sont composés principalement des espèces suivantes :

<i>Cornus stolonifera</i>	<i>Ribes cynosbati</i>
<i>Lonicera tatarica</i>	<i>Rubus idaeus</i>
<i>Prunus nigra</i>	<i>Rubus odoratus</i>
<i>Prunus virginiana</i>	<i>Rubus pubescens</i>
<i>Rhamnus cathartica</i>	<i>Sambucus canadensis</i>
<i>Ribes americanus</i>	<i>Sambucus pubens</i>

La flore herbacée du parterre est très riche et varie beaucoup du printemps à la fin de l'été. Au printemps, elle contient :

<i>Actaea pachypoda</i>	<i>Mitella aiphylla</i>
<i>Actea rubra</i>	<i>Panax trifolius</i>
<i>Arisaema atrorubens</i>	<i>Polygonatum pubescens</i>
<i>Cardamine parviflora</i>	<i>Sanguinaria canadensis</i>
<i>Caulophyllum thalictroides</i>	<i>Smilacina racemosa</i>
<i>Claytonia virginica</i>	<i>Smilacina stellata</i>
<i>Dentaria diphylla</i>	<i>Streptopus roseus</i>
<i>Dentaria laciniata</i>	<i>Thalictrum dioicum</i>
<i>Dentaria maxima</i>	<i>Tiarella cordifolia</i>
<i>Dicentra canadensis</i>	<i>Trillium erectum</i>
<i>Dicentra Cucullaria</i>	<i>Uvularia sessilifolia</i>
<i>Erythronium americanum</i>	<i>Veronica serpyllifolia</i>
<i>Galium Aparine</i>	<i>Viola canadensis</i>
<i>Hydrophyllum virginianum</i>	<i>Viola pensylvanica</i>
<i>Maianthemum canadense</i>	<i>Viola sororia</i>

Parmi les espèces moins fréquentes notons la présence de *Floerkea proserpinacoides* dont l'île des Soeurs et Grosse Île, en aval de Québec, sont les deux seules localités connues dans la Province (Sexsmith, 1965).

La flore estivale comporte :

<i>Aralia racemosa</i>	<i>Osmorhiza Claytoni</i>
<i>Aster lateriflorus</i>	<i>Osmorhiza longistylis</i>
<i>Aster ontarionis</i>	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>
<i>Boehmeria cylindrica</i>	<i>Pilea pumila</i>
<i>Calamagrostis canadensis</i>	<i>Poa angustifolia</i>
<i>Carex Grayii</i>	<i>Poa pratensis</i>
<i>Carex lanuginosa</i>	<i>Prenanthes altissima</i>
<i>Carex lupulina</i>	<i>Ranunculus abortivus</i>
<i>Carex projecta</i>	<i>Ranunculus recurvatus</i>
<i>Carex ret.orsa</i>	<i>Sanicula gregaria</i>
<i>Carex Sprengelii</i>	<i>Sanicula trifoliata</i>
<i>Carex tribuloides</i>	<i>Scirpus cyperinus</i>
<i>Carex vulpinoidea</i>	<i>Scutellaria epilobiiifolia</i>
<i>Chelone glabra</i>	<i>Smilax herbacea</i>
<i>Cinna arundinacea</i>	<i>Solidago flexicaulis</i>
<i>Elymus villosus</i>	<i>Solidago rugosa</i>
<i>Geum canadense</i>	<i>Lysimachia ciliata</i>
<i>Heracleum maximum</i>	<i>Symplocarpus foetidus</i>
<i>Impatiens capensis</i>	<i>Urtica procera</i>
<i>Iris versicolor</i>	<i>Verbena urticifolia</i>
<i>Laportea canadensis</i>	<i>Vitis riparia</i>

LA PRAIRIE

Il s'agit d'une vieille prairie de mil au rendement excessivement faible. Elle est envahie par *Vicia Cracca* et les deux espèces étaient récoltées à l'époque pour être exportées aux États-Unis.

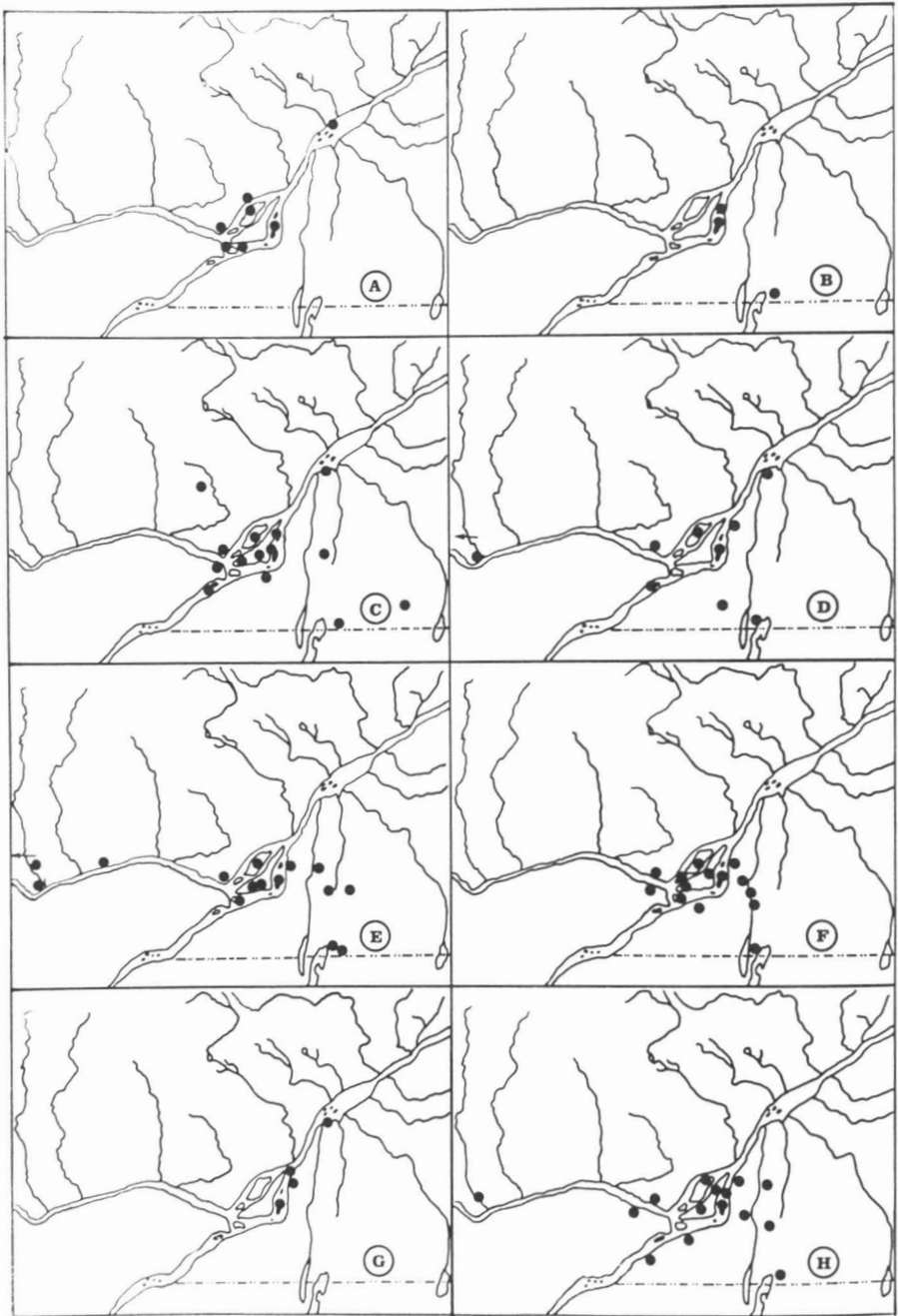


FIGURE 1. Aire de distribution au Québec de : a) *Hydrocharis morsus-ranae*; b) *Elymus villosus*; c) *Carex cephaloidea*; d) *Carex cristatella* (une autre station dans Pontiac); e) *Carex Sprengelii* (une autre station dans Pontiac); f) *Carex Grayii*; g) *Arisaema Dracontium*; h) *Carya cordiformis*.

Plus de 70 espèces ont été dénombrées dans cette partie de l'île. Dans les fossés qui drainent la prairie croissent entre autres :

<i>Anemone canadensis</i>	<i>Rosa blanda</i>
<i>Celastrus scandens</i>	<i>Salix fragilis</i>
<i>Chelone glabra</i>	<i>Salix gracilis</i>
<i>Oenothera perennis</i>	<i>Sambucus pubens</i>
<i>Prunus virginiana</i>	<i>Zizia aurea</i>

Les étroites bandes de terrain ouvert plus ou moins rocheux entre le bois et les rives nord et sud, possèdent une flore plus homogène. Les espèces sont moins nombreuses mais leur population plus considérable. Parmi les plus fréquentes on note :

<i>Agrimonia gryposepala</i>	<i>Gentiana Andrewsii</i>
<i>Agrostis alba</i>	<i>Hypericum ellipticum</i>
<i>Apios americana</i>	<i>Oenothera biennis</i>
<i>Carex Sprengelii</i>	<i>Poa compressa</i>
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Poa palustris</i>
<i>Rhus radicans</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Rubus idaeus</i>	<i>Sium suave</i>
<i>Rubus occidentalis</i>	<i>Solidago altissima</i>
<i>Scrophularia lanceolata</i>	<i>Solidago gigantea</i>
<i>Eupatorium maculatum</i>	<i>Urtica procera</i>

Quelques arbres poussent ici et là :

<i>Crataegus punctata</i>	<i>Quercus borealis</i>
<i>Crataegus punctata</i> var. <i>aurea</i>	<i>Quercus macrocarpa</i>
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	<i>Ulmus rubra</i>

Dans les marécages, viennent les espèces habituelles avec, en plus, *Hydrocharis morsus-ranae* nouvellement arrivé dans la section alluviale du St-Laurent. Mentionnons :

<i>Alisma Plantago-aquatica</i>	<i>Lemna minor</i>
<i>Bidens Beckii</i>	<i>Sagittaria latifolia</i>
<i>Carex lacustris</i>	<i>Scirpus cyperinus</i>
<i>Decodon verticillatus</i>	

C'est sur le terrain ouvert entre le bois et la rive nord que l'on rencontre *Arisaema Dracontium*.

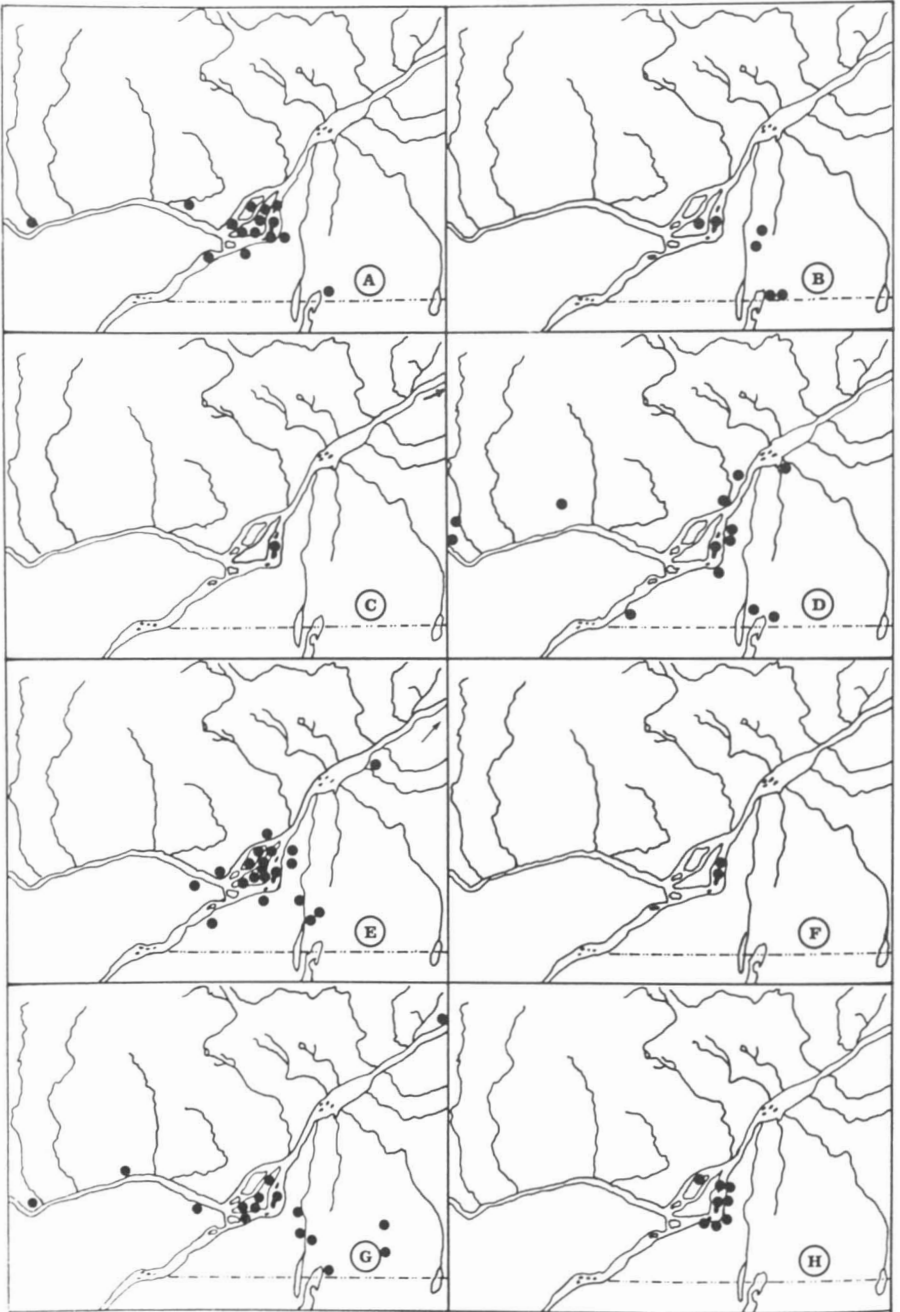


FIGURE 2. Aire de distribution au Québec de : a) *Celtis occidentalis*; b) *Parietaria pensylvanica*; c) *Floerkea proserpinacoides* (une autre station à Grosse Île); d) *Decodon verticillatus*; e) *Gentiana Andrewsii* (une autre station dans Portneuf); f) *Verbena simplex*; g) *Solanum Dulcamara*; h) *Justicia americana*.

LE RIVAGE

Sur le rivage sud, les espèces suivantes sont fréquemment rencontrées :

<i>Alisma gramineum</i>	<i>Juncus nodosus</i>
<i>Butomus umbellatus</i>	<i>Juncus tenuis</i>
<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Lemna minor</i>
<i>Cyperus rivularis</i>	<i>Lemna trisulca</i>
<i>Cyperus strigosus</i>	<i>Nasturtium officinale</i>
<i>Eleocharis calva</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Eleocharis Smallii</i>	<i>Sagittaria cuneata</i>
<i>Hierochloe odorata</i>	<i>Sagittaria latifolia</i>
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Sagittaria rigida</i>
<i>Juncus brevicaudatus</i>	<i>Scirpus americanus</i>
<i>Scirpus heterochaetus</i>	<i>Spartina pectinata</i>
<i>Sparganium eurycarpum</i>	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Zizania aquatica</i>	

Le rivage nord comporte quelques autres éléments qui s'ajoutent à ceux énumérés plus haut ; il convient de mentionner :

<i>Bidens Beckii</i>	<i>Scirpus acutus</i>
<i>Justicia americana</i>	<i>Scirpus fluviatilis</i>
<i>Pontederia cordata</i>	<i>Sparganium eurycarpum</i>

Les travaux de l'Exposition internationale ayant fait disparaître la colonie de *Justicia americana* à l'île Ste-Hélène, celle de l'île des Soeurs devient probablement la seule station au Québec située dans la limite nord de l'espèce.

Sur tout le pourtour de l'île, les principales espèces qui occupent la zone limétique sont les suivantes :

<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>
<i>Elodea canadensis</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Heteranthera dubia</i>	var. <i>bupleuroides</i>
<i>Myriophyllum exalbescens</i>	<i>Potamogeton pusillus</i>
<i>Nymphaea tuberosa</i>	<i>Vallisneria americana</i>
<i>Potamogeton filiformis</i>	

Cette énumération partielle nous donne un bref aperçu des principaux éléments de communautés dégradées sur l'île même mais encore peu perturbées sur le rivage. Nous verrons plus loin l'apport des espèces introduites dans la florule indigène.

Liste annotée de la flore vasculaire

L'ordre et la nomenclature adoptés sont ceux du *Gray's Manual of Botany*, huitième édition (Fernald, 1960). Les spécimens ont été incorporés à l'herbier Marie-Victorin de l'Université de Montréal (MT). Le ou les premiers numéros correspondent aux récoltes de l'auteur; ils sont absents lorsque l'espèce n'a pas été retracée. Sauf indication contraire, toutes les récoltes ont été faites en 1963 et seuls le mois et l'habitat de la première récolte sont indiqués. L'astérisque indique que l'espèce est introduite. Un total de 404 espèces (18 variétés et 7 formes) réparties en 81 familles ont été trouvées par l'auteur ou ses prédécesseurs.

Ptéridophytes

ÉQUISÉTACÉES

Equisetum arvense L. 1322, prairie humide, juin. Fréquent.

Equisetum arvense L. f. *pseudo-sylvaticum* (Milde) Luerss. 1366, bois humide, juillet. Rare.

Equisetum litorale Kuhlerv. 1494, marécage, juillet 1964. Occasionnel.

Equisetum variegatum Schleich. 1323, rivage sud, juillet. Fréquent.

OSMUNDACÉES

Osmunda cinnamomea L. Rouleau 1122, lieux humide, juin 1944.

POLYPODIACÉES

Pteris pensylvanica (Wild.) Fern. 1234, rivage sud, juillet. Occasionnel.

Onoclea sensibilis L. 1347, rivage sud, juin. Fréquent.

Polystichum acrostichoides (Michx.) Schott. Rouleau 1060, lieux humides, juin 1943.

Spermatophytes

ANGIOSPERMES MONOCOTYLES

TYPHACÉES

Typha latifolia L. 1507, Joyal et Rousseau, marécage, juillet 1964. Occasionnel.

Typha angustifolia L. 1367, rivage nord, juillet. Rouleau 1124, juin 1944. Fréquent.

SPARGANIACÉES

Sparganium eurycarpum Engelm. 1371, rivage nord, juin. Rare.

POTAMOGETONACÉES

Potamogeton filiformis Pers. 1338, rivage nord, août. Fréquent.

Potamogeton pusillus L. 1317, rivage nord, septembre. Fréquent.

Potamogeton nodosus Pois. 1311, rivage nord, août. Occasionnel.

Potamogeton perfoliatus L. var. *bupleuroides* (Fern.) Farw. 1327, rivage nord, août. Occasionnel.

NAJADACÉES

- Najas flexilis* (Wild.) Rosk. & Schmidt. Rouleau 1030, août 1943.
 **Butomus umbellatus* L. 1345, rivage sud, juin. Abondant.

HYDROCHARITACÉES

- Eloдея canadensis* Michx. 1336, juillet. Abondant.
Valisneria americana Michx. 1328, juillet. Abondant.
 **Hydrocharis morsus-ranae* L. 1332, rivage sud, juillet. Gervais et Ducas, septembre 1961. Occasionnel. (Fig. 1).

GRAMINÉES

- **Bromus inermis* Leyss. 1404, rivage nord, juin, 1380. Rouleau 1111, lieux vagues, juin 1944. Occasionnel.
Bromus purgans L. Vincent, été 1942.
Festuca rubra L. 1402, prairie, juin. Occasionnel.
Glyceria melicaria (Michx.) F. T. Hubbard. 1379, bois, juin. Rare.
 **Poa annua* L. 1400, lieux ouverts, juin. Occasionnel.
 **Poa compressa* L. 1375, lieux ouverts, juin, 1376-7. Abondant.
 **Poa pratensis* L. 1374, rivage sud, juillet, 1376 Rouleau 1102, mai 1944. Abondant.
Poa angustifolia L. 1432, bois, juin. Occasionnel.
Poa alsodes Gray. Cléonique-Joseph 8441, juin 1935.
Poa palustris L. 1373, rivage, juin, 1378. Rouleau 1048, juin 1943. Fréquent.
 **Dactylis glomerata* L. 1405, orée du bois, juillet. Occasionnel.
Agropyron trachycaulum (Link) Malte var. *glaucum* (Pease & Moore) Malte. 1407, orée du bois, juillet. Occasionnel.
 **Agropyron repens* (L.) Beauv. 1389, juillet. Vincent, été 1942. Abondant.
Hordeum jubatum L. 1388, prairie, juillet. Occasionnel.
Elymus virginicus L. 1392, rivage sud, août. Fréquent.
Elymus villosus Muhl. 1392, bois, juillet. Occasionnel. (Fig. 1).
Sporobolus asper (Michx.) Kunth. Rouleau 5000, août 1943.
Calamagrostis canadensis (Michx.) Nutt. 1401, lieux ouverts, juillet, 1406. Abondant.
 **Agrostis alba* L. 1408, lieux ouverts, juillet, 1010. Abondant.
Cinna arundinacea L. 1393, bois, août, 1397-9. Fréquent.
Cinna latifolia (Trev.) Griseb. Rouleau 1103, lieux humides, mai 1944.
Muhlenbergia mexicana (L.) Trin. f. *ambigua* (Torr.) Fern. 1411, rivage sud, septembre. Occasionnel.
Spartina pectinata Link. 1391, rivage sud, juillet. Occasionnel.
Phalaris arundinacea L. 1403, rivage sud, juin. Rouleau 1110, rivage, juin 1944. Fréquent.
Hierochloe odorata (L.) Beauv. 1390, rivage sud, juin. Rare.
Leersia oryzoides (L.) Sw. 1385, rivage nord, août. Occasionnel.
Zizania aquatica L. 1384, rivage sud, juillet. Rouleau 1007, rivages, août 1943. Occasionnel.
 **Digitaria Ischaemum* (Schreb.) Muhl. Rouleau 1012, rivage, août 1943.
Panicum capillare L. 1396, rivage sud, septembre. Vincent, été 1942. Fréquent.

- **Echinochloa Crus-galli* (L.) Beauv. 1382, prairie, août, 1386, 1394-5, 1409. Vincent, été 1942. Abondant.
- **Setaria glauca* (L.) Beauv. 1387, rivage sud, septembre. Vincent, été 1942. Occasionnel.
- **Setaria viridis* (L.) Beauv. 1383, prairie, juillet. Vincent, été 1942. Abondant.
- Andropogon Gerardi* Vitman. Rouleau 1010, rivages, août 1943.

CYPÉRACÉES

- Cyperus diandrus* Torr. Rouleau 1020, rivage, août 1943. Vincent, été, 1942.
- Cyperus rivularis* Kunth. 1421, rivage, septembre. Occasionnel.
- Cyperus strigosus* L. 1420, rivage, juillet. Rouleau 1029, rivage août 1943. Vincent, été 1942. Abondant.
- Cyperus esculentus* L. 1422, rivage sud, septembre. Rouleau 1006, rivages, août 1943. Fréquent.
- Cyperus inflexus* Muhl. Vincent, été 1942.
- Dulichium arundinaceum* (L.) Britt. Rouleau 1002, rivage, août 1943.
- Eleocharis obtusa* (Willd.) Schultes. 1417, rivage, juillet. Rouleau 1021 et 1009, rivages, août 1943. Fréquent.
- Eleocharis Smallii* Britt. 1418, rivage sud, juin. Occasionnel.
- Eleocharis calva* Torr. 1429, rivage, juin. Fréquent.
- Scirpus americanus* Pers. 1412, rivage, août, 1427. Abondant.
- Scirpus validus* Vahl. 1423, rivage sud, juin. Occasionnel.
- Scirpus acutus* Muhl. 1426, rivage nord, août. Occasionnel.
- Scirpus fluviatilis* (Torr.) Gray. 1425, rivage, août, Rouleau 1015, rivage, août 1943. Abondant.
- Scirpus atrovirens* Willd. 1344, prairie, juin. Occasionnel.
- Scirpus cyperinus* (L.) Kunth. 1424, bois humide, septembre, 1434. Fréquent.
- Scirpus cyperinus* (L.) Kunth var. *pelius* Fern. 1433, bois, juillet. Occasionnel.
- Scirpus pedicellatus* Fern. 1435, bois, juillet. Occasionnel.
- Carex cephaloidea* Dew. Rouleau 1093, bois riche, mai 1944. (Fig. 1).
- Carex sparganoïdes* Muhl. Irénée-Marie, 8 juin 1935.
- Carex vulpinoidea* Michx. 1446-7, rivage sud, juin. Rouleau 1108, rivages, juin 1944. Abondant.
- Carex stipata* Muhl. Rouleau 1089, lieux humides, mai 1944.
- Carex bromoides* Schkuhr. Rouleau 1091, bois riche, mai 1944. Fréquent.
- Carex scoparia* Schkuhr. f. *moniliformis* (Tuck.) Kuk. 1455, lieux ouverts, juillet. Rare.
- Carex tribuloides* Wahlenb. 1448, bois, juin. Fréquent.
- Carex cristatella* Britt. 1451, bois, juillet. Fréquent. (Fig. 1).
- Carex Crawfordii* Fern. 1436, rivage nord, juin. Fréquent.
- Carex crinita* Lam. 1442, prairie, juin. Rouleau 1105, rivage, mai 1944. Fréquent.
- Carex lanuginosa* Michx. 1444-5 prairie, juin. Rouleau 1100, rivage, mai 1944. Cléonique 8433, fossé, 8 juin 1935. Abondant.
- Carex Sprengelii* Dew. 1437, lieux ouverts, juin, 1439, 1441. Rouleau 1049, juin 1943. Cléonique 8420, juin 1935. Fréquent. (Fig. 1).
- Carex granularis* Muhl. Rouleau 1101, lieux herbeux, mai 1944.

Carex amphibola Steud. Marie-Victorin 16,238, juin 1922. Rouleau 1087, bois riche, mai 1944. Irénée-Marie, juin 1935.

Carex lacustris Willd. 1438, marais, septembre. Rouleau 1103, rivages, mai 1944. Occasionnel.

Carex Grayii Carey. 1443, bois, juin. Fréquent. (Fig. 1)

Carex lupulina Muhl. 1453, bois, juin. Rouleau 1000, rivages, août 1943. Fréquent.

Carex retrorsa Schwein. 1440, bois, juillet. Rouleau 1122, rivages, juin 1944. Occasionnel.

Carex Tuckermani Boott. 1454, bois, juin. Rare.

Carex vesicaria L. Rouleau 1094, rivages, mai 1944.

ARACÉES

Arisaema atrorubens (Ait.) Blume. 1360, bois, mai. Rouleau 1083, 1062, bois, mai 1943. Abondant.

Arisaema atrorubens (Ait.) Blume f. *viride* (Engler) Fern. 1355, bois, mai. Rouleau, bois, mai 1944. Occasionnel.

Arisaema Stewardsonii Britt. 1351, bois, juin. Rouleau 1110, bois, mai 1944. Rare.

Arisaema Dracontium (L.) Schott. 1365, lieux ouverts, août. Marie-Victorin 15,964, pâturage, juin 1922. Très rare. (Fig. 1).

Symplocarpus foetidus (L.) Nutt. 1346, bois, juin. Rouleau 1071, bois, mai 1964. Marie-Victorin 1026, 690, été 1906. Fréquent.

Acorus Calamus L. Rouleau 1115, rivages, juin 1944. Vincent, été 1942.

LEMNACÉES

Lemna trisulca L. 1335, eau calme, août. Fréquent.

Lemna minor L. 1334, eau calme, juillet. Abondant.

PONTÉDÉRIACÉES

Pontederia cordata L. 1364, rivage nord, août. Marie-Victorin 700, août 1906. Rouleau 1014, rivages, août 1943. Rare.

Heteranthera dubia (Jacq.) MacM. 1325, rivage nord, août. Occasionnel.

JONCACÉES

Juncus bufonius L. 1413, lieux ouverts, juillet. Occasionnel.

Juncus tenuis Willd. 1415, rivage sud, juin. Fréquent.

Juncus nodosus L. 1419, rivage sud, juillet. Vincent, été 1942. Occasionnel.

Juncus brevicaudatus (Engelm.) Fern. 1414, rivage sud, juin. 1428. Vincent, été 1942. Abondant.

LILIACÉES

Uvularia grandiflora Sm. 1354, bois, mai. Occasionnel.

Uvularia sessifolia L. 1352, bois, mai. Rouleau 1104 et 1076, bois, mai 1943 et 1944. Abondant.

Lilium canadense L. 1370, bois, mai 1342. Rouleau 1068 et 1104, bois, 1943 et 1944.

Erythronium americanum Ker. 1361, bois, mai 1359. Rouleau 1077 et 1082, mai 1943. Abondant.

Smilacina racemosa (L.) Desf. 1356, bois, mai. Rouleau 1105, bois, mai 1944. Fréquent.

- Smilacina stellata* (L.) Desf. 1353, bois, mai. Rouleau 1115, bois, mai 1944. Fréquent.
Maianthemum canadense Desf. 1369, bois, mai. Rouleau 1057, bois, juin 1943.
Streptopus roseus Michx. 1430, bois, mai. Occasionnel.
Polygonatum pubescens (Willd.) Pursh. 1357, bois, mai. Rouleau 1067, bois, juin 1943. Abondant.
Trillium erectum L. 1362, bois, mai. Rouleau 1085, bois, mai 1943. Abondant.
Smilax herbacea L. 1341, bois, juillet. Occasionnel.

IRIDACÉES

- Sisyrinchium angustifolium* Mill. 1331, prairie, mai. Rouleau 1109, rivage, mai 1944. Occasionnel.
Iris versicolor L. 1348, bois, juin. Vincent, été 1942. Occasionnel.

ORCHIDACÉES

- Habenaria psycodes* (L.) Spreng. Rouleau 1119 et 1126, rivages, mai et juin 1944.
 **Epipactis Helleborine* (L.) Crantz. 1363, bois, août. Rouleau 1039, rivages, août 1943. Vincent, été 1942. Rare.

Spermatophytes

ANGIOSPERMES DICOTYLES

SALICACÉES

- Salix amygdaloides* Anderss. Rouleau 1022, rivages, août 1943.
Salix lucida Muhl. 1003, rivage nord, mai. Occasionnel.
Salix fragilis L. 1004, rivage sud, mai. 1006. Abondant.
Salix rigida Muhl. 1002, rivage nord, mai. Abondant.
Salix Bebbiana Sarg. 1001, rivage nord, mai. 1005. Abondant.
Salix gracilis Anderss. 1007, prairie, mai. Rouleau 1053, lieux humides, juin 1943. Occasionnel.
Populus deltoides Marsh. 1010, bois, septembre. 1008. Occasionnel.
Populus balsamifera L. 1009, rivage sud, septembre. Fréquent.

MYRICACÉES

- Myrica Gale* L. Rouleau 1004, rivages, août 1943.

JUGLANDACÉES

- Juglans cinerea* L. 1032, bois, septembre. Abondant.
Carya cordiformis (Wang.) K. Koch. 1022, bois, septembre. Occasionnel. (Fig. 1).
Carya ovata (Mill.) K. Koch. 1034, bois, juin. 1030. Marie-Victorin, 16,443, juin 1922. Fréquent.

BETULACÉES

- Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch. f. *virginiana*. 1023, bois, septembre. Fréquent.
Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch. f. *glandulosa* (Spach.) Macbr. 1033, bois, juin. Occasionnel.

FAGACÉES

- Fagus grandifolia* Ehrh. 1031, bois, septembre. Occasionnel.
Quercus macrocarpa Michx. 1018, orée du bois, septembre. 1019. Rouleau 1032, rivages, août 1943. Occasionnel.
Quercus bicolor Willd. 1017, bois, septembre. Rouleau 1031 et 1070, orée du bois, juin et août 1943. Occasionnel.
Quercus rubra L. 1020, lieux ouverts, septembre. Rare.

ULMACÉES

- Ulmus rubra* Muhl. 1025, rivage sud, septembre. Fréquent.
Ulmus americana L. f. *americana*. 1024, rivage sud, septembre. 1490. Fréquent.
Ulmus americana L. f. *alba* (Ait.) Fern. 1491, lieux ouverts, septembre. Rare.
Celtis occidentalis L. 1015, bois, septembre. Occasionnel. (Fig. 2).

URTICACÉES

- Urtica procera* Muhl. 1012, orée du bois, juillet. 1296. Fréquent.
Urtica dioica L. 1297, bois, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
Laportea canadensis (L.) Wedd. 1011, bois, septembre. Fréquent.
Pilea pumila (L.) Gray. 1014, bois, septembre. Marie-Victorin 733, lieux ombragés, août 1906. Rouleau 1040, rivages, août 1943. Fréquent.
Boehmeria cylindrica (L.) Sw. 1013, bois, septembre. Fréquent.
Parietaria pensylvanica Muhl. Rouleau 1041, rivages, août 1943. (Fig. 2).

POLYGONACÉES

- Rumex mexicanus* Meisn. 1474, rivage nord, juillet. 1475, 1476. Abondant.
 **Rumex crispus* L. 1477, rivage nord, juillet. Abondant.
Rumex orbiculatus Gray. 1479, prairie, juin. 14778. Occasionnel.
Rumex maritimus L. var. *fueginus* (Phil.) Dusen. 1496, lieux ouverts rocaillieux, juillet. Occasionnel.
Tovara virginiana (L.) Raf. 1495, bois, septembre. Iréné-Marie, lieux humides, août 1932. Rouleau 1036 et 1034, rivages, 26 août 1943. Rouleau 1063, bois humide, juin 1943. Vincent, été 1942. Fréquent.
 **Polygonum achoreum* Blake. Joyal & Rousseau 1497, lieux incultes, juillet 1964. Occasionnel.
 **Polygonum aviculare* L. 1483, prairie, août 1484. Abondant.
Polygonum pensylvanicum L. 1488, rivage sud, août. 1489. Vincent, été 1942. Fréquent.
Polygonum coccineum Muhl. Rouleau 1028, rivages, août 1943.
Polygonum lapathifolium L. 1480, rivage nord, juillet. 1481. Vincent, été 1942. Fréquent.
 **Polygonum scabrum* Moench. 1485, rivage nord, août. 1486. Occasionnel.
Polygonum Hydropiper L. Vincent, été 1942.
 **Polygonum Persicaria* L. 1499, rivage nord, juillet. Joyal & Rousseau 1498, lieux ouverts, juillet 1964. Fréquent.
Polygonum punctatum Ell. 1482, rivage nord, septembre. Fréquent.
Polygonum sagittatum L. 1500, prairie humide, août. Joyal & Rousseau 1501, fossé de prairie, juillet 1964. Occasionnel.
 **Fagopyrum sagittatum* Gilib. 1487, prairie, juillet. Occasionnel.

CHENOPODIACÉES

- **Kochia scoparia* (L.) Roth. 1312, lieux ouverts, août. Rare.
 **Chenopodium album* L. 1038, lieux ouverts, juillet. 1039, 1470. Vincent, été 1942. Abondant.
 **Chenopodium Botrys* L. 1040, lieux ouverts, juillet. Occasionnel
 **Chenopodium glaucum* L. 1471, lieux ouverts, juillet. Fréquent.
Atriplex patula L. var. *patula*. 1299, rivage nord, août. 1468. Occasionnel.
Atriplex patula L. var. *hastata* (L.) Gray. 1469, rivage nord, août. Occasionnel.
 **Salsola Kali* L. var. *tenuifolia* Tausch. 1027, lieux ouverts, août. Abondant.

AMARANTACÉES

- **Amaranthus retroflexus* L. 1028, lieux ouverts, juillet. Vincent, été 1942. Occasionnel.

PORTULACACÉES

- Claytonia virginica* L. 1021, bois, mai 1963. Rouleau 10775, bois, mai 1943. Rouleau 1118, bois, mai 1944. Rouleau 1061, bois, juin 1943. Abondant.
Claytonia caroliniana Michx. Cité par Raymond (1950).

CARYOPHYLLACÉES

- Arenaria lateriflora* L. 1035, lieux ouverts, juin. 1041. Rouleau 1114, lieux ouverts, mai 1944.
 **Stellaria graminea* L. 1037, prairie, juin. 1029. Abondant.
 **Cerastium vulgatum* L. Vincent, été 1942.
Cerastium arvense L. Rouleau 1058, lieux ouverts, juin 1943.
 **Agrostemma Githago* L. Marie-Victorin 463, dans le blé, août 1906.
 **Silene noctiflora* L. 1036, lieux ouverts, juillet. Occasionnel.

CÉRATOPHYLLACÉES

- Ceratophyllum demersum* L. 1056, rivage nord, août. Abondant.

NYMPHÉACÉES

- Nymphaea odorata* Ait. Rouleau 1120, eau, août 1943.
Nymphaea tuberosa Paine. 1057, rivage nord, août. Rouleau 1042, août 1943. Occasionnel.

RENONCULACÉES

- Ranunculus reptans* L. Vincent, été 1942.
Ranunculus sceleratus L. 1048, rivage sud, août. Occasionnel.
Ranunculus abortivus L. 1050, bois humide, mai. Rouleau 1106, bois, mai 1944. Fréquent.
Ranunculus recurvatus Poir. 1045, bois, mai. Rouleau 1102, bois, mai 1944. Cléonique 8422, bois humide, juin 1935. Abondant.
Ranunculus pensylvanicus L. 1043, bois, juillet. Occasionnel.
 **Ranunculus acris* L. 1051, prairie, juillet. Vincent, été 1942. Abondant.
Thalictrum dioicum L. 1042, bois, mai. 1046. Abondant.
Thalictrum polygamum Muhl. 1044, bois, juillet. Fréquent.
Hepatica acutiloba DC. Rouleau 1035, rivages, août 1943.
Actaea rubra (Ait.) Willd. 1188, bois, mai 1963. Fréquent.

Actaea pachypoda Ell. 1195, bois humide, mai. Rouleau 1037, rivages, août 1943.
Abondant.

BERBÉRIDACÉES

Caulophyllum thalictroides (L.) Michx. 1055, bois, mai 1963. Rouleau 1079, bois, mai 1945. Fréquent.

PAPAVÉRACÉES

Sanguinaria canadensis L. 1052, mai. Rouleau 1072, bois, mai 1943. Fréquent.

Dicentra Cucullaria (L.) Bernh. 1054, bois, mai. Rouleau 1078, bois, mai 1943.
Fréquent.

Dicentra canadensis (Goldie) Walp. 1053, bois, mai. Rouleau 1073, bois, mai 1943.
Fréquent.

CRUCIFÈRES

**Thlaspi arvense* L. 1075, prairie, mai. 1065. Fréquent.

**Lepidium densiflorum* Schrad. 1072, prairie, juillet. Vincent, été 1942. Occasionnel.

**Capsella Bursa-pastoris* (L.) Medic. 1063, prairie, mai. Vincent, été 1942. Fréquent.

**Brassica Kaber* (DC.) L.C. Wheeler. 1062, lieux ouverts, juillet. Occasionnel.

**Brassica nigra* (L.) Koch. 1059, lieux ouverts, juillet. Rouleau 1113, lieux vagues, juin 1944. Vincent, été 1942. Abondant.

**Erucastrum gallicum* (Willd.) O.E. Schulz. 1079, lieux ouverts, juin. 1080, 1081.
Fréquent.

**Sisymbrium officinale* (L.) Scop. 1070, lieux ouverts, juin. Occasionnel.

**Sisymbrium altissimum* L. 1060, prairie, mai. Joyal & Rousseau 1511, lieux ouverts, juillet 1964. Occasionnel.

**Hesperis matronalis* L. 1064, rivage nord, mai. Rare.

**Erysimum cheiranthoides* L. 1058, prairie, mai. Occasionnel.

**Rorippa sylvestris* (L.) Bess. Rouleau 1112, rivage, juin 1944.

Rorippa islandica (Oeder) Borbas. var. *islandica*. 1431, prairie, juin. Rouleau 1027, rivages, août 1943. Fréquent.

Rorippa islandica (Oeder) Borbas var. *hispidula* (Desv.) Butt. & Abbe. 1071, rivage sud, juillet. Occasionnel.

**Nasturtium officinale* R. Br. 1073, rivage sud, juin. Occasionnel.

**Barbarea vulgaris* R. Br. 1082, prairie, mai. 1068. Abondant.

Dentaria diphylla Michx. 1075, bois, mai. Rouleau 1080, bois riche, mai 1943.
Abondant.

Dentaria maxima Nutt. 1077, bois, mai. Fréquent.

Dentaria laciniata Muhl. 1076, bois, mai. 1078. Occasionnel.

Cardamine pratensis L. 1061, rivage nord, mai. Rare.

Cardamine pensylvanica Muhl. 1066, prairie, mai. 1069. Rouleau 1117, rivages, mai 1944. Fréquent.

Cardamine parviflora L. 1067, bois, mai. Occasionnel.

SAXIFRAGACÉES

Penthorum sedoides L. 1149, prairie, août. Occasionnel.

Tiarella cordifolia L. 1144, bois, mai. Rouleau 1095, bois, mai 1944. Rouleau 1059, bois, juin 1943. Fréquent.

- Mitella diphylla* L. 1145, bois, mai. 1148. Rouleau 1044, bois, juin 1943. Rouleau 1120, mai 1944. Fréquent.
Ribes cynosbati L. 1146, bois, mai. Vincent, été 1942. Fréquent.
Ribes americanum Mill. 1147, bois, mai. Occasionnel.

ROSACÉES

- Spiraea alba* Du Roi. 1085, prairie, juillet. 1090. Vincent, été 1942. Fréquent.
Spiraea latifolia (Ait.) Borkh. 1007, rivage nord, juillet. 1091. Fréquent.
Crataegus punctata Jacq. var. *punctata*. 1105, bois, septembre, Irénée-Marie, juin 1935. Occasionnel.
Crataegus punctata Jacq. var. *aurea* Ait. 1104, lieux ouverts, septembre. Occasionnel.
Crataegus flabellata (Spach) Kirchn. 1103, orée du bois, septembre. 1102. Occasionnel.
Fragaria virginiana Duchesne. 1095, prairie, mai. Rouleau 1056, rivages, juin 1943. Abondant.
Potentilla palustris (L.) Scop. Rouleau 1108, rivages, mai 1944.
 **Potentilla recta* L. Joyal & Rousseau 1502, prairie, juillet 1964. Occasionnel.
Potentilla norvegica L. 1111, rivage nord, juillet. 1112. Rouleau 1116, lieux ouverts, juin 1944. Abondant.
Potentilla anserina L. 1087, rivage sud, juin. Vincent, été 1942. Abondant.
Geum canadense Jacq. 1089, bois, juin. 1113, 1114. Vincent, été 1942. Fréquent.
Rubus pubescens Raf. 1115, bois, 1110. Rouleau 1050, rivages, juin 1943. Occasionnel.
Rubus odoratus L. 1096, bois, mai. 1097. Fréquent.
Rubus idaeus L. 1100, bois, septembre. Abondant.
Rubus occidentalis L. 1099, lieux ouverts, septembre. Fréquent.
Rubus canadensis L. Vincent, été 1942.
Rubus allegheniensis Porter. 1101, orée du bois, mai. 1467. Occasionnel.
Agrimonia gryposepala Wallr. 1083, lieux ouverts, juillet. 1092. Fréquent.
Rosa blanda Ait. 1109, rivage sud, août. 1108. Fréquent.
Prunus nigra Ait. 1084, bois, septembre. Occasionnel.
Prunus virginiana L. 1086, prairie, mai. 1094, 1093. Fréquent.

LÉGUMINEUSES

- **Trifolium pratense* L. 1139, prairie, juin. Abondant.
 **Trifolium repens* L. 1503, prairie, juillet. Abondant.
 **Trifolium agrarium* L. Vincent, été 1942.
 **Trifolium procumbens* L. Joyal & Rousseau 1504, prairie, juillet 1964. Occasionnel.
 **Melilotus officinalis* (L.) Desr. 1136, prairie, juin. Abondant.
 **Melilotus alba* Desr. 1137, prairie, juin. Vincent, été 1942. Fréquent.
 **Medicago sativa* L. 1133, prairie, juillet. 1134. Fréquent.
 **Medicago lupulina* L. 1135, prairie, mai. Vincent, été 1942. Occasionnel.
Desmodium canadense (L.) DC. 1140, rivage sud, juillet. Rare.
 **Vicia Cracca* L. 1138, prairie, juin. Abondant.
Lathyrus palustris L. var. *palustris*. Rouleau 1008, rivages, août 1943.

Lathyrus palustris L. var. *myrtifolius* (Muhl.) Gray. 1294, prairie, juin. 1295. Occasionnel.

Apios americana Medic. 1142, lieux ouverts, août. 1143. Fréquent.

Amphicarpa bracteata (L.) Fern. 1141, rivage sud, août. Vincent, été 1942. Occasionnel.

OXALIDACÉES

**Oxalis stricta* L. 1151, rivage sud, juin. Vincent, été 1942. Occasionnel.

EUPHORBIACÉES

Acalypha rhomboidea Raf. 1016, bois, septembre. 1153. Fréquent.

**Euphorbia Helioscopia* L. 1150, rivage nord, juillet. Fréquent.

Euphorbia vermiculata Raf. Joyal & Rousseau 1505, lieux incultes, juillet. Vincent, été 1942. Rare.

LIMNANTHACÉES

Floerkea proserpinacoides Willd. 1155, bois, mai. 1156. Rouleau, bois riche, mai 1944. Cléonique 8430 et 8426, bois humide, juin 1935. Irénée-Marie, juin 1935. Rare. (Fig. 2)

ANARCARDIACÉES

Rhus typhina L. 1161, bois, septembre. Occasionnel.

Rhus radicans L. 1157, lieux ouverts, août. Rare.

Ilex verticillata (L.) Gray. Rouleau 1118, orée du bois, juin 1944. Vincent, été 1942.

CELASTRACÉES

Celastrus scandens L. 1158, fossé de prairie, septembre. Rare.

ACERACÉES

Acer saccharum L. 1160, bois, septembre. Fréquent.

Acer rubrum L. 1159, bois, septembre. Abondant.

**Acer Negundo* L. 1506, rivage nord, juillet 1964. Rare.

BALSAMINACÉES

Impatiens capensis Meerb. 1154, bois, juillet. Vincent, été 1942. Fréquent.

RHAMNACÉES

**Rhamnus cathartica* L. 1164, bois, juin. Occasionnel.

**Rhamnus Frangula* L. Irénée-Marie, juin 1935.

VITACÉES

Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch. 1162, bois, mai. Occasionnel.

Vitis riparia Michx. 1163, bois, mai. Occasionnel.

TILIACÉES

Tilia americana L. 1166, bois, septembre. Fréquent.

MALVACÉES

**Malva rotundifolia* L. 1165, lieux ouverts, juin. Fréquent.

HYPERICACÉES

- Hypericum punctatum* Lam. 1307, rivage sud, juillet. Fréquent.
Hypericum ellipticum Hook. 1306, rivage sud, juillet. 1305. Abondant.
Hypericum virginicum L. Rouleau 1003, rivages, août 1943.

VIOLACÉES

- Viola cucullata* Ait. 1288, prairie, mai. Rouleau 1055, 1086, bois riche, mai et juin 1943. Fréquent.
Viola papilionacea Pursh. 1289, prairie, juin. Fréquent.
Viola sororia Willd. 1290, bois, mai. Occasionnel.
Viola incognita Brainerd. 1287, prairie, mai. Occasionnel.
Viola pennsylvanica Michx. 1286, bois, mai. Rouleau 1081, bois riche, mai 1943. Abondant.
Viola canadensis L. 1285, bois, mai. Rouleau 1047, bois riche, juin 1943. Abondant.

LYTHRACÉES

- Decodon verticillatus* (L.) Ell. 1171, marécages, août. Rouleau 1005 et 1013, rivages, août 1943. Marie-Victorin 833, marais, août 1906. Vincent, été 1942. Rare (Fig. 2).
 **Lythrum Salicaria* L. 1169, lieux ouverts, juin. 1928. Vincent, été 1942. Abondant.

ONAGRACÉES

- **Epilobium hirsutum* L. 1316, rivage nord, juillet. 1170. Fréquent.
Epilobium glandulosum Lehm. 1292, rivage sud, juin. Vincent, été 1942. Fréquent.
Oenothera biennis L. 1303, lieux ouverts, juillet. 1304. Vincent, été 1942. Abondant.
Oenothera perennis L. 1168, prairie, juin. Fréquent.
Circaea quadrisulcata (Maxim.) Franch & Sav. var. *canadensis* (L.) Hara. 1167, bois, juillet. Fréquent.

HALORAGACÉES

- Myriophyllum exalbescens* Fern. 1321, eaux tranquilles, août. Marie-Victorin 949, eaux profondes, août 1906. Abondant.

ARALIACÉES

- Aralia racemosa* L. 1186, bois, août. Fréquent.
Aralia nudicaulis L. Rouleau 1099, bois, juin 1943.
Panax trifolius L. 1189, bois, mai. Rouleau 1045 et 1074, bois riche, mai et juin 1943. Rouleau 1106, mai 1944. Fréquent.

OMBELLIFÈRES

- Sanicula marilandica* L. 1494, bois, juin. Fréquent.
Sanicula gregaria Bickn. 1187, bois, juin. Occasionnel.
Sanicula trifoliata Bickn. 1198, bois, septembre. Occasionnel.
Osmorhiza Claytoni (Michx.) C.B. Clarke. 1197, bois, août. Rouleau 1096, bois, mai 1944. Rouleau 1052, bois, juin 1943. Vincent, été 1942. Fréquent.
Osmorhiza longistylis (Torr.) DC. 1194, bois, mai. Occasionnel.
Zizia aurea (L.) W.D.J. Koch. 1191, prairie, juin. Marie-Victorin 15,698, juin 1922. Rouleau 1090, rivages, mai 1944. Rare.

- Cicuta maculata* L. 1192, prairie, juillet. Occasionnel.
Cicuta bulbifera L. 1185, rivage nord, août. Occasionnel.
Cryptotaenia canadensis (L.) DC. 1196, bois, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
Sium suave Walt. 1193, lieux ouverts, juillet. Vincent, été 1942. Fréquent.
 **Pastinaca sativa* L. 1507, lieux ouverts, juillet 1964. Fréquent.
Heracleum maximum Bartr. 1190, bois, juin. Rare

CORNACÉES

- Cornus stolonifera* Michx. 1172, bois, août. Occasionnel.

PRIMULACÉES

- Lysimachia terrestris* (L.) BSP. 1180, rivage sud, juillet. Fréquent.
Lysimachia thyrsoiflora L. 1181, rivage sud, juin. 1301. Fréquent.
Lysimachia x commixta Fern. 1182, rivage sud, juillet. Provient du croisement entre *L. terrestris* et *L. thyrsoiflora*. Occasionnel.
Lysimachia ciliata L. 1183, bois, août. 1184 et 1302. Fréquent.
Trientalis borealis Raf. Rouleau 1064, bois, juin 1943.

OLEACÉES

- Fraxinus americana* L. 1026, rivage, septembre. 1173 et 1174. Fréquent.
Fraxinus pensylvanica Marsh. 1179, lieux ouverts, août. Occasionnel.

GENTIANACÉES

- Gentiana Andrewsii* Grisebl. 1178, lieux ouverts, septembre. Rare. (Fig. 2).

APOCYNACÉES

- Apocynum cannabinum* L. 1175, rivage sud, juillet. Occasionnel.
Apocynum sibiricum Jacq. var. *cordigerum* (Green) Fern. 1291, rivage sud, septembre. Occasionnel.

ASCLEPIADACÉES

- Asclepias incarnata* L. 1177, rivage sud, septembre. Rouleau 1127, rivages, juin 1944, Vincent, été 1942. Occasionnel.
Asclepias syriaca L. 1176, lieux ouverts, juillet. Fréquent.

CONVOLVULACÉES

- Convolvulus sepium* L. 1123, rivage sud, juin. 1212 et 1224. Abondant.
 **Convolvulus arvensis* L. 1209, prairie, juillet. Fréquent.
Cuscuta Gronovii Willd. 1210, rivage sud, août. Occasionnel.

HYDROPHYLLACÉES

- Hydrophyllum virginianum* L. 1221, bois, juin. Fréquent.

BORAGINACÉES

- Myosotis laxa* Lehm. 1214, rivage nord, juillet. Rare

VERBÉNACÉES

- Verbena urticifolia* L. 1231, bois, août. Vincent, été, 1942. Occasionnel.
Verbena hastata L. 1217, rivage nord, juillet. Rouleau 1125, rivages, juin 1944. Vincent, été 1942. Fréquent.
Verbena simplex Lehm. Rouleau 1124, rivage, juin 1944. (Fig. 2)

LABIÉES

- Teucrium canadense* L. 1116, lieux ouverts, septembre. 1119. Occasionnel.
Scutellaria lateriflora L. 1126, rivage nord, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
Scutellaria epilobiifolia A. Hamilton. 1118, lieux ouverts, août 1124. Rouleau 1109, rivages, juin 1944. Fréquent.
Scutellaria parvula Michx. Rouleau 1123, rivages, juin 1944. Rouleau 1016, rivages, août 1943. Marie-Victorin 16156, juin 1922.
Prunella vulgaris L. 1127, lieux ouverts, août. Vincent, été 1942. Abondant.
Physostegia virginiana (L.) Benth. 1128, près des ruines, septembre. Rare.
 **Galeopsis Tetrahit* L. 1122, rivage sud, juillet. 1125. Vincent, été 1942. Abondant.
Lycopus americanus Muhl. 1121, rivage sud, juillet. Fréquent.
Lycopus uniflorus Michx. Vincent, été 1942.
Mentha arvensis L. var. *villosa* (Benth.) S.R. Stewart. 1132, rivage nord, juillet. Vincent, été 1942. Fréquent.
Mentha arvensis L. var. *glabrata* (Benth.) Fern. f. *albiflora* Rouleau. 1120, rivage sud, juillet. Occasionnel.

SOLANACÉES

- **Solanum Dulcamara* L. 1213, bois asséché, juillet. Occasionnel. ((Fig. 2).
 **Hyoscyamus niger* L. 1214, lieux ouverts, mai. Rare.

SCROPHULARIACÉES

- **Verbascum Thaspus* L. 1226, rivage, août. Abondant.
 **Verbascum Blattaria* L. 1211, rivage sud, juin. Rare.
 **Linaria vulgaris* Hill. 1222, lieux ouverts, juin. Vincent, été 1942. Abondant.
Scrophularia lanceolata Pursh. 1208, lieux ouverts, juin. Occasionnel.
Chelone glabra L. 1228, bois, août. 1229. Vincent, été 1942. Occasionnel.
Mimulus ringens L. 1216, rivage sud, juillet. Occasionnel.
 **Veronica serpyllifolia* L. 1218, bois, juin. 1219. Rouleau 1121, lieux ouverts, mai 1944. Rouleau 1051, lieux ouverts, juin 1943. Vincent, été 1942. Abondant.
Veronica scutellata L. 1318, bois, juillet. Rouleau 1023, rivages, août 1943. Fréquent.
Veronica peregrina L. 1220, prairie, mai. Occasionnel.
Gerardia pauperula (Gray) Britt. 1232, rivage sud, septembre. Rouleau 1026, rivages, août 1943. Vincent, été 1942. Fréquent.

OROBANCHACÉES

- Epifagus virginiana* (L.) Bart. Rouleau 1033, rivage, août 1943.
Orobanche uniflora L. Marie-Victorin, juin 1922.

ACANTHACÉES

- Justicia americana* (L.) Vahl. 1215, rivage nord, juillet. 1225. Rare. (Fig. 2).

PHRYMACÉES

- Phryma Leptostachya* L. 1230, bois, août. Rouleau 1038, rivages, août 1943. Rare.

PLANTAGINACÉES

- **Plantago major*. L. 1320, rivage, juillet. Cléonique, 8436, rivage, juin 1935. Abondant.

RUBIACÉES

- Galium Aparine* L. 1203, bois, mai. Rouleau 1112, bois, mai 1944. Rouleau 1121, bois, juin 1943. Abondant.
- Galium triflorum* Michx. 1314, bois, mai. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Galium palustre* L. 1315, rivage sud, juin. Occasionnel.
- Galium tinctorium* L. 1313, rivage sud, août. Occasionnel.
- Cephalanthus occidentalis* L. Rouleau 1001, rivage, août 1943.

CAPRIFOLIACÉES

- **Lonicera Morrowi* Gray. 1205, orée du bois, juin. Rare.
- **Lonicera tatarica* L. 1207, orée du bois, juin. Rare.
- Sambucus canadensis* L. 1202, bois, juillet. 1206. Rouleau 1119, orée du bois, juin 1944. Fréquent.
- Sambucus pubens* Michx. 1200, bois, septembre. 1201, 1300, 1308. Abondant.

VALERIANACÉES

- **Valeriana officinalis* L. 1199, bois, juillet. Occasionnel.

CUCURBITACÉES

- Echinocystis lobata* (Michx.) T. & G. 1319, prairie, juillet. Occasionnel.

COMPOSÉES

- Eupatorium maculatum* L. 1251, lieux ouverts, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Eupatorium perfoliatum* L. 1253, rivage sud, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Solidago flexicaulis* L. 1465, bois, septembre. 1466. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Solidago nemoralis* Ait. Vincent, été 1942.
- Solidago rugosa* Ait. 1460, bois, septembre. Occasionnel.
- Solidago canadensis* L. 1458, prairie, août. Vincent, été 1942. Abondant.
- Solidago altissima* L. 1456, lieux ouverts, septembre. 1457, 1459, 1463. Abondant.
- Solidago graminifolia* (L.) Salisb. 1461, rivage sud, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Aster cordifolius* L. Vincent, été 1942.
- Aster novae-angliae* L. 1265, prairie, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Aster lateriflorus* (L.) Britt. 1245, rivage, septembre. 1258. Fréquent.
- Aster ontarionis* Wieg. 1244, bois, août. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Aster simplex* Willd. 1283, prairie, septembre. Occasionnel.
- Erigeron philadelphicus* L. 1248, prairie, juin. Fréquent.
- Erigeron annuus* (L.) Pers. 1235, lieux ouverts, juillet. Fréquent.
- Erigeron strigosus* Muhl. 1276, prairie, septembre. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Erigeron canadensis* L. 1263, lieux ouverts, juillet. 1278. Vincent, été 1942. Abondant.
- Gnaphalium uliginosum* L. Joyal & Rousseau 1508, prairie, juillet. Vincent, été 1942.
- Rare.
- **Iva xanthifolia* Nutt. 1261, lieux ouverts, août. 1279. Occasionnel.
- Ambrosia trifida* L. 1252, rivage sud, août. Fréquent.
- Ambrosia artemisiifolia* L. 1256, lieux ouverts, août. 1260. Abondant.
- Xanthium chinense* Mill. 1273, rivage, septembre. Fréquent.
- **Helianthus annuus* L. 1264, lieux ouverts, août. Rare.

- Helianthus decapetalus* L. Vincent, été 1942.
- Bidens cernua* L. 1267, rivage, septembre. 1268. Abondant.
- Bidens frondosa* L. 1246, rivage nord. août. 1257. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Bidens discoidea* (T. & G.) Britt. 1282, rivage sud, septembre. Occasionnel.
- Bidens Beckii* Torr. 1269, rivage nord. août. Fréquent.
- **Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake. Vincent, été 1942.
- Helenium autumnale* L. 1237, rivage sud, août. Vincent, été 1942. Rouleau 1025, rivages, août 1943. Fréquent.
- **Achillea Millefolium* L. 1255, lieux ouverts, juillet. Vincent, été 1942. Abondant.
- **Anthemis Cotula* L. 1234, lieux ouverts, juin. Vincent, été 1942. Fréquent.
- **Matricaria matricarioides* (Less.) Porter. 1239, lieux ouverts, juin. Vincent, été 1942. Fréquent.
- **Chrysanthemum Leucanthemum* L. 1240, prairie, juin. Abondant.
- Tanacetum vulgare* L. 1262, lieux ouverts, août. Occasionnel.
- **Artemisia biennis* Willd. 1266, lieux ouverts, septembre. Fréquent.
- **Artemisia vulgaris* L. 1236, lieux ouverts, juillet. Fréquent.
- Erechtites hieracifolia* (L.) Raf. Vincent, été 1942.
- Senecio vulgaris* L. 1277, prairie, septembre. Occasionnel.
- **Arctium Lappa* L. Joyal & Rousseau 1499, lieux incultes, juillet 1964. Occasionnel.
- **Arctium minus* (Hill.) Bernh. 1284, prairie, août. Abondant.
- **Cirsium vulgare* (Savi) Tenore. 1254, lieux ouverts, août. 1271. Vincent, été 1942. Abondant.
- **Cirsium arvense* (L.) Scop. 1249, lieux ouverts, juillet. 1272. Vincent, été 1942. Fréquent.
- Cichorium Intybus* L. 1250, lieux ouverts, juillet. Fréquent.
- Leontodon autumnalis* L. 1270, prairie, septembre. Vincent, été 1942. Occasionnel.
- **Taraxacum officinale* Weber. 1237, prairie, mai. Abondant.
- **Sonchus arvensis* L. var. *arvensis*. 1247, prairie, juin. 1281. Fréquent.
- Sonchus arvensis* L. var. *glabrescens* Guenth., Grab & Wimm. 1280, rivage sud, septembre. Occasionnel.
- **Sonchus oleraceus* L. 1233, lieux ouverts, juin. 1242. Abondant.
- Lactuca Scariola* L. var. *Scariola*. 1259, lieux ouverts, août. Joyal & Rousseau 1509, lieux incultes, juillet 1964. Fréquent.
- Lactuca Scariola* L. var. *integrata* Gren. & Godr. Joyal & Rousseau 1510, lieux incultes, juillet 1964. Occasionnel.
- Prenanthes altissima* L. 1241, bois, juillet. 1275, bois, 2 septembre 1963. Fréquent.
- Hieracium aurantiacum* L. 1238, prairie, juin. Fréquent.

Discussion

Le très grand nombre d'espèces introduites à l'île des Soeurs soit 90 sur les 404 espèces récoltées, c'est-à-dire 22%, démontre bien que l'archipel d'Hochelaga est un carrefour de voies de pénétration où de nouvelles espèces telles *Kochia scoparia* (Cinq-Mars et Van Den Hende, 1969 ; C. Rousseau, 1968) tentent continuellement de s'implanter.

Selon Raymond (1950), la principale voie de migration serait la partie supérieure du fleuve Saint-Laurent, la seconde, la rivière Outaouais et la troisième, le Richelieu. C'est ainsi d'ailleurs qu'*Hydrocharis morsus-ranae* nous est apparu (Louis-Marie, 1962). Le port de Montréal est certainement lui aussi un facteur de premier plan, étant l'hôte de plusieurs transatlantiques et de trains qui viennent de l'ouest.

La région est de plus, située à la limite nord de l'aire de distribution de tant d'espèces que Raymond (*op. cit.*) la considère comme une limite naturelle. Les figures 1 et 2 illustrent la limite nord de quelques espèces trouvées sur l'île, telles que *Elymus villosus*, *Carex Sprengelii*, *Carex Grayii*, *Carya cordiformis*, *Celtis occidentalis*, *Epilobium hirsutum*, *Parietaria pensylvanica*. Expo 67 sur l'île Sainte-Hélène a dû faire disparaître l'une des stations les plus septentrionales de *Justicia americana*, *Elymus villosus* ainsi que *Verbena simplex* que je n'ai d'ailleurs pas retrouvé en 1963 sur l'île des Soeurs.

Cependant, je crois qu'avec le réchauffement graduel de température qui a été de 4°F en été et de 7°F en janvier depuis 1901 à Québec (Villeneuve, 1970), ces espèces les plus méridionales confinées au sud-ouest du Québec vont s'avancer avec l'augmentation des degrés-jours et que d'autres espèces viendront certainement s'ajouter à la flore québécoise.

L'île Sainte-Hélène située à quelques milles en aval, a été inventoriée par Rouleau (1946). Plusieurs éléments récoltés à l'île des Soeurs sont absents sur l'île Sainte-Hélène et parmi les plus intéressants :

<i>Aralia nudicaulis</i>	<i>Floerkea proser pinacoides</i>
<i>Aralia racemosa</i>	<i>Orobranche uniflora</i>
<i>Arisaema Dracontium</i>	<i>Physostegia virginiana</i>
<i>Carex Grayii</i>	<i>Pontederia cordata</i>
<i>Chenopodium Botrys</i>	<i>Sagittaria cuneata</i>
<i>Claytonia virginica</i>	<i>Gentiana Andrewsii</i>
<i>Decodon verticillatus</i>	<i>Myosotis laxa</i>
<i>Dicentra canadensis</i>	<i>Symplocarpus foetidus</i>
<i>Dicentra Cucullaria</i>	<i>Verbascum Blattaria</i>
<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Zizia aurea</i>

Malgré que la végétation de l'île Sainte-Hélène soit très dégradée, plusieurs des espèces récoltées n'ont pas été retrouvées à l'île des Soeurs. Entre autres:

<i>Angelica atropurpurea</i>	<i>Nepeta Cataria</i>
<i>Betula lutea</i>	<i>Physalis pruinosa</i>
<i>Betula papyrifera</i>	<i>Plantago Rugelii</i>
<i>Geranium Robertianum</i>	<i>Solidago juncea</i>
<i>Menispermum canadense</i>	<i>Thuja occidentalis</i>
<i>Typha latifolia</i>	

Il est intéressant de constater que plusieurs espèces récoltées antérieurement par des botanistes, n'ont pas été retracées en 1963. Un certain nombre a dû échapper à l'auteur mais la majorité a certainement disparu tel *Agrostemma Githago* récolté dans un champ de blé par Marie-Victorin en 1906. Les espèces suivantes récoltées par Rouleau en 1943 ou en 1944 n'ont pas été retrouvées:

<i>Acorus calamus</i>	<i>Hypericum virginicum</i>
<i>Andropogon Gerardi</i>	<i>Ilex verticillata</i>
<i>Aralia nudicaulis</i>	<i>Lathyrus palustris</i>
<i>Carex amphibola</i>	<i>Myrica Gale</i>
<i>Carex bromoides</i>	<i>Najas flexilis</i>
<i>Carex cephaloidea</i>	<i>Nymphaea odorata</i>
<i>Carex granularis</i>	<i>Osmunda cinnamomea</i>
<i>Carex stipata</i>	<i>Parietaria pensylvanica</i>
<i>Carex vesicaria</i>	<i>Polygonum coccineum</i>
<i>Cephalanthus occidentalis</i>	<i>Polystichum acrostichoides</i>
<i>Cerastium arvense</i>	<i>Potentilla palustris</i>
<i>Cinna latifolia</i>	<i>Rorippa sylvestris</i>
<i>Cyperus driandrus</i>	<i>Salix amygdaloides</i>
<i>Digitaria Ischaemum</i>	<i>Scutellaria parvula</i>
<i>Dulichium arundinaceum</i>	<i>Sporobolus asper</i>
<i>Epifagus virginiana</i>	<i>Trientalis borealis</i>
<i>Habenaria psychodes</i>	<i>Verbena simplex</i>
<i>Hepatica acutiloba</i>	

Il en est de même pour quelques espèces que Vincent récolta en 1942 :

<i>Acorus calamus</i>	<i>Helianthus decapeltatus</i>
<i>Aster cordifolius</i>	<i>Lycopus uniflorus</i>
<i>Bromus purgans</i>	<i>Polygonum Hydropiper</i>
<i>Cerastium vulgatum</i>	<i>Ranunculus reptans</i>
<i>Cyperus inflexus</i>	<i>Rubus canadensis</i>
<i>Erechtites hieracifolia</i>	<i>Solidago nemoralis</i>
<i>Galinsoga ciliata</i>	<i>Trifolium agrarium</i>

Il devient évident que la construction du pont Champlain sur la partie est de l'île a déjà fait disparaître un grand nombre d'espèces et si l'on excepte la majeure partie du rivage, on sent partout l'action de l'homme sur la végétation. Cependant, de par sa situation géographique, ce territoire possède une flore intéressante et des explorations ultérieures pourraient certainement apporter des éléments nouveaux.

Malheureusement, c'est encore un coin de l'archipel qui va disparaître, et il est extrêmement urgent d'entreprendre l'étude poussée de la flore des îles qui entourent Montréal avant que l'expansion urbaine n'ait fait disparaître les derniers habitats naturels et les espèces d'intérêt qu'on peut encore y découvrir. C'est d'ailleurs l'opinion qu'émettait Marie-Victorin dès 1922.

Lors de cette étude, l'urbanisation de l'île des Soeurs était un projet qui semblait lointain. Aujourd'hui, c'est une réalisation alors que les îles de Boucherville deviennent à leur tour un projet qui semble lui aussi lointain... et après, ce sera le tour de quelles îles ?

Remerciements

Je remercie le Dr Ernest Rouleau qui a dirigé ce travail et vérifié l'identification de mes spécimens. Merci aussi au Dr Jean R. Beaudry qui a bien voulu vérifier les *Solidago*, au frère Rolland Germain pour l'examen des *Poa* et à M. Marcel Raymond pour avoir identifié ou vérifié quelques *Carex*.

Je remercie enfin M. Camille Rousseau pour l'aide qu'il m'a apporté dans la préparation des cartes de distribution ainsi que M. Roger Gauthier pour ses conseils et encouragements continus.

Références

- CINQ-MARS L. et R. VAN DEN HENDE, 1969. *Kochia scoparia* (L.) Roth envahit le Québec. *Agriculture*, **26**.
- FERNALD, M.L., 1960. Gray's Manual of Botany, 8e Ed. American Book Co. N.Y., 1632p.
- LAJOIE, P. et R. BARIL, 1956. Les sols des îles de Montréal, Jésus et Bizard. *Min. Agr. Can.*, Ottawa. 89 p.
- LOUIS-MARIE, P., 1962. *Hydrocharis morsus-ranae* au Lac Saint-Pierre. *La revue d'Oka*, **81**.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1922. Esquisse systématique et écologique de la flore dendrologique d'une portion de la rive sud du Saint-Laurent, aux environs de Longueuil, P.Q. *Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal*, **1**: 33 p.
- MARIE-VICTORIN, FR., 1935. Flore Laurentienne. Imprimerie de La Salle, Montréal. 917 p.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jardin Bot. de Montréal*, **5**, 147p.
- ROULEAU, E., 1946. La florule de l'île Sainte-Hélène. *Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal*, **57**, 68p.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Naturaliste can.*, **95**: 49-169.
- SEXSMITH, J.J., 1965. Addition to the flora of Grosse Île, Québec. *Can. Field Nat.*, **79** (2): 106-112.
- VILLENEUVE, O., 1970. Fait-il plus chaud qu'à l'époque de nos grands-parents ? *Feuilleton météorologique, Min. Rich. Nat.*, **9** (3): 95-106.

EXPLORATION POUR LES GISEMENTS DE TACONITE MAGNÉTIQUE RENTABLES ET DE MINÉRAI DE FER ENRICHIS

*Nouvelles méthodes d'interprétation de relevés magnétiques,
aéroportés et au sol, dans la partie centrale de la fosse du Labrador*

MAURICE SEGUIN

Département de Géologie, Université Laval, Québec

Résumé

Une nouvelle méthode d'interprétation de relevés magnétiques mesurés au sol et aéroportés est appliquée. Une analyse du spectre d'énergie obtenu pour toute une région étudiée permet de diviser le spectre en deux composantes, soit la composante régionale et la composante résiduelle située plus près de la surface et aussi de calculer la profondeur moyenne de la source correspondant à chacune de ces composantes. Une interprétation judicieuse de l'analyse effectuée permet d'en arriver à des conclusions intéressantes tant au point de vue tectonique qu'économique de cette région de la partie centrale de la fosse du Labrador.

Abstract

Generally, the interpretation of magnetic surveys is based on the theory of potential approximated to a given model or dipole configuration. The present approach is entirely different; the interpretation is based on the resolution of magnetic sources located at different levels as observed on an energy spectrum. As magnetic masses located at greater depth depict a larger wavelength than those located near the surface, most of the energy related to the regional component will be concentrated in the low frequency range whereas the major part of the energy associated with the near surface component will be found in the higher frequency range. A separation of each of the components on the spectrum permits to average depth of each source. This idea is applied to ground and aeromagnetic surveys in the central part of the Labrador Trough. The economic and tectonic significance of this analysis are discussed.

Introduction

Des données magnétiques mesurées sur le terrain et à l'aide d'instrumentation aéroportée et interprétées à l'aide de méthodes habituelles ou classiques basées sur la théorie du potentiel Newtonien ont été réinterprétées à l'aide de méthodes nouvelles basées sur le spectre d'énergie ou le spectre de puissance d'une carte magnétique.

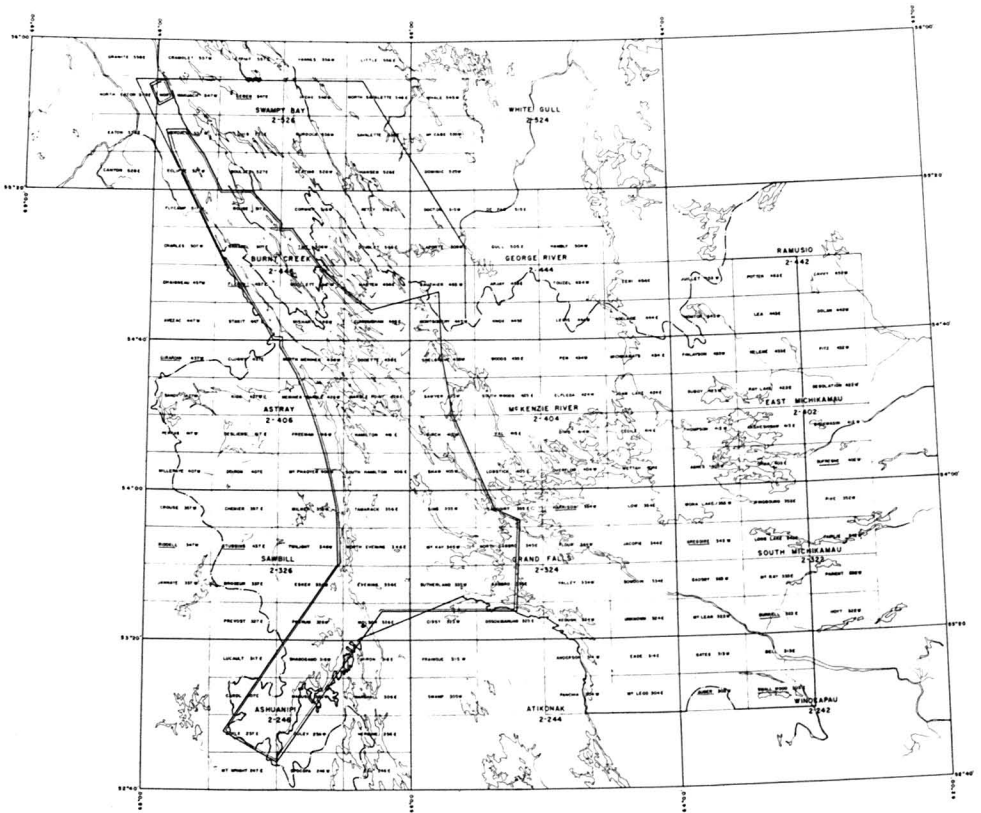


FIGURE 1. Distribution des relevés aéromagnétiques. Échelle : 65 milles = 1 pouce.

Une fois le spectre de puissance déterminé, plusieurs opérations peuvent être effectuées sur les données de base, telles que :

- 1 — La construction de filtres comparés qui permettent de séparer les effets régionaux et locaux de cartes magnétiques ou aéromagnétiques.
- 2 — La détermination de la profondeur moyenne du socle de base dans une région donnée.
- 3 — La continuation vers le bas des données magnétiques à des profondeurs proches du socle de base afin d'accroître la résolution d'anomalies faibles et de localiser plus nettement leur(s) cause(s).
- 4 — La continuation vers le haut des données magnétiques mesurées à terre afin de réduire les erreurs dues au bruit géologique, aux effets de terrain et aux données erratiques.

5 — L'identification de linéations sur les cartes magnétiques et aéromagnétiques.

Ces opérations ont l'avantage d'être effectuées rapidement à l'aide de calculatrices électroniques lorsque les données sont digitalisées.

Localisation

La figure 1 montre un index des cartes existantes à deux milles et demi au pouce du Nouveau-Québec et du Labrador pour la partie centrale de la fosse du Labrador. La région à l'intérieur du polygone central est couverte par des cartes aéromagnétiques à un demi mille au pouce. Les quadrangles qui nous intéressent plus spécialement sont ceux de Wishart, Fleming, Annabel et Wollett. La figure 2 est la carte aéromagnétique d'une partie des quatre quadrangles mentionnés plus haut. Le niveau de base employé est de 3200 gammas ici et la région étudiée se situe à l'intérieur du carré. Sur la figure 3, une carte

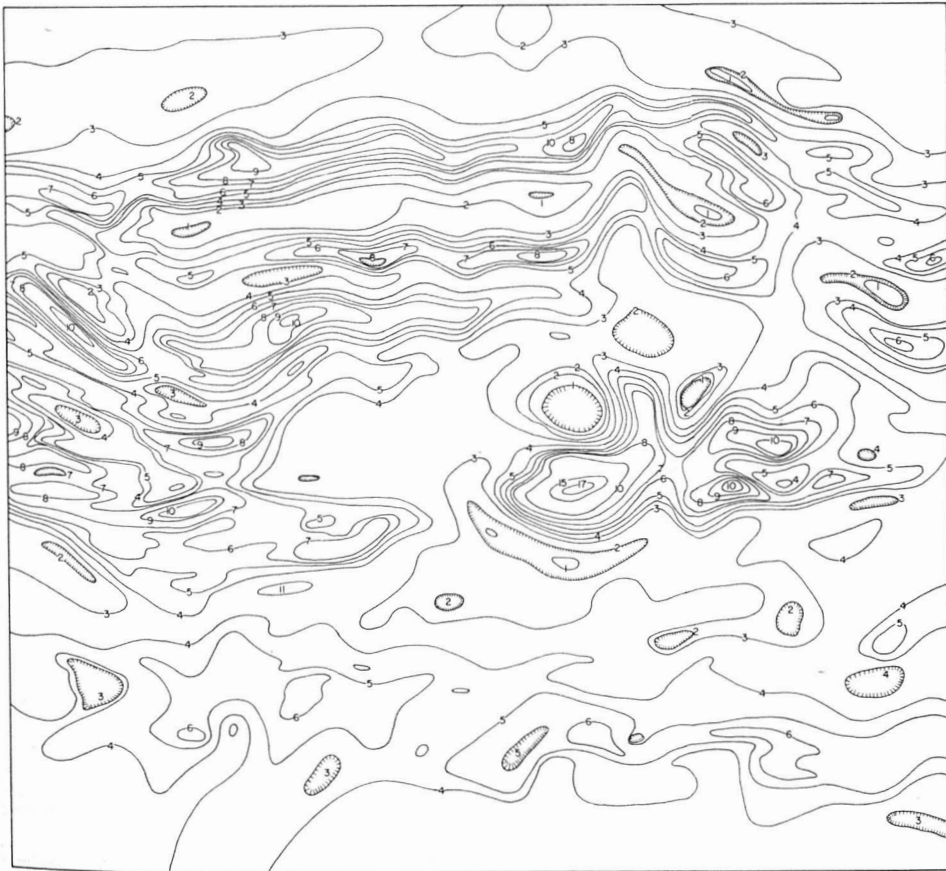


FIGURE 2. Carte aéromagnétique de la région étudiée. Échelle : 2 milles = 1 pouce.

TABLEAU I
GÉOLOGIE GÉNÉRALE
Formations géologiques de la région de Schefferville

CENO-ZOIQUE	Récent Pléistocène	Surface 0-150'	Sédiments récents Dépôts glaciaires (argile, sable et gravier)						
Discordance angulaire									
MESO-ZOIQUE	Crétacé supérieur	Redmond 0-300'	Moellons ferrifères, talus, argiles, argilite ferrugineuse, brèches et graviers consolidés.						
PROTERO-ZOIQUE	Montagnais	Intrusions, dykes de diabase							
Discordance									
	Série	Formation	Division	Horizon	Lithologie				
Kaniapiskau supérieur	Point	Menihék (+ 1000')	Supé- rieur	Cherts verts	Chert vert supé- rieur (ULC, 20-40')	Ardoises et schis- tes argileux noirs et gris, contenant du carbonate.			
					Chert vert ru- bané (BLC, 5-15')	Carbonates massifs et chert vert.			
					Grauwacke à magnétite (MG — 5-25')	Chert en lits min- ces et magnétite.			
					Chert vert infé- rieur (LLC, 5-25')	Bancs épais de si- licatis et magnéti- te, détritiques.			
				Kaniapiskau moyen	Ferriman	Sokoman (300-700')	Moyen	Chert gris supé- rieur (GUIF, 5-105')	Bancs épais, plutôt massifs, de chert ferrugineux.
								Chert Jaspôide supérieur (URC, 40-100')	Banc de chert métallique conte- nant du Jaspe et du carbonate.
								Chert gris (GC, 30-85')	Chert gris finement rubané.
								Chert rose (PC, 20-50')	Chert ferrugineux finement rubané.
								Chert Jaspôide (LRC, 10-40')	Banc de chert métallique finement rubané.
								Chert à silicates et carbonates (SCIF, 10-80')	Roche riche en fer et en silicates.
Kaniapiskau inférieur	Hamilton River	Ruth (20-100')	Infé- rieur	Gris inférieur (LG, 0-80')	Roche grise riche en silicates et oxydes de fer.				
		Wishart (WQ, 100-250')		Chert variant en couleur du noir au vert.					
		Fleming (CB, 0-400')		Chert associé à du Jaspe oolithi- que et à de l'hématite.					
		Denault (DD, 0-500')		Ardoise ferrugineuse et carbona- tée.					
		Attikama- gen (LS, 0-1000')		Ortho-quartzite variant de pur à ferrugineux.					
Discordance angulaire									
ARCHEEN	Complexe cristallin d'Ashuanipi... Gneiss granitique								

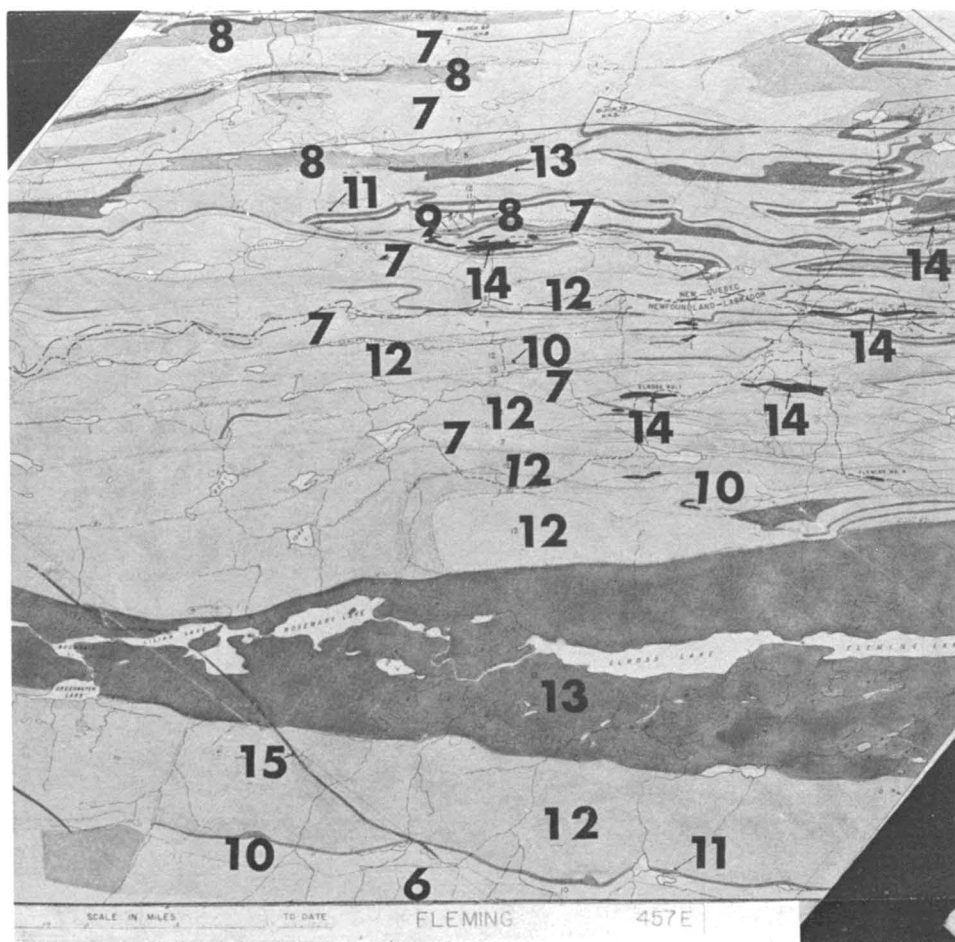


FIGURE 3. Carte géologique de la région étudiée. Échelle : 2 milles = 1 pouce.

géologique de la région de Fleming fait voir les unités lithologiques les plus importantes : en 6 on a le socle archéen, en 7 l'ardoise d'Attikamagen, en 8 la dolomie de Denault, en 9 la brèche de Chert, en 10 le quartzite de Wishart, en 11 l'ardoise de Ruth, en 12 les formations de fer, en 14 les dépôts de minéral de fer enrichi, en 13 l'ardoise de Menihek et en 15 les dykes de diabase. Le tableau I montre la succession des formations telle qu'établie par Seguin (1963) et modifiée d'après Dufresne (1952). La figure 5 est une carte index à quatre milles au pouce qui se situe à l'intérieur du grand carré de la carte aéromagnétique à être analysée et à l'intérieur des deux petits rectangles les cartes magnétiques mesurées au sol. La digitalisation des données aéromagnétiques s'est effectuée à intervalles de quart de mille dans les deux directions.

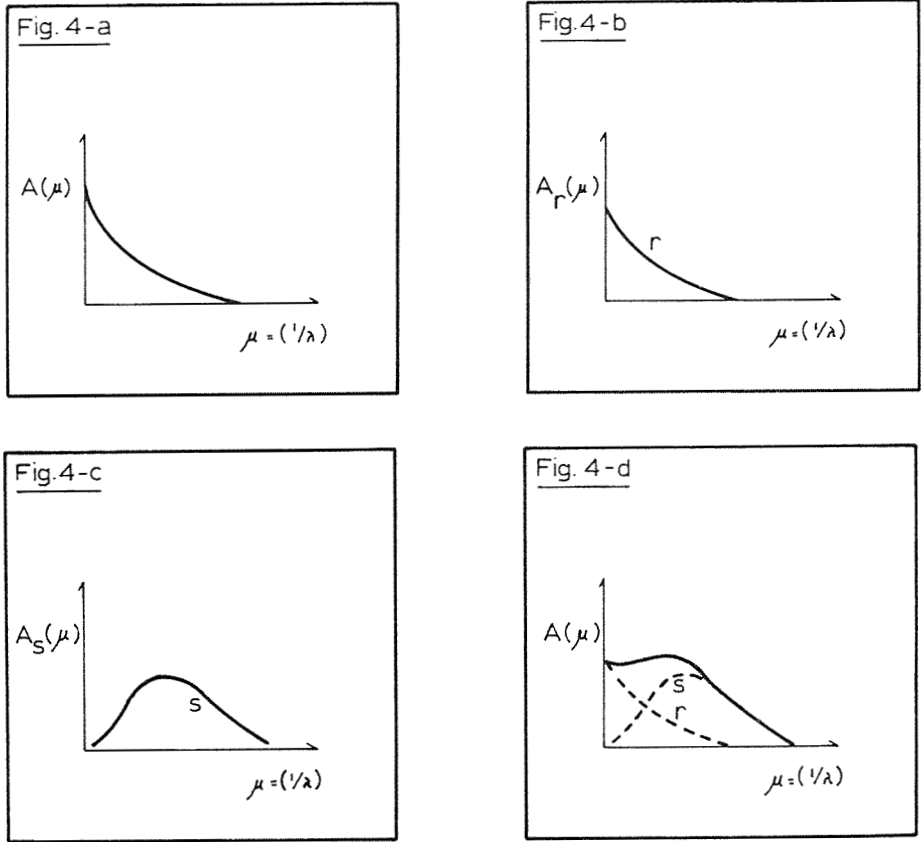


FIGURE 4. Résolution des spectres d'énergie.

Technique d'interprétation

Une analyse spectrale de la carte aéromagnétique à l'aide de transformée de Fourier permet d'établir un spectre d'énergie. En effet, si l'on suppose une anomalie causée par le champ total d'un prisme magnétique d'intensité I et de susceptibilité K (on peut aussi considérer la composante verticale du champ), cette anomalie peut être conçue comme la superposition d'une série d'ondes sinusoïdales, chaque onde ayant une amplitude "A" et une longueur d'onde " λ " en milles. Le spectre de l'anomalie devient simplement un graphique de l'amplitude "A" de l'onde vs l'inverse de la longueur d'onde $u = 1/\lambda$ ou fréquence en cycles par mille pour toute une série d'ondes de différentes amplitudes et longueurs d'onde. Le spectre de Fourier est indiqué sur la figure 4-A.

Les séries de Fourier en deux dimensions se réduisent à une intégrale de Fourier du type :

$$\Delta Z(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta Z(x, y) * e^{-2\pi i (fx \cdot x + fy \cdot y)} dx dy e^{2\pi i (fx \cdot x + fy \cdot y)} dfx dfy$$

Le produit de

$$\Delta Z = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta Z(x, y) e^{-2\pi i (fx \cdot x + fy \cdot y)} dx dy$$

par le complexe conjugué “ ΔZ^* ” donne la fonction de densité du spectre d’énergie ou simplement la densité d’énergie. Un graphique de la densité d’énergie “E” versus les fréquences “fx” et “fy” s’appelle le spectre d’énergie.

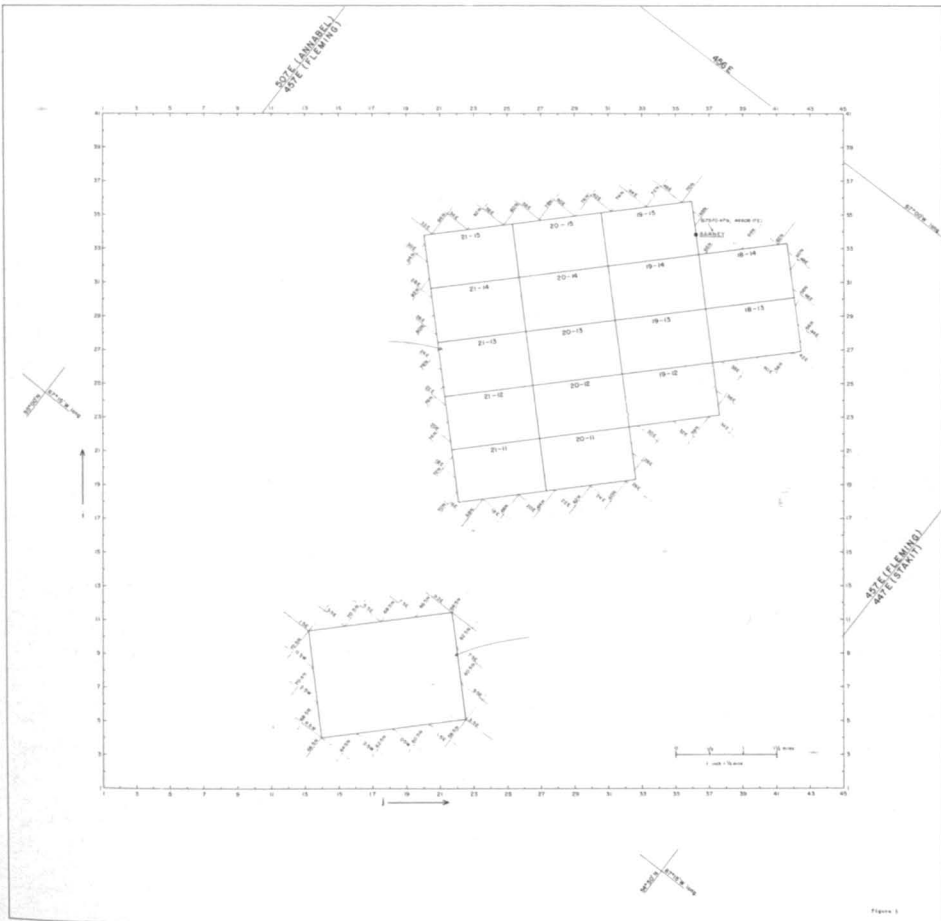


FIGURE 5. Carte index. Région des lacs Rosemarie et Elross. Quadrangles du lac Triangle et de la rivière Howell.

Des anomalies magnétiques qui ont leur source à grande profondeur auront une longueur d'onde plus grande et donc une plus petite fréquence (figure 4-B), tandis que celles qui ont leur source près de la surface auront une plus grande fréquence (figure 4-C) ; en général, une carte (aéro) magnétique contient les effets des sources à grande profondeur et en surface. Les contributions spectrales des deux sources "A_r" et "A_s" sont additionnées dans les spectres et on obtient $A(u) = A_r(u) + A_s(u)$ (figure 4-D).

En pratique cependant, on obtient "A(u)" et on veut séparer "A_s(u)" à basse fréquence de "A_r(u)" à plus haute fréquence. Une analyse de "A_r(u)" dans la haute fréquence du spectre donne suffisamment d'information pour définir "A_s(u)" mathématiquement et le soustraire du spectre "A(u)". Dans cette analyse les profondeurs moyennes des deux systèmes de source peuvent être calculées.

$$A(u) = A_r(u) + A_s(u) = A_r(u) \left(1 + \frac{A_s(u)}{A_r(u)} \right)$$

Si l'on multiplie le spectre par la fonction $W(u) = \left(1 + \frac{A_s(u)}{A_r(u)} \right)^{-1}$ on peut filtrer la contribution du spectre de basse fréquence en surface.

La forme du spectre est en partie déterminée par la profondeur d'enfouissement du prisme magnétique et en partie par son étendue latérale. Si l'on néglige l'effet de surfaces latérales finies, un ajustement de la méthode des moindres carrés du spectre d'énergie exprimé sous forme logarithmique

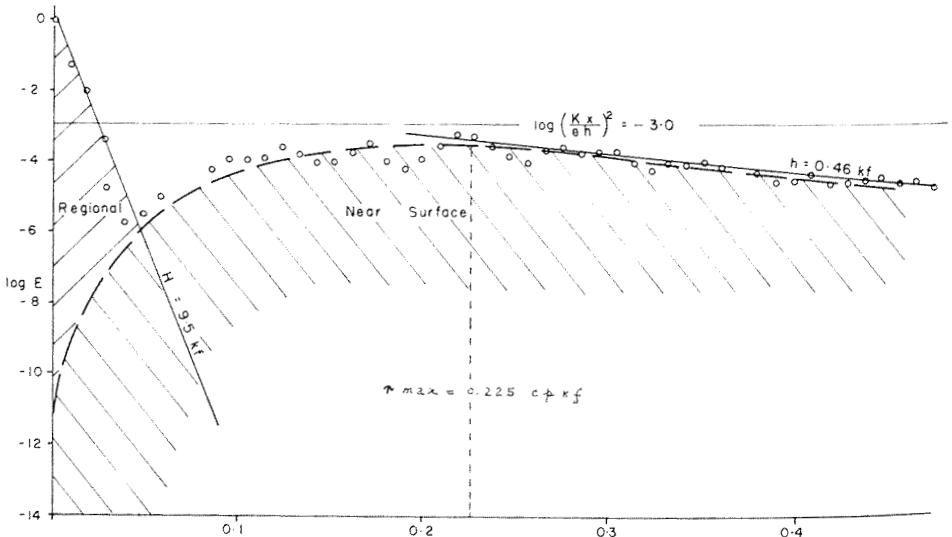


FIGURE 6. Région des lacs Rosemarie et Elross. Spectre d'énergie logarithmique.

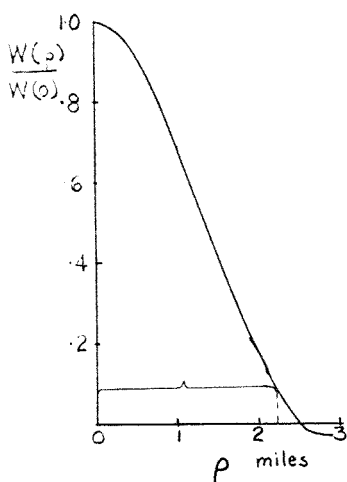


FIGURE 7. Lacs Rosemarie et Elross — Fonction de poids. Séparation du régional. Largeur effective de la zone en bordure de la carte magnétique = 2 milles.

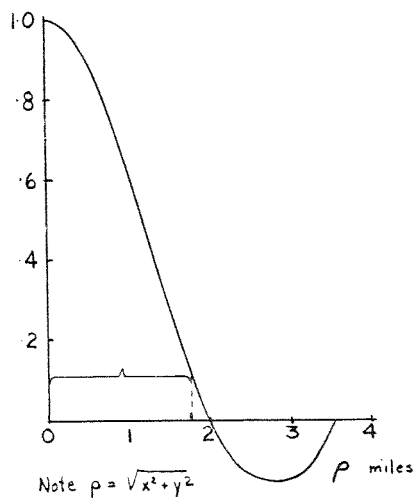


FIGURE 9. Lacs Rosemarie et Elross — Fonction de poids. Séparation du régional et prolongement vers le bas à 1 mille.

à un cône autour de l'origine et s'étendant à un rayon d'environ un cycle par mille permettra d'estimer la profondeur "H" de la source la plus profonde.

Interprétation du relevé aéromagnétique de la région des lacs Rosemary-Elross

Le spectre d'énergie de la carte aéromagnétique de la région des lacs Rosemary et Elross calculé sous forme logarithmique est montré en figure 6. Ce spectre fait voir de façon très claire la contribution de deux systèmes de source. Le premier système situé en surface a une profondeur moyenne de 460 pieds qui correspond à peu près à la hauteur de vol et le second système situé à une profondeur moyenne "H" de 9500 pieds semble être causé par un type de roche basique sous-jacente au socle granitique archéen. Un filtre comparé a été calculé à l'aide de ce spectre afin de séparer la composante régionale. Un profil de la fonction employé pour résoudre et séparer la composante régionale de la composante totale du spectre apparaît en figure 7. À l'aide de méthodes de convolution ou de réjection de fréquence, il est possible de séparer les contributions d'anomalies causées par des sources en surface et celles en profondeur. Le spectre d'énergie causé par une ou des sources près de la surface est séparé du spectre total dans le domaine des fréquences. Le rôle de la fonction (de poids) ici employée consiste à séparer dans le domaine de l'espace, cette fois, les anomalies ayant leur source en

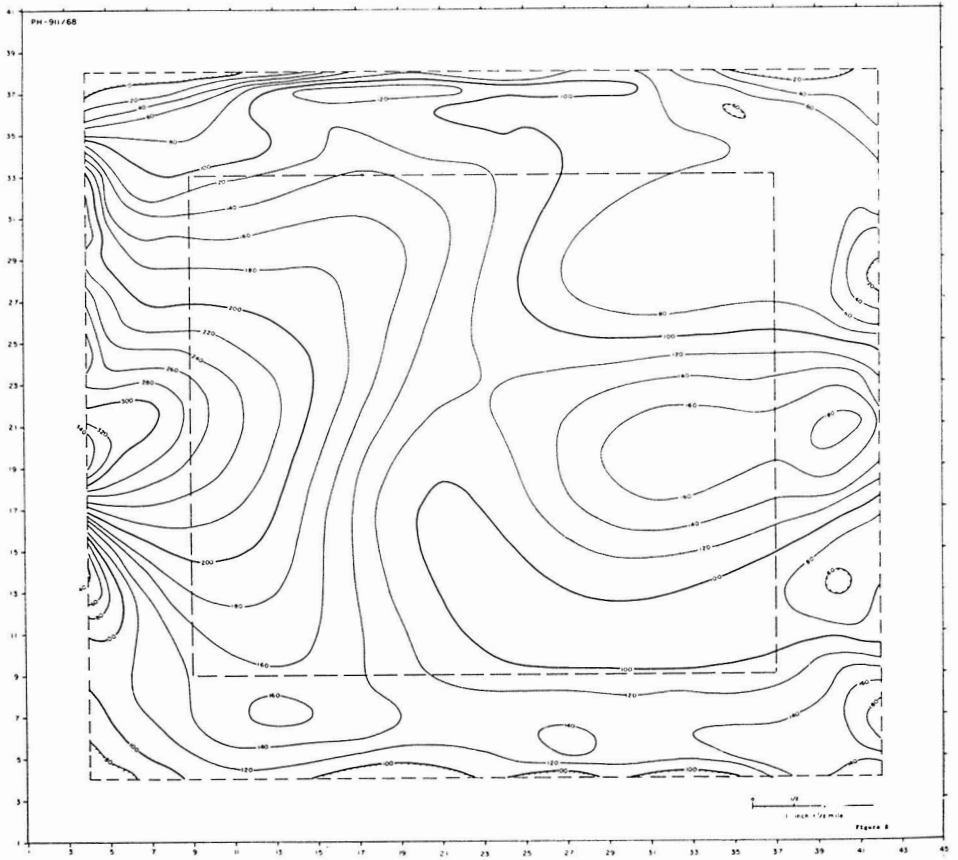


FIGURE 8. Région des lacs Rosemarie et Elross. Composante régionale du champ magnétique. Intervalle de contour : 200 gammas. 3½ milles = 1 pouce.

surface sur la carte aéromagnétique. Cette fonction a ici une largeur effective de deux milles et un quart. Les valeurs des lignes de contour exprimées en gammas doivent être multipliées par 10. La composante régionale de la carte aéromagnétique de la même région est montrée en figure 8. Cette composante n'est valide qu'à l'intérieur du rectangle interne. Un changement d'orientation des anomalies est évident au centre de la carte. Ce changement apparaît être dû à différentes sources magnétiques dans le socle archéen. Le contraste peut être causé par une variation de susceptibilité magnétique résultant de deux formations géologiques en contact ou d'un patron structural ou des deux ensemble.

À cause de la location relativement profonde de la source magnétique dans le socle archéen, le degré de résolution des anomalies sur cette carte n'est pas suffisamment évident pour arriver à une interprétation structurale définitive et

correcte. Pour cette raison, une extension vers le bas de la composante régionale à une profondeur de un mille a été exécutée. La figure 9 fait voir un profil de la fonction de poids employée pour la séparation de la composante régionale et l'extension vers le bas à une profondeur de un mille. La figure 10 montre la carte de la composante régionale de la même surface après que l'extension vers le bas a été effectuée. Le degré de résolution est de beaucoup accru et les patrons structuraux peuvent être interprétés plus facilement. Deux grandes anomalies régionales ayant des amplitudes respectives de 3000 et 4000 gammas caractérisent cette carte. À cause des gradients abrupts observés sur les flancs de ces anomalies, un système de trois failles semble une interprétation adéquate. De plus un "bas" magnétique ayant une amplitude moyenne de 500 gammas peut aussi correspondre à un patron structural. L'interprétation géologique de la composante régionale prolongée vers le "bas" est montrée sur la figure 11. Les trois failles sont interprétées comme un système de failles normales ou de gravité. L'anomalie au voisinage de la faille 1

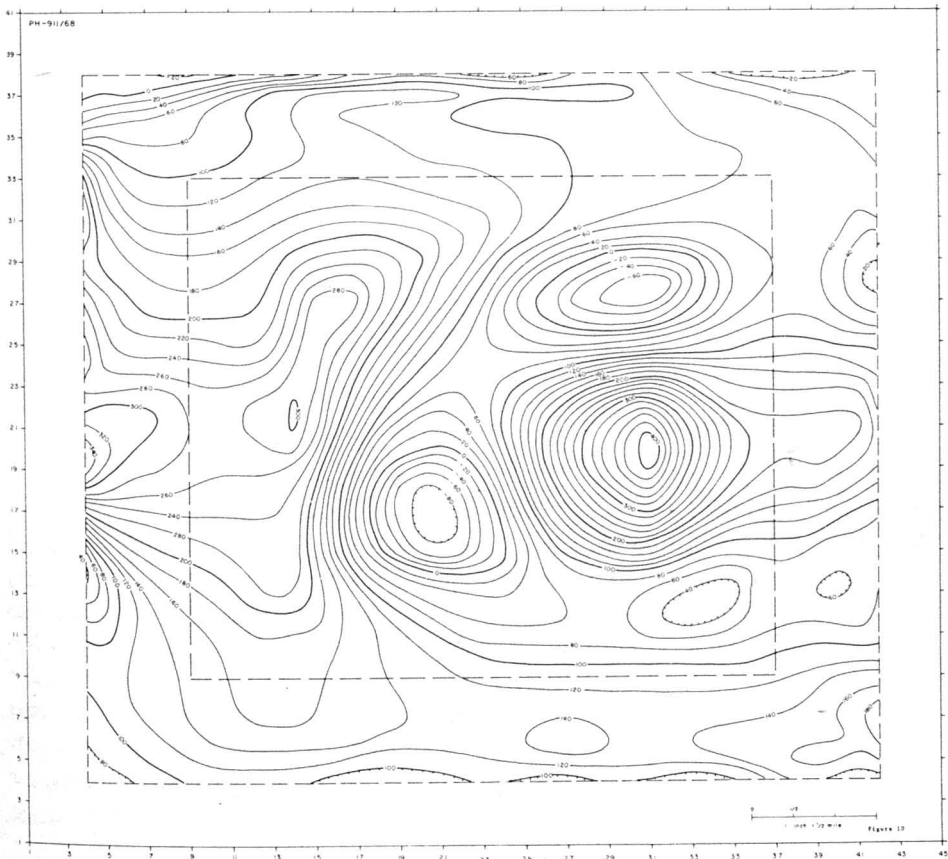


FIGURE 10. Région des lacs Rosemarie et Elross. Composante régionale du champ magnétique. Prolongé vers le bas à un mille. Intervalle de contour : 200 gammas. Échelle : 3½ milles : 1 pouce.

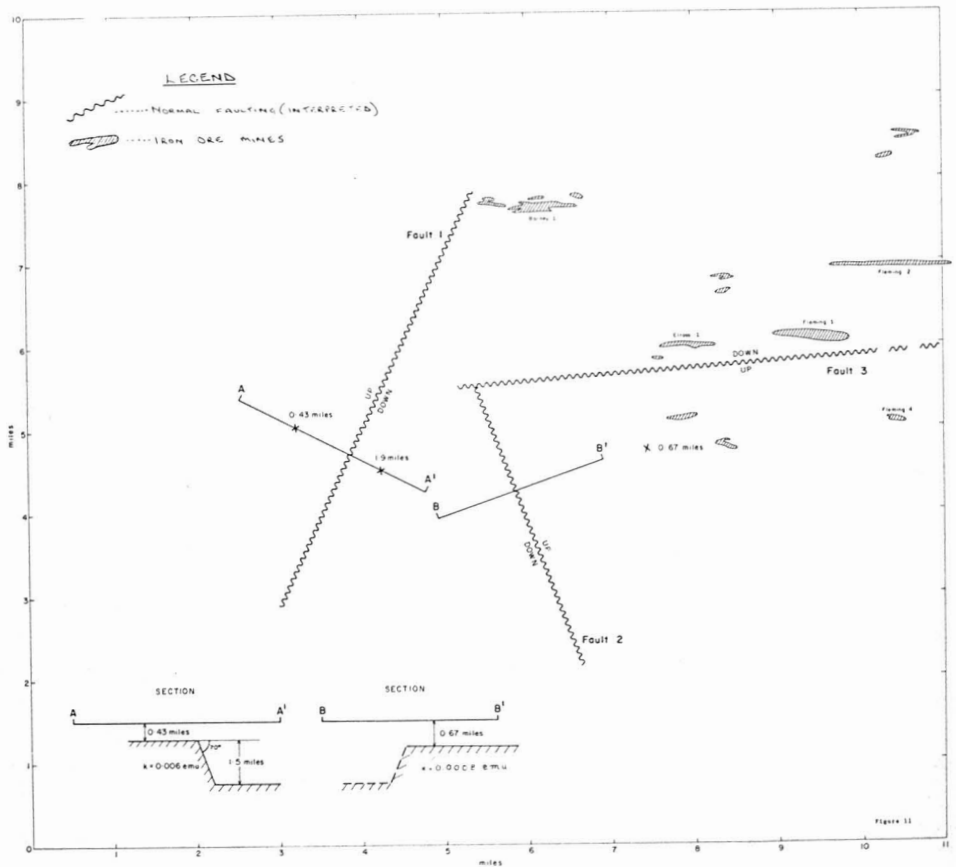


FIGURE 11. Région des lacs Rosemarie-Elross. Interprétation de la composante régionale du champ magnétique.

semble indiquer une zone de failles. Le pendage de cette faille a été calculé à 70° vers le sud. Les failles 1 et 2 suggèrent une structure de graben. Le degré de certitude de l'interprétation de la faille 1 est accru par le fait que cette faille coïncide avec une faille normale cartographiée géologiquement dans le socle archéen. Le point saillant de cette interprétation est sans doute l'indication que les failles normales sont associées à des gisements de fer enrichis. Le "bas" magnétique d'une amplitude de 500 gammas correspond à une dépression dans l'ardoise de Menihék centrée sur la rivière Howell. Ce "bas" peut représenter une faille de gravité mais avec un déplacement vertical moins accentué parce que le gradient n'est pas aussi prononcé que dans le cas des trois autres failles.

La figure 12 montre la composante résiduelle ou près de la surface du relevé aéromagnétique de la même région. Cette composante a été obtenue en soustrayant l'amplitude mesurée de la composante verticale du champ magné-

tique de la carte aéromagnétique (figure 2) de la composante régionale (figure 10). Quelques anomalies résiduelles positives apparaissent sur cette figure (12).

Une étude statistique a montré de façon très nette que l'amplitude moyenne de la composante résiduelle représente les deux tiers de l'amplitude moyenne du champ aéromagnétique mesuré. De ceci, on peut conclure que dans plusieurs cas où le relief topographique est moyen ou négligeable, une étude des cartes aéromagnétiques par une méthode conventionnelle est suffisante pour l'interprétation des formations de fer susceptibles de délimiter une taconite magnétique rentable ou du minerai de fer enrichi. Par contre, les cartes magnétiques résiduelles obtenues par l'analyse du spectre d'énergie permettent peut-être d'obtenir une identification plus précise des linéations des anomalies que celles obtenues par les méthodes conventionnelles. Ceci est très important lorsque l'on recherche, par exemple, une zone de minerai de fer enrichi de très

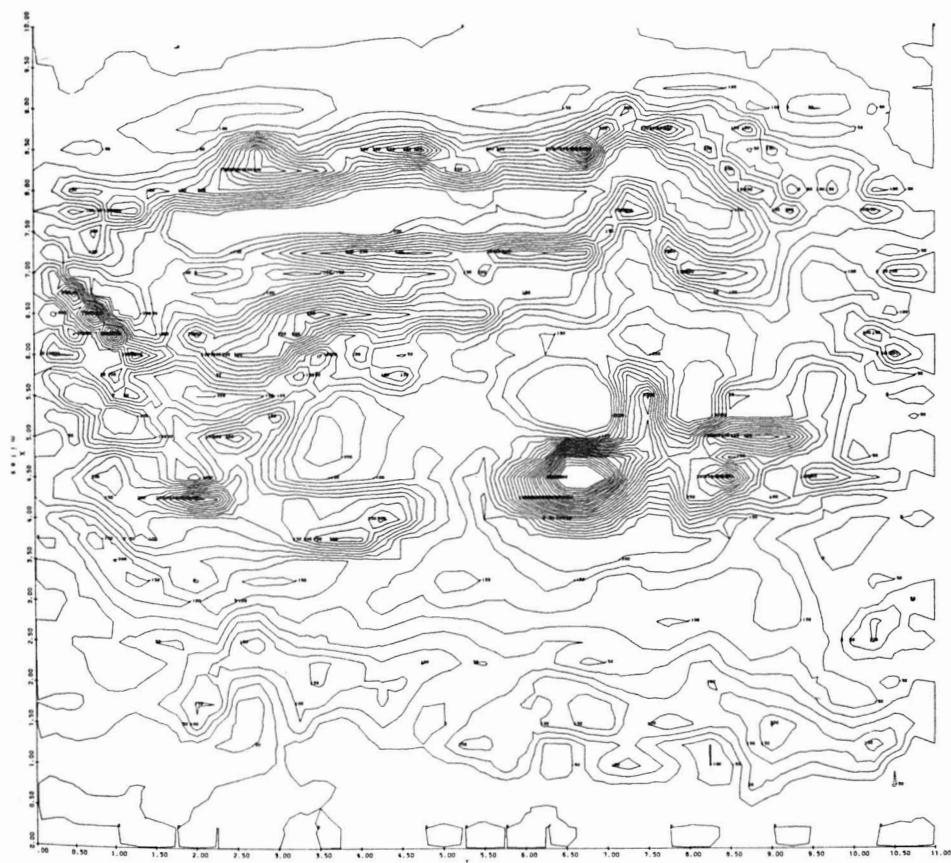


FIGURE 12. Région des lacs Rosemarie-Elross. Composante résiduelle du champ aéromagnétique.

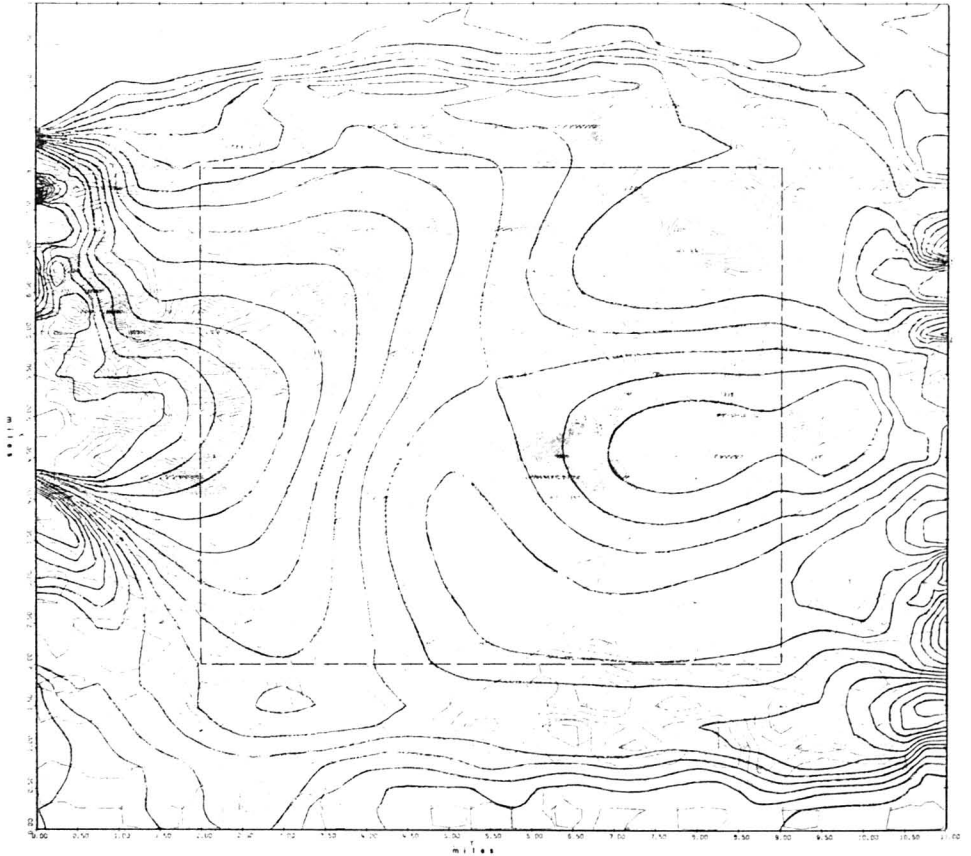


FIGURE 13. Région des lacs Rosemarie-Hross. Composantes régionale et résiduelle.

faible susceptibilité magnétique sur une linéation discontinue. Les gisements de minerai enrichi sont généralement localisés sur les flancs des anomalies résiduelles ou dans les "bas" magnétiques situées entre les "hauts" mais suivant une même linéation. L'intensité moyenne de la composante résiduelle s'établit à -400 gammas sur les dépôts de minerai de fer enrichi dans la région étudiée. La figure 13 fait voir simplement la superposition des composantes régionales et résiduelles; fait à noter, les anomalies régionales ne sont pas toujours, mais très souvent localisées au même endroit que les anomalies résiduelles.

Interprétation du relevé magnétique mesuré au sol dans la région du lac Triangle

La figure 14 montre la localisation des lignes magnétiques dans la région du lac Triangle. Des lectures ont été prises au niveau du sol à intervalles de

100 pieds. Deux quadrangles ont été choisis pour arriver à une courbe du spectre de fréquence de la carte magnétique de la région étudiée. Le quadrangle "A" est limité par les lignes 1 et 10 et le quadrangle "B" par les lignes 29 et 42. Sur la figure 15 apparaît le spectre d'énergie exprimé sous forme logarithmique de la région A et en figure 16, celui de la région B. La profondeur moyenne de la composante de la source de surface est de 50 pieds dans la région A et de 60 pieds dans la région B tandis que la profondeur moyenne de

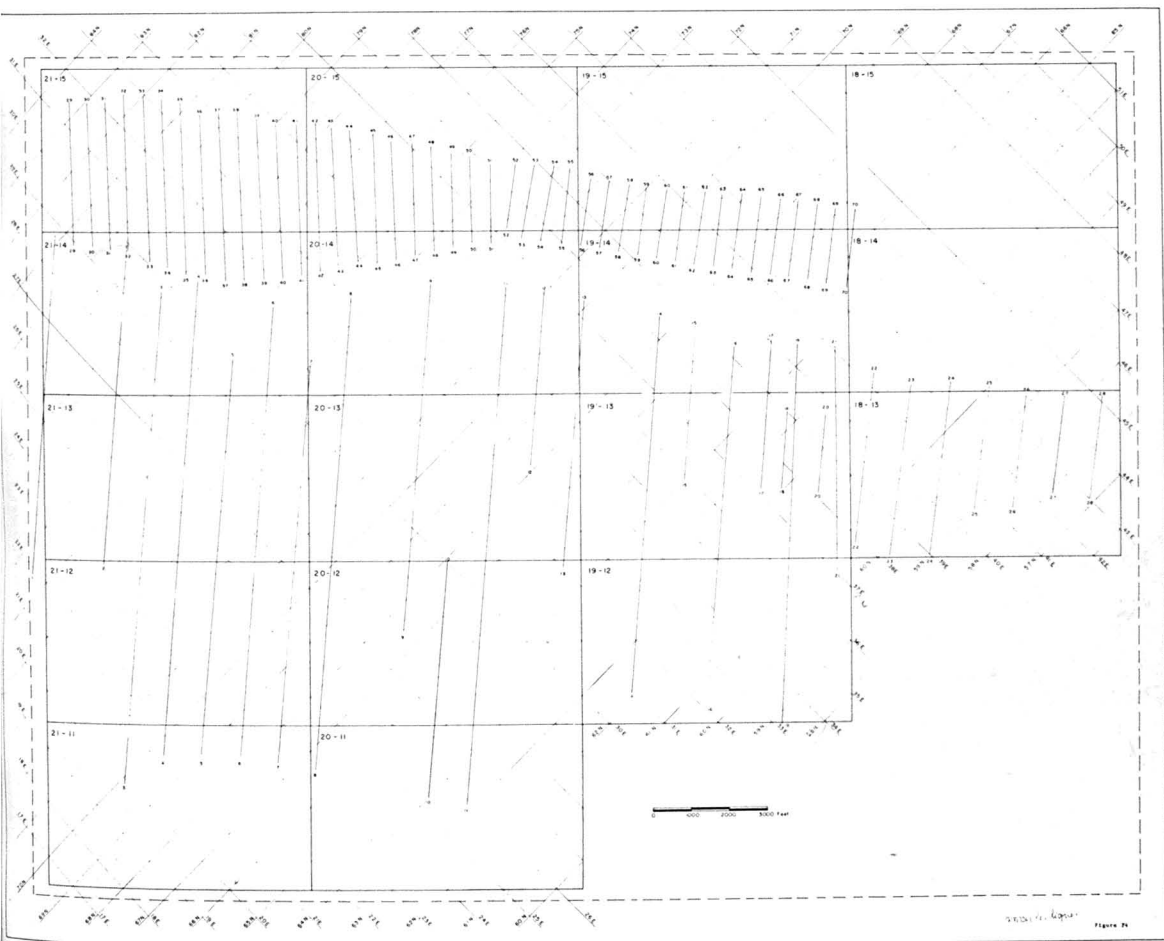


FIGURE 14. Lac Triangle. Relevé magnétique à terre. Séparation des stations : 100 pieds.
Échelle : 7,000 pieds : 1 pouce.

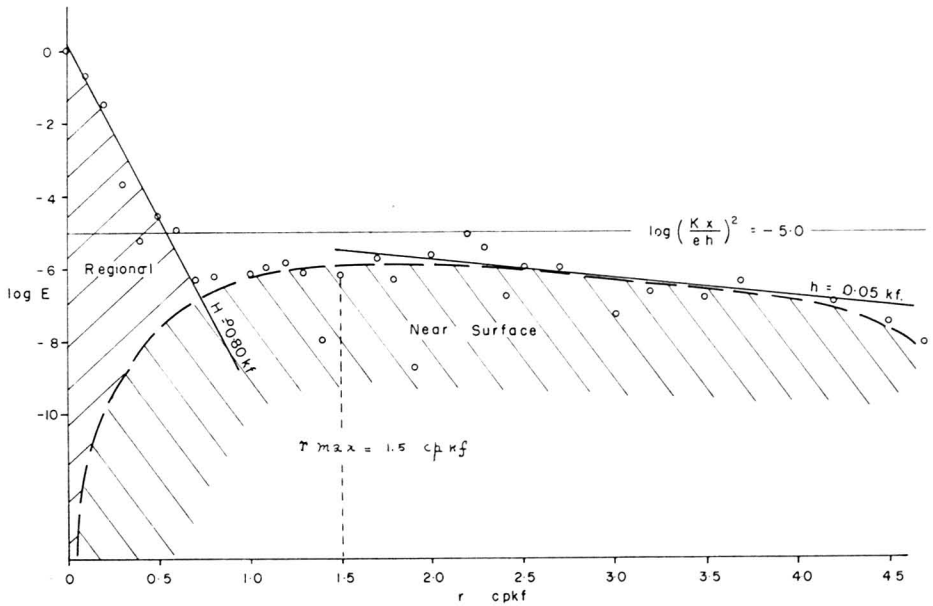


FIGURE 15. Lac Triangle — région A. Spectre d'énergie logarithmique.

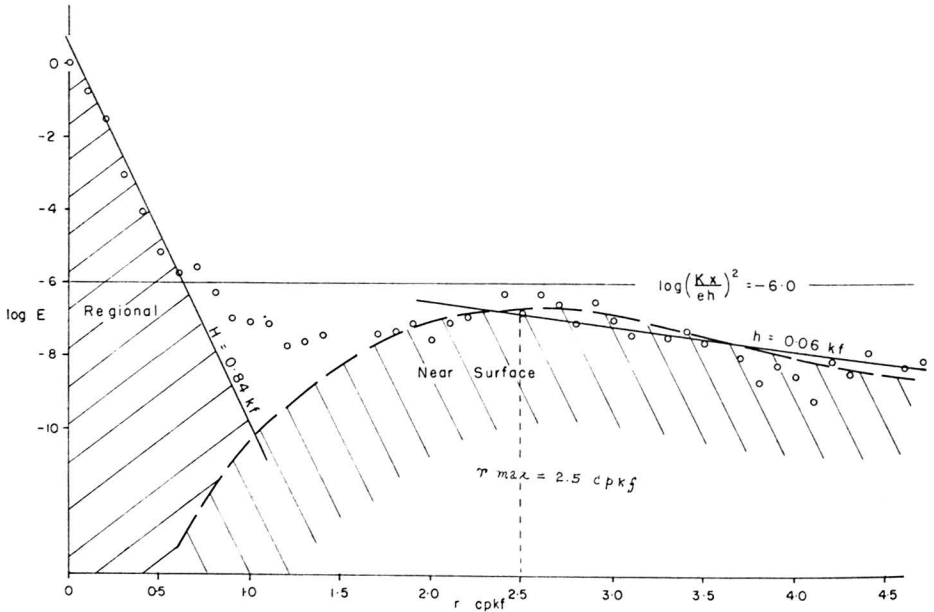


FIGURE 16. Lac Triangle — région B. Spectre d'énergie logarithmique.

la composante régionale est de 800 pieds dans la surface A et de 840 dans la surface B. Le centre de la surface A est montré en 1 et celui de la surface B en 2. Si la différence de profondeur entre ces deux centres est significative, le gra-

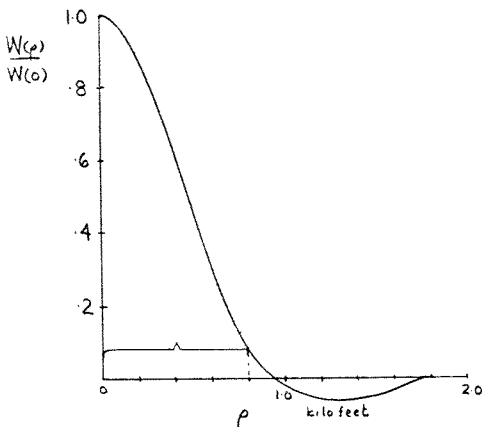


FIGURE 17. Lac Triangle — Fonction de poids. — Séparation du régional.

dient du pôle magnétique supérieur est de l'ordre de un pied suivant la verticale et vers le bas par 1000 pieds de distance horizontale en direction du nord-est, tandis que le gradient du pôle inférieur est de l'ordre de quatre pieds suivant la verticale par 1000 pieds horizontaux et dans la même direction. Cet épaissement des formations de fer n'est pas nécessairement dû à un changement de leur vraie épaisseur mais il est sans doute dû à des effets de failles et de plis de formation de fer.

Une cartographie géologique détaillée de la région a été effectuée en 1969 et l'épaisseur moyenne des formations de fer est de l'ordre de 450 pieds. Comme la profondeur moyenne du dipôle magnétique inférieur se situe à environ 800 pieds, un enfouissement des formations de fer de l'ordre de 350 pieds s'est produit au cours des procédés de faillage et de plissement.

Un profil de la fonction de poids employée pour la résolution de la composante régionale est présentée en figure 17. La largeur effective est de 800 pieds à l'intérieur des limites du relevé. La composante régionale sous forme de profils est montrée en figure 18. Trois anomalies positives sont évidentes sur cette carte. L'anomalie no 1 s'étend de la ligne 1 à la ligne 13 et possède une très grande amplitude qui passe de 10,000 gammas à la ligne 1 à 2,000 gammas à la ligne 13. L'anomalie no 2 est située à quelques 3000 à 4000 pieds plus à l'ouest et s'étend de la ligne 1 à la ligne 17. Enfin, les lignes 61 à 70 sont caractérisées par une petite anomalie régionale no 3. Un "bas" magnétique de la composante régionale situé entre les anomalies no 1 et no 3 semble indiquer assez clairement la présence d'une faille ou d'une zone de failles en F.

Toutes les anomalies régionales positives coïncident avec la composante de la source magnétique près de la surface et il est plus que vraisemblable que

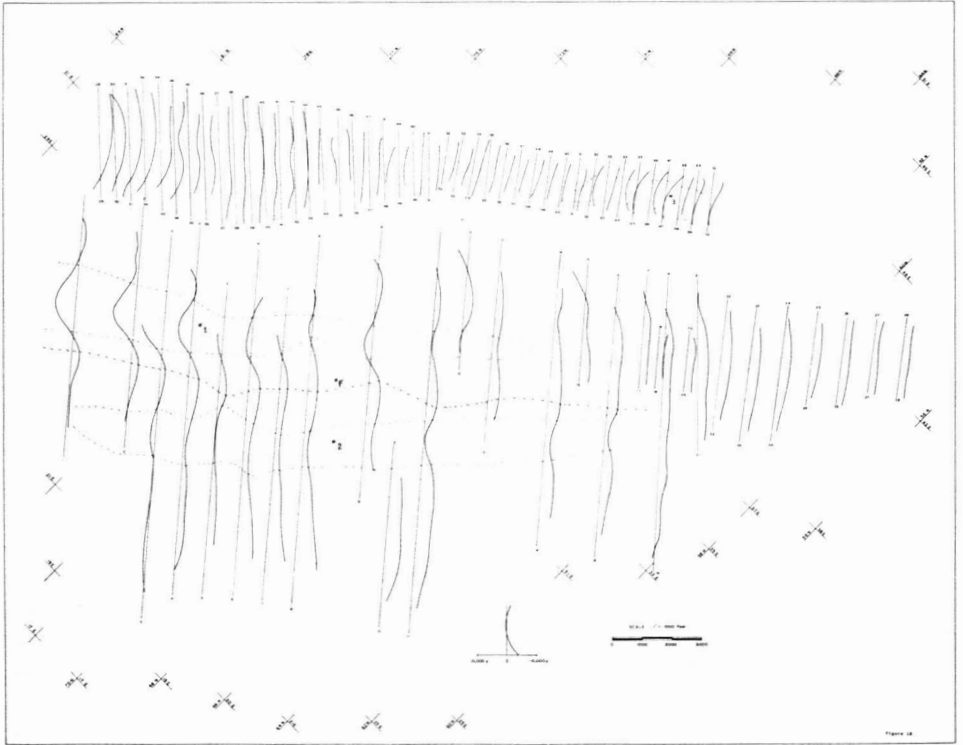


FIGURE 18. Région du lac Triangle. Composante régionale du champ magnétique. Échelle: 7,000 pieds: 1 pouce.

la composante en surface ait influencé passablement la composante régionale. La seule solution à ce problème consiste à effectuer une extension vers le bas à 800 ou 1000 pieds de profondeur et à comparer les anomalies de cette nouvelle carte avec celles de la précédente. Ceci n'a pu être fait parce que la largeur effective en bordure de la carte devient très grande lorsque la séparation de la composante régionale et l'extension vers le bas sont appliquées.

La figure 19 représente le champ magnétique régional du relevé aéromagnétique avec extension vers le bas à une profondeur d'un mille. Cette carte est un grossissement de trois milles et demi au pouce à 7000 pieds au pouce de la figure 10. Le "bas" magnétique de la figure 19 est la caractéristique prédominante. Cette anomalie est interprétée comme une faille en F qui s'oriente de façon plus ou moins parallèle à celle de la figure 18. Dans la partie centrale et vers le sud-ouest, il existe un déplacement horizontal relatif moyen de l'ordre de 1200 pieds pour une différence de hauteur de 5280 pieds. La faille en F a donc un pendage approximatif de 73° vers le nord avec un déplacement relatif du bloc nord et qui descend par rapport au bloc sud-ouest, donc faille normale.

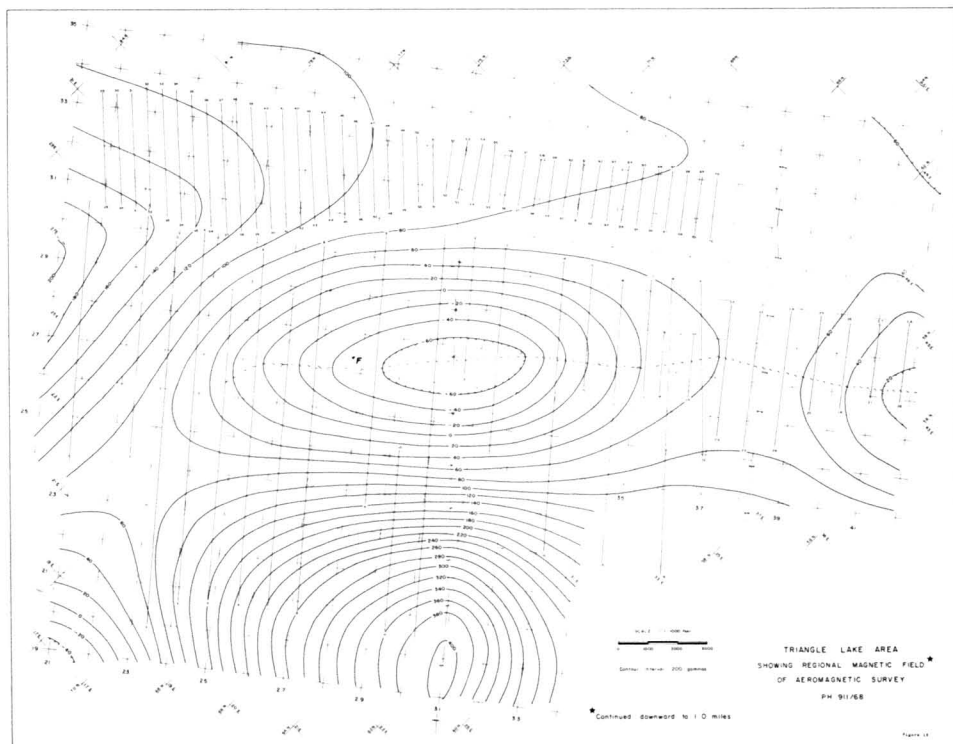


FIGURE 19. Région du lac Triangle. Composante régionale du champ magnétique. Prolongée vers le bas à un mille à partir des données du relevé aéromagnétique. Intervalle de contour : 200 gammas. Échelle : 7,000 pieds : 1 pouce.

La forme elliptique de l'anomalie positive d'une amplitude de 4000 gammas qui se situe à l'emplacement du mont Irony peut être causée par une racine due à la répétition de plis et de failles dans les formations de fer sous cette montagne ou par un petit stock au niveau du socle granitique d'une roche basique ayant une grande susceptibilité magnétique. Dans le premier cas qui semble plus probable, on aurait ici l'expression d'une structure en travers de type synforme. A une telle structure correspond généralement une structure antiforme qui semble en fait se dessiner le long de la ligne 23. Il apparaît donc que l'harmonique principale des plis en travers dans le socle archéen à une profondeur d'environ un mille ont une longueur d'onde moyenne de quelque 4 à 5 milles. La figure 20 fait voir la composante de la source magnétique près de la surface du relevé magnétique au sol dans la région du lac Triangle. Les profils de cette carte sont obtenus en soustrayant l'amplitude de la composante verticale du champ magnétique mesuré de la composante régionale (figure 18). Une bonne interprétation de cette carte permet de découvrir avec l'aide d'autres relevés géophysiques, les gisements de taconite magnétique et de minéral de fer enrichi. La composante de la source magnétique près de la surface du relevé

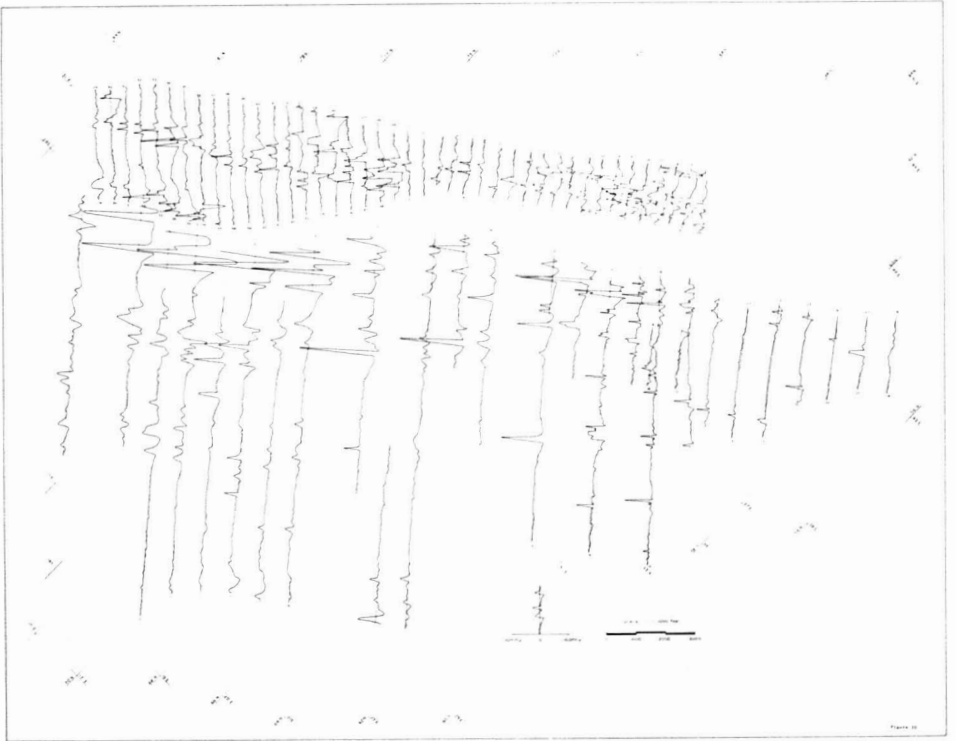


FIGURE 20. Région du lac Triangle. Composante dont la source est située près de la surface.
Échelle : 7,000 pieds : 1 pouce.

aéromagnétique apparaît sur la carte de contour de la figure 21. Cette carte est très difficile à interpréter. Il ne semble pas y avoir de corrélation avec la composante de surface du relevé magnétique effectué au sol et pas beaucoup avec la composante régionale du même relevé excepté peut-être pour les anomalies localisées dans la partie nord ouest de la carte et dont la source a été estimée à 800 pieds de la surface.

Interprétation du relevé magnétique mesuré au sol dans la région de la rivière Howell

Ce relevé magnétique mesuré à la surface du sol comprend 26 lignes parallèles séparées par un intervalle de 400 pieds. Les données ont été digitalisées à des espacements de 100 pieds en unités de 10 gammas. Le spectre d'énergie sous forme logarithmique est montré en figure 22. La profondeur de la source magnétique près de la surface a été estimée à environ 70 pieds. Ceci semble représenter la partie supérieure du dipôle magnétique. Le dipôle inférieur est localisé à une profondeur moyenne de 400 pieds ce qui signifie que

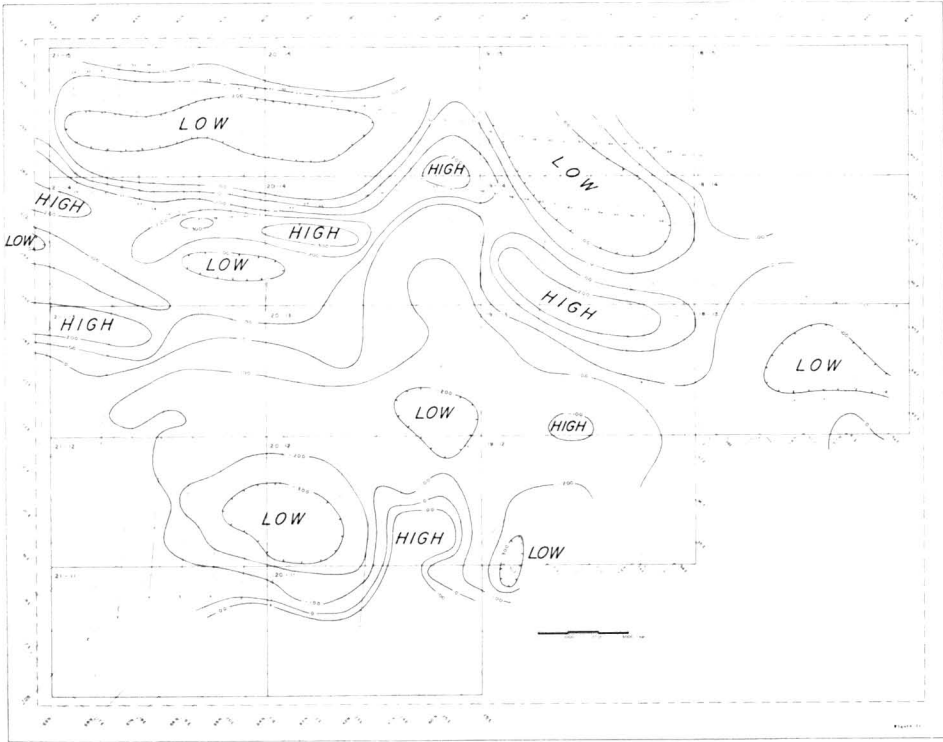


FIGURE 21. Région du lac Triangle. Composante dont la source est située près de la surface du relevé aéromagnétique. Intervalle de contour : 1,000 gammas. Échelle : 7,000 pieds : 1 pouce.

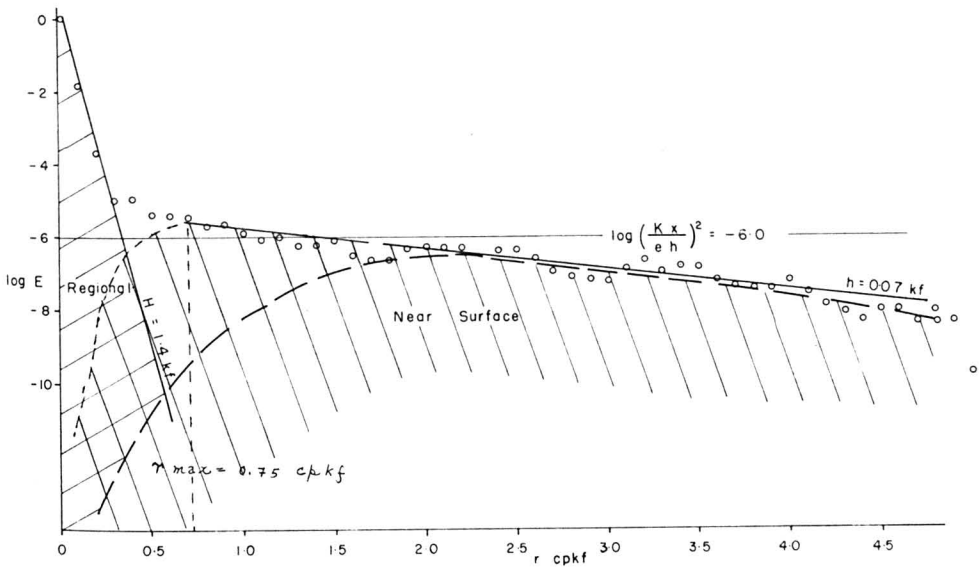


FIGURE 22. Rivière Howell. Spectre d'énergie logarithmique.

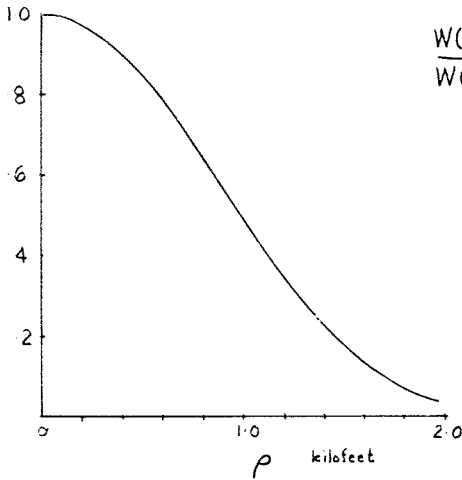


FIGURE 23. Rivière Howell. Fonction de poids. Séparation du régional.

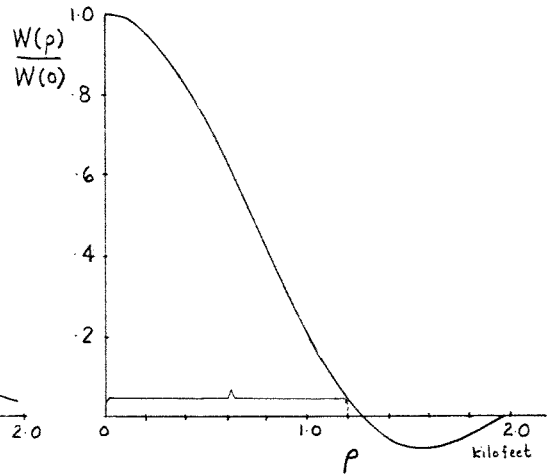


FIGURE 24. Rivière Howell. Fonction de poids. Séparation du régional et extension vers le bas à 1,000 pieds.

l'étendue en profondeur du prisme magnétique est de l'ordre de 330 pieds. La profondeur moyenne de la composante régionale a été estimée à 1400 pieds dans le socle archéen où un changement de susceptibilité magnétique causé par une discontinuité lithologique ou structurale peut s'être produit. Cependant, il apparaît plus évident que le spectre de puissance serait modifié si une plus grande surface avait été analysée ce qui revient à dire que la détermination de la profondeur de la composante régionale n'a pas vraiment de signification physique parce que la profondeur limite d'exploration du relevé est de l'ordre de 0.1 à 0.2 fois la plus petite de la surface rectangulaire considérée.

La fonction de poids pour la séparation de la composante régionale apparaît en figure 23. À nouveau, lorsqu'on fait l'analyse de sources magnétiques situées à différents niveaux, il faut pouvoir séparer les deux spectres d'énergie respectifs. Pour ce, il faut filtrer l'énergie dans la région des plus hautes fréquences, c'est-à-dire due à la source magnétique près de la surface. Une des façons d'effectuer cette séparation consiste à faire une convolution du champ magnétique $\Delta Z(x, y)$ avec une fonction de poids $W(x, y)$ définie par l'expression :

$$\Delta Z(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta Z(x - \xi, y - \eta, z - \zeta) \cdot W(\xi, \eta) d\xi d\eta$$

et sous forme résumée : $\Delta Z_F = \Delta Z * W$

où ΔZ_F est la version filtrée de ΔZ

et où $W(x, y) = W(\rho)$ avec $\rho = (x^2 + y^2)^{1/2}$

En prenant une transformée de Fourier des deux côtés, on obtient

$$\Delta Z_F(u, v) = \Delta Z(u, v) * W(u, v)$$

c'est-à-dire que la convolution de deux fonctions dans le domaine spatial est l'équivalent du produit de leur transformée de Fourier dans le domaine des fréquences. $W(u, v)$ qui est la transformée de Fourier de $W(x, y)$ est choisie de façon à exclure les hautes fréquences de la fonction filtrée $\Delta Z_F(u, v)$. La transformation inverse de Fourier de la fonction $W(u, v)$ est ensuite utilisée pour obtenir la fonction $W(x, y) = W(\rho)$ dans le domaine spatial.

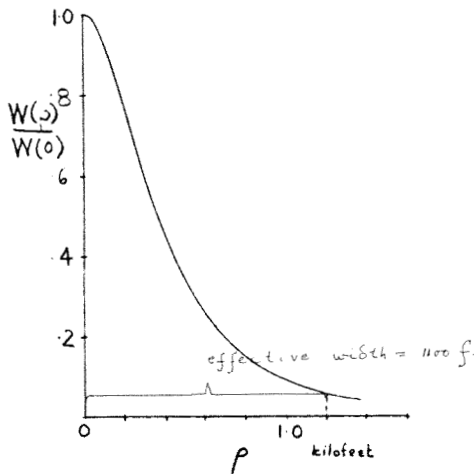


FIGURE 25. Prolongement vers le haut à 500 pieds de la composante dont la source est située près de la surface. Largeur effective : 1,100 pieds.

La figure 24 montre la courbe de la fonction de poids qui est construite dans le même ordre d'idée que la courbe précédente. Dans ce cas-ci, la composante régionale avec extension vers le bas à une profondeur de 1000 pieds est séparée de la composante près de la surface. La largeur effective de ce filtre est de l'ordre de 1200 pieds.

La fonction de poids pour l'extension vers le haut (hauteur de 500 pieds) de la composante près de la surface est montrée en figure 25. La largeur effective de cette fonction est de l'ordre de 1100 pieds. Cette technique a été utilisée ici parce que les données originales étaient erratiques et difficiles à traduire sous forme d'une carte de contour.

La figure 26 fait voir une carte de la composante régionale prolongée vers le bas à 1000 pieds de profondeur. Cette carte est caractérisée par un patron de "hauts" et de "bas" magnétiques orientés à peu près perpendiculairement aux lignes du relevé. Les sommets des trois "hauts" magnétiques

sont situés respectivement en L 889, + 25000 ; L 881, - 150 et L 829, - 2200. Leurs amplitudes respectives sont 3800, 2600 et 2000 gammas. La composante régionale du relevé aéromagnétique prolongée vers le bas à une profondeur d'un mille est présentée en figure 27. Cette carte est un grossissement de trois milles et demi au pouce à 3400 pieds au pouce de la figure 10. L'anomalie grossière située à l'ouest de la ligne de base coïncide approximativement aux anomalies d'amplitude 2000 et 2600 gammas sur la figure 26. Il est intéressant de noter que la variation totale d'amplitude de la composante régionale de la figure 27 est de beaucoup moindre (1500 gammas) que celle de la figure 26 (4200 gammas). Il est donc concevable qu'une bonne fraction de la composante de la source magnétique près de la surface influence considérablement la composante régionale du champ magnétique. Une autre observation importante est que l'amplitude régionale est de beaucoup plus grande au nord-ouest qu'au sud-est ce qui signifie que la susceptibilité magnétique en surface ou en profondeur ou des deux aurait augmenté d'un facteur de deux ou trois vers le nord-ouest. L'amplitude de la composante verticale du champ magnétique mesuré, soustraite de la composante régionale en figure 26 donne la composante de la source près de la surface. Multipliée par la fonction de poids de

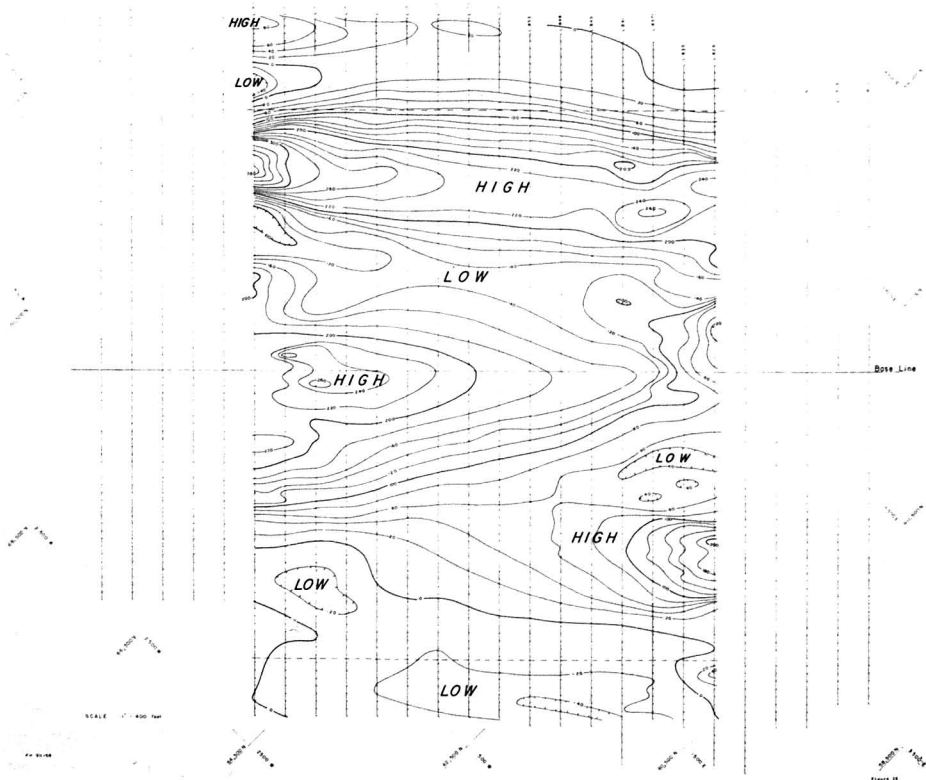


FIGURE 26. Région de la rivière Howell. Composante régionale prolongée vers le bas à 1,000 pieds. Intervalle de contour : 200 gammas.

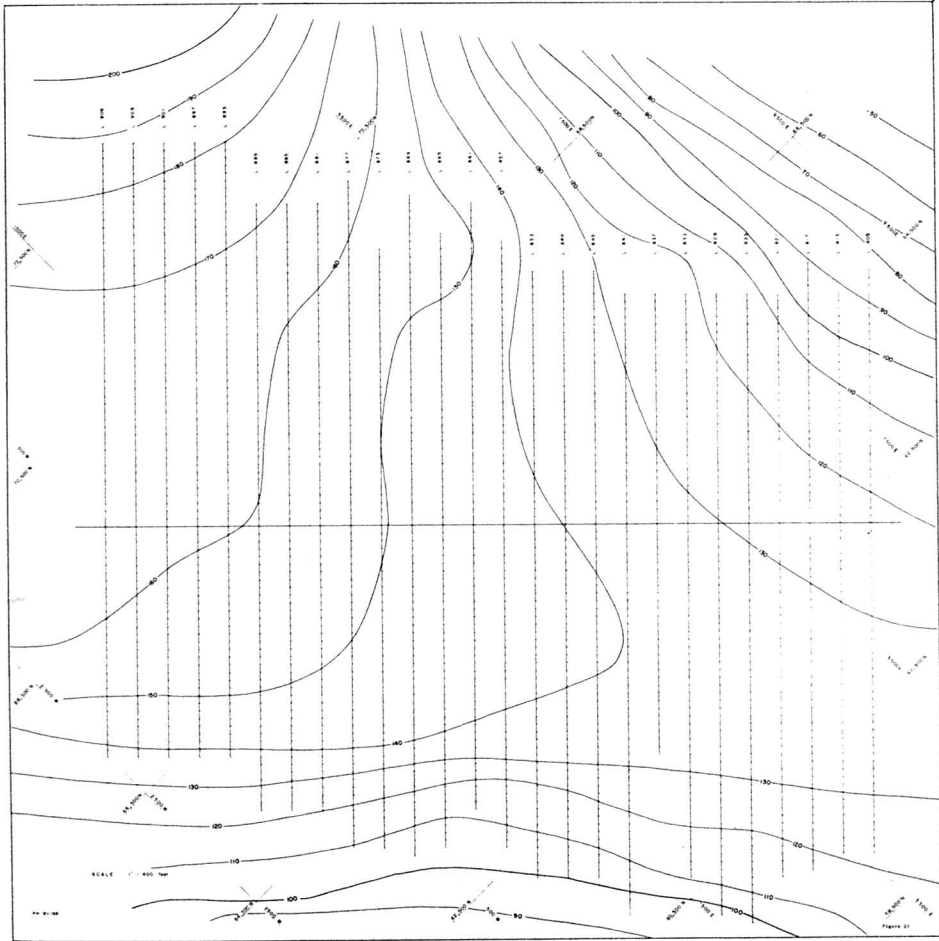


FIGURE 27. Région de la rivière Howell. Composante régionale du relevé aéromagnétique prolongée vers le bas à un mille. Intervalle de contour : 100 gammas.

la figure 25 et prolongée vers le haut à 500 pieds, la composante près de la surface se traduit par la carte montrée en figure 28. Une interprétation rigoureuse de la composante près de la surface est très importante au point de vue économique, par exemple, dans l'exploration de taconite magnétique. Quelque deux cent millions de tonnes d'une telle taconite ayant une très haute teneur en magnétite, ont été découverts dans cette région. Une comparaison de la carte de la figure 28 avec une autre carte résiduelle de la même région mais étudiée à l'aide de techniques conventionnelles d'interprétation montre une très grande similarité. Le degré de résolution de la nouvelle méthode d'interprétation est néanmoins plus grande. Les anomalies résiduelles semblent cependant associées aux anomalies régionales de la figure 26 dans la plupart des cas.

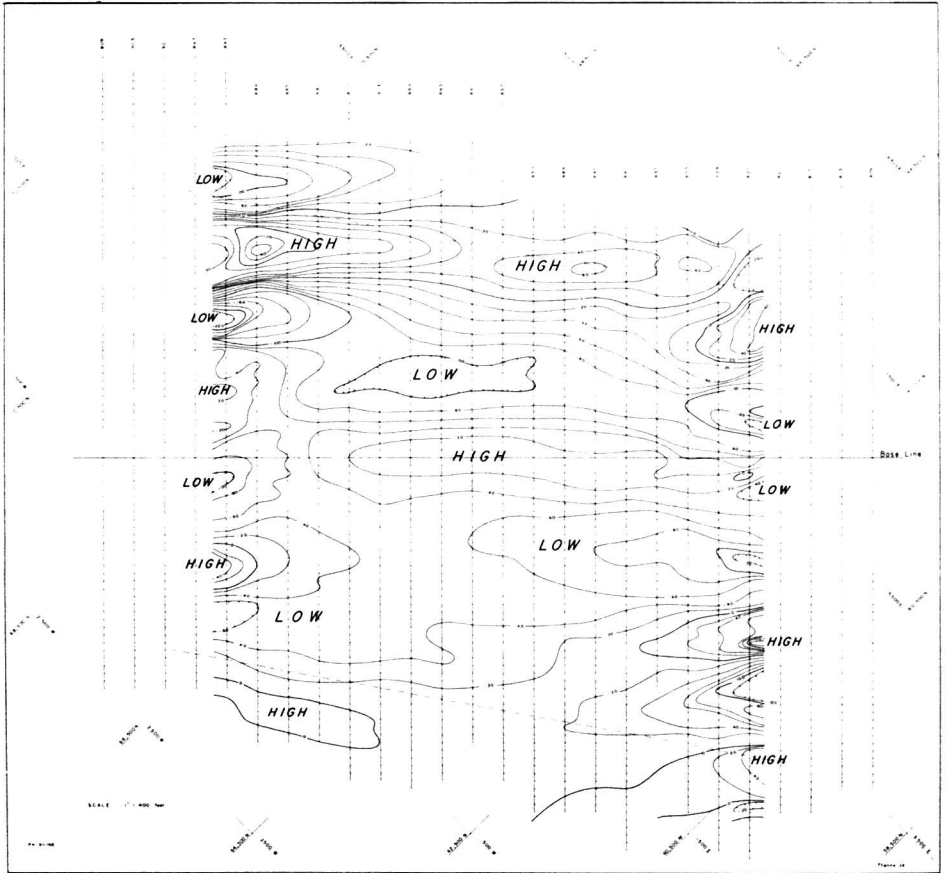


FIGURE 28. Région de la rivière Howell. Composante dont la source est près de la surface. Prolongée vers le haut à 500 pieds. Intervalle de contour : 200 gammas.

Enfin, la composante en surface du relevé aéromagnétique (voir figure 29), a été obtenue en soustrayant la composante régionale (qui est un grossissement de la carte de trois milles et demi au pouce à 3400 au pouce montrée en figure 8) du relevé aéromagnétique original. Les anomalies résiduelles positives observées sur cette carte correspondent assez bien à celles de la figure 28. On peut donc conclure qu'il n'est pas nécessaire de faire un relevé au sol additionnel dans des régions de conditions géologiques similaires et où un relevé aéromagnétique existe déjà.

Interprétation géologique des résultats géophysiques obtenus et conclusions

Les résultats les plus importants et nouveaux obtenus à l'aide de cette interprétation non conventionnelle des relevés aéromagnétiques et magnétiques

mesurés au niveau du sol sont donnés par la composante régionale prolongée vers le bas à une profondeur d'un mille. L'interprétation géologique des résultats géophysiques est discutée dans le paragraphe suivant.

La faille géologique no 3, (figure 11) est interprétée comme une faille normale dans le socle archéen. Cette faille est exprimée dans des sédiments protérozoïques par une série de failles longitudinales cartographiées comme des failles de chevauchement mettant en contact l'ardoise d'Attikamagen avec les formations de fer. Quelques-unes de ces failles peuvent être des failles de gravité même si elles n'ont pas été géologiquement reconnues comme telles, une faille de gravité pouvant être représentée par une série de petits déplacements en échelons. Aucune faille de gravité n'avait été cartographiée jusqu'en 1969 dans cette région. Or, une faille normale interprétée durant l'été à l'aide

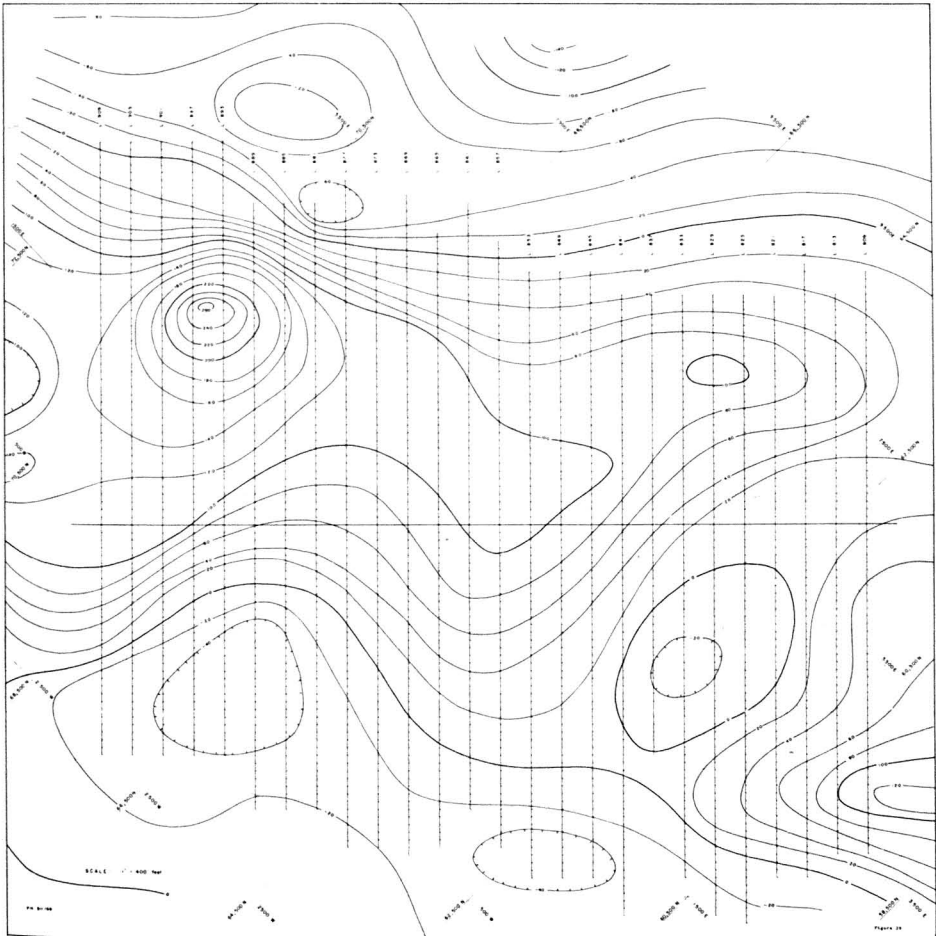


FIGURE 29. Région de la rivière Howell. Composante en surface du relevé aéromagnétique. Intervalles de contour : 200 gammas. Échelle : 3,400 : 1 pouce.

de trous de forages dans un dépôt de minerai de fer enrichi (Timmins no 6) représente une découverte d'un grand intérêt d'autant plus que cette faille se situe dans le voisinage de la faille no 3 (figure 11).

Plusieurs questions importantes concernant la tectonique de la partie centrale de la fosse du Labrador se posent ensuite. Par exemple, est-ce que l'emplacement de cette faille normale a eu lieu avant, durant ou après la déposition des sédiments protérozoïques ? Si l'emplacement a eu lieu avant, la faille a-t-elle subi des réajustements à différents temps géologiques au cours d'orogénies ? Si d'une part ces failles normales se sont formées à l'époque archéenne et n'ont pas subi de réajustements depuis, alors les sédiments protérozoïques n'ont pas été touchés par ce mouvement orogénique et donc les failles normales ne sont pas associées aux gisements de minerai de fer enrichis. Si d'autre part le faillage s'est emplacé après la déposition des sédiments protérozoïques, ou bien si d'anciennes failles normales formées à l'époque archéenne ont été réajustées après la déposition ou même durant ou après le plissement des sédiments protérozoïques, alors les gisements de minerai enrichi ont une bonne chance d'être associés à une ou à une zone de failles normales dont la source est sise dans le socle archéen.

Ceci dit, comment va-t-on procéder pour reconnaître les événements réels parmi les nombreuses possibilités. Une analyse rigoureuse des failles en travers s'impose en premier lieu. La faille normale no 1 (figure 11) a sa source dans le socle archéen sous les sédiments protérozoïques car elle a été cartographiée dans le granite gneiss au sud-ouest tout aussi bien que dans les sédiments au voisinage de la discordance qui sépare le socle archéen et les sédiments protérozoïques. Un déplacement de cette faille dans les sédiments protérozoïques apparaît en figure 3. Sur le côté nord-ouest de cette faille, la formation de Ruth (11) est absente tandis qu'au sud-est elle a une largeur horizontale de 250 pieds (le pendage est de 7°). Comme les sédiments protérozoïques se situent en discordance parfaite au-dessus du socle archéen, il est nécessaire que deux blocs situés de part et d'autre de cette faille se soient déplacés, soit latéralement soit verticalement l'un par rapport à l'autre. Plusieurs autres exemples de failles transversales coupant les sédiments et le socle de base ont été cartographiés en bordure de cette discordance. Le déplacement relatif d'horizons marqueurs tels que le conglomérat de base, le quartzite, l'ardoise de Ruth, ou différents membres de la formation de fer dans le Protérozoïque indiquent que le déplacement relatif latéral ou vertical a été de faible amplitude et c'est ce qu'on appellera ici un réajustement de blocs de faille. Un point est maintenant prouvé : les sédiments protérozoïques ont subi de petits déplacements le long des failles transversales.

L'interprétation géophysique de la composante régionale du champ magnétique indique un déplacement relatif vertical de l'ordre de 1.5 milles. Ceci

n'est pas un déplacement de faible amplitude et il est impossible de l'expliquer par de simples réajustements qui ont eu lieu après la déposition et même le plissement et le faillage de sédiments protérozoïques. Donc, le déplacement majeur qui a pris place le long de failles normales transversales est pré-protérozoïque ou archéen. Un second point vient donc d'être prouvé.

Les déplacements mineurs ou réajustements de failles transversales peuvent s'être produits à différents âges géologiques. Nous savons déjà à partir des trouvailles de bois et insectes fossiles (v.g. les gisements de Redmond et Ruth Lake) qu'une orogénie mineure a pris place à l'époque crétacée. Donc, au moins un réajustement a pris place. Quand la composante régionale des relevés aéromagnétiques dans la région des gisements de Redmond et Ruth Lake sera filtrée et prolongée vers le bas, si les failles transversales sont orientées dans la même direction générale, ceci sera une bonne indication que le réajustement dans le socle archéen a pris place à l'époque crétacée. Si le réajustement de la faille dans le socle archéen a définitivement eu lieu après le plissement et le faillage des sédiments, alors le minerai de fer enrichi est définitivement associé aux failles normales. Si donc l'orogénie a eu lieu à l'époque crétacée, on peut s'attendre à trouver des fossiles d'âge crétacé dans le gisement de Barney no 1.

Le raisonnement employé pour arriver aux conclusions importantes concernant l'association des gisements de minerai de fer enrichi aux failles normales transversales est plus difficilement applicable aux failles normales longitudinales à cause du manque d'informations géologiques dans ce dernier cas. Cependant, par analogie avec le raisonnement employé dans le paragraphe précédent, on peut arriver à certaines conclusions.

La profondeur moyenne de la partie inférieure de la formation de fer dans la région du lac Triangle a été estimée à 800 pieds. En ajoutant 100 pieds pour le quartzite et la brèche de Chert, et enfin quelques 1000 pieds pour l'ardoise d'Attikamagen, on peut estimer l'épaisseur moyenne des sédiments dans la région du lac Triangle à environ 2000 pieds. Cette profondeur correspond assez bien au sommet du socle archéen du flanc nord de la faille no 1, dont la profondeur est 0.43 mille (2300 pieds). Comme les sédiments protérozoïques ne sont pas suffisamment épais pour combler une profondeur de quelque 2 milles de la surface sur le flanc nord-est de la faille no 3, même s'ils étaient plissés et faillés à plusieurs reprises, il est plus vraisemblable que la faille normale a pris place à l'époque archéenne avant la déposition des sédiments. La faille normale a donc été légèrement ré-activée après la déposition, le plissement et le faillage des sédiments. Comme l'orientation des failles normales longitudinales est différente de celle des failles transversales, l'époque géologique de l'orogénie associée avec ce réajustement est probablement différente. La seule façon de prouver ce point serait de faire un forage de chaque

côté de la faille et de mesurer le déplacement relatif de la surface supérieure du granite gneiss comme un horizon marqueur. Si une réouverture de la faille normale a pris place à une époque au moins ultérieure à la déposition des sédiments protérozoïques, les débris de ces sédiments mêlés à ceux des gneiss trouvés dans cette ouverture en serait une preuve définitive.

Si l'on maintient l'analogie des failles normales longitudinales avec les failles transversales, alors les gisements de minerai de fer enrichi sont définitivement associés à la faille normale longitudinale ayant sa source dans le socle archéen. Une certitude que la composante régionale prolongée vers le bas à une profondeur d'un mille du relevé aéromagnétique n'est pas influencée par la composante près de la surface est essentielle pour arriver à l'interprétation explicite plus haut. Comme il n'y a évidemment pas de certitude absolue, il faut alors avoir recours à l'interprétation d'autres informations géophysiques. Pour cette raison, la composante régionale d'un relevé gravimétrique de la région du lac Triangle devra être filtrée et prolongée vers le bas à l'aide d'une technique d'interprétation identique.

Références

- BLAIS, ROGER A., 1959. L'origine des minerais crétacés du gisement de fer de Redmond, Labrador. *Naturaliste can.*, **86** : 265-299.
- DUFRESNE, C., 1952. The geology of the eastern border in the Burnt Creek — Goodwood area, New Quebec and Labrador. Newfoundland. Unpublished Ph. D. thesis, McGill University, Montréal, Québec.
- FULLER, B. D., 1967. Two-dimensional frequency analysis and design of grid operators. *Min. Geophysics*, **11** : 658-708.
- GASTIL, G., R. BLAIS, D. M. KNOWLES and R. BERGERON, 1960. The Labrador Geosyncline. *Int. geol. Congr.*, XXI Session, Norden, Copenhagen.
- KEEFE, J. A. C., 1951. A study of the earth gravitational and magnetic fields over an iron body in New Québec. M. A. thesis, University of Toronto, Toronto, Ontario.
- KIRKLAND, R. W., 1950. A study of part of Kaniapiskau System, Northwest of Attikamagen lake, New Québec, Unpublished Ph. D. thesis, McGill University, Montréal, Québec.
- PERRAULT, G., 1955. Geology of the Western margin of the Labrador Trough. Unpublished Ph. D. thesis, University of Toronto, Toronto, Ontario.
- SCHWELLNUS, J. E. G., 1957. Ore controls in deposits of the Knob Lake area, Labrador Trough. Unpublished Ph. D. thesis, Queen's University, Kingston, Ontario.
- SEGUIN, M., 1963. The geology of Knob Lake Ridge. Unpublished M. Sc. thesis, McGill University, Montréal, Québec.
- SEGUIN, M., 1965. Phase relation in the Fe - C - O - S - (H₂O) system, Ph. D. thesis, McGill University, Montréal, Québec.

- SEGUIN, M., 1968. Discovery of Direct Shipping Iron Ore by geophysical methods in Northern Canada. *CIMM Bull.*, **61** (676) : 950-960.
- SPECTOR, A., 1968. Spectral Analysis of Aeromagnetic Data. Ph. D. thesis, University of Toronto, Toronto, Ontario.
- STUBBINS, J. B., R. A. BLAIS and I. S. ZAJAC, 1961. Origin of the soft iron ores of the Knob Lake Range. *Am. Min. Met. Bull. Trans.*, **64** : 37-52.

REVUE DES LIVRES

SOLBRIG, O. T., 1970. *Principles and methods of Plant Biosystematics. The Macmillan Biology Series.* The Macmillan Company, Toronto. xiv + 226 p., ill. 16 x 24 cm. Relié, prix non-indiqué.

Dans son dernier livre, le professeur Solbrig nous présente un exposé sur la biosystématique, cette science qui s'efforce de résoudre les problèmes systématiques avec des méthodes expérimentales relevant surtout de la génétique, de la cytogénétique, de la biochimie et de la statistique. L'ouvrage est divisé en deux parties : la première (7 chapitres) est consacrée à une présentation de la théorie de l'évolution et des processus contrôlant la variation et la spéciation, tandis que la seconde (5 chapitres) se veut une description des principales techniques utilisées par les biosystématiciens.

Comme « la théorie synthétique (de l'évolution) est le fondement sur lequel repose la biosystématique » (p. 12), l'auteur consacre les premiers chapitres à cette théorie et à divers problèmes et concepts qui en découlent. Hélas ! cette partie du livre contient des imprécisions souvent trompeuses, par exemple, « *Disruptive selection requires (...)* some kind of isolating mechanism » (p. 24), ce qui est faux comme l'ont montré Sheppard et ses collaborateurs. On y rencontre d'inexplicables illogismes. Par exemple, le paragraphe sur la plasticité phénotypique (p. 46) traite de la variabilité génétique cachée (*stored genetic variability*); ces deux phénomènes sont pourtant tout à fait différents l'un de l'autre. Dans un autre chapitre, l'auteur inclut dans son concept d'isolement reproducteur l'isolement géographique, mais non l'isolement écologique (p. 76-77) ; sa définition de mécanisme d'isolement (p. 208) exclut la moitié des mécanismes qu'il a lui-même énumérés en page 109. Il en résulte une confusion regrettable, que Mayr avait pourtant signalée à plusieurs reprises. Il est inadmissible que, dans un ouvrage consacré à la biosystématique, l'essence du *Biological species concept* soit restée incomprise. Le meilleur chapitre de la première partie du livre est celui intitulé *Breeding Systems*. Il faut féliciter Solbrig d'avoir présenté clairement cet aspect très important du contrôle de la variation, souvent négligé par les biosystématiciens.

La deuxième partie du livre est intitulée *Some Techniques for the Study of Species*. Quatre chapitres sont consacrés respectivement à la génétique, à la cytologie, à la chimie et à la statistique. Ces chapitres sont un mélange d'éléments des sciences en question et de quelques exemples. L'auteur y définit la dominance (p. 121), traite de la structure de l'amidon, de l'ADN et des protéines (p. 126 et suiv.), présente la courbe normale (p. 185) et fait l'éloge de la biologie moléculaire et des ordinateurs. Des remarques banales (*A balance that has not been accurately set to zero will always measure slightly more or less than the true value* — p. 184) et une présentation peu claire de concepts non pertinents (*Genetic death* et *Genetic load*, p. 136) voisinent des sujets qui auraient dû apparaître dans la première partie du livre, par exemple la polyploidie (p. 145 et suiv.). L'auteur insiste avec raison sur l'importance pour la systématique des développements récents de la biologie moléculaire et de l'utilisation des ordinateurs. Mais quand il écrit que la systématique biochimique *will permit the development of the area of experimental population genetics*, il ignore 3 décades de travaux fondamentaux par Th. Dobzhansky, E. B. Ford, P. M. Sheppard, etc.

C'est à regret que l'on doit porter un tel jugement sur l'ouvrage du professeur Solbrig, dont les travaux de recherche sont pourtant très intéressants. Une cause profonde de la faiblesse de son livre découle en partie de la nature même de la biosystématique : c'est une discipline synthétique qui emprunte de plusieurs sciences les données et les

méthodes pouvant éclaircir des problèmes de systématique et d'évolution. Faudrait-il alors qu'un manuel de biosystématique soit à la fois un manuel de génétique, un guide pour l'utilisation de l'ordinateur, un exposé de méthodes biochimiques et finalement un exposé cohérent de la théorie moderne de l'évolution? C'est, semble-t-il, le livre que Solbrig a voulu écrire, et qu'il a même voulu bref (200 pages) et élémentaire : *This book assumes a college level course in biology and botany* (p. vii). Cependant, la biosystématique (comme toute discipline scientifique) se définit d'abord par la nature des problèmes qu'elle veut résoudre, non par les techniques qu'elle utilise. Et un manuel de biosystématique, pour éviter d'être un assemblage plus ou moins hétéroclite d'idées et de techniques diverses, devrait donc avoir pour idée centrale les problèmes systématiques eux-mêmes.

Pierre MORISSET

TÜXEN, R., 1969. **Experimentelle Pflanzensociologie**. Bericht über das Internationale Symposium in Rinteln 1965 der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde. Dr. W. Junk, Den Haag. 255 p., 23 fig., 47 tab. 16 x 26 cm. Relié, \$19.25.

L'ouvrage présenté à la suite du Symposium tenu à Rinteln ne se limite pas, comme le titre pourrait le laisser penser, à la phytosociologie expérimentale au sens étroit, mais englobe des articles très divers appartenant tous à la sociologie végétale dans son sens le plus large. Il contient 28 communications dont les centres d'intérêt sont soit phytosociologiques, soit physiologiques, soit écologiques ou même marginaux comme ceux impliquant l'élevage animal. Finalement, on trouve quelques articles où l'homme est le facteur central d'influence ou d'intérêt. La plupart des exposés résultent d'essais expérimentaux précis et forment ainsi un jalon de plus dans l'augmentation des connaissances sur l'influence des divers facteurs sur la végétation.

Certains exposés présentent un caractère nouveau ou différent de la phytosociologie. Par exemple, Apinis propose une description taxonomique des espèces végétales basée sur leurs caractères écologiques. La valeur d'une telle description réside dans la caractérisation effective du matériel écologique ainsi que dans ses implications face aux problèmes fondamentaux de l'écologie. La classification se base sur les faits et caractères suivants : (1) niveau phylogénétique, (2) développement et reproduction, (3) formes de croissance, (4) formes de nutrition, (5) réaction vis-à-vis le sol et le climat. Bujorean et St-Grigore traitent du problème des agro-associations et proposent des critères phytosociologiques pour le regroupement des plantes cultivées. Les agro-associations, issues des formations naturelles, forment des unités dont le caractère est directement ou indirectement influencé par l'homme. On trouve dans l'article la description de quelques associations et de leur « spectre ». Karpov s'est intéressé aux facteurs et mécanismes biologiques qui règlent et contrôlent la densité des populations dans les phytocénoses forestières de la taïga. Parfois, la lumière est déterminante, d'autres fois, la concurrence des racines l'est. L'auteur pense en outre que la phytocénologie doit être une science exacte et précise. Les autres exposés sont en général d'un caractère plus appliqué et pratique. Ils présentent les résultats d'essais de fertilisation, de drainage ou d'expériences servant à mesurer l'influence des interventions agrotechniques sur la fertilité du bétail, et sur certaines associations de mauvaises herbes. Quelques articles ont un accent plus physiologique : régulation de l'ouverture des stomates, production de substances toxiques par les racines, influence du pH sur la germination des mousses et sur les graminées pluriannuelles, influence des métaux lourds du sol sur les associations correspondantes. On trouve à la fin de chaque communication un résumé allemand et anglais. D'autre part, de nombreux articles contiennent une bibliographie assez importante.

Nous pensons que plusieurs exposés intéresseront particulièrement les phytosociologues du Québec ainsi que les personnes travaillant en expérimentation végétale agricole car de nombreux essais ont été conduits dans des régions tempérées froides.

Etienne ROCHAT

JOHNSON, Ph. L., (éditeur), 1969. **Remote Sensing in Ecology**. Univ. of Georgia Press, Athens. x + 244 p., 12 tab., 130 fig. 16 x 24 cm. Relié, US \$8.00.

La détection à distance, qui fait l'objet de ce volume, comprend trois procédés distincts : (1) la photographie, utilisant la portion visible du spectre entre 380 et 1,000 $m\mu$; (2) les détecteurs mécaniques-optiques travaillant entre 0.3 et 40 μ ; (3) les micro-ondes et radar qui utilisent des bandes sélectionnées des longueurs d'ondes comprises entre 1 millimètre et 1 mètre et (4) la détection multispectrale.

Malgré qu'il s'agisse d'une technique relativement jeune, le nombre de ses applications possibles en écologie est déjà impressionnant, si l'on en juge par la diversité des quatorze contributions présentées, en 1968, au symposium de Madison et qui se trouvent réunies dans ce volume. Cinq de ces dernières explorent la valeur de la portion visible du spectre pour l'étude des communautés végétales terrestres, cinq autres la perception des patrons thermiques des plantes et des animaux, cependant que trois communications traitent des applications de la détection à distance pour l'étude du milieu aquatique. Enfin, le quatorzième chapitre résume les avantages de l'utilisation de la détection multispectrale.

Un résumé, rédigé par l'éditeur, et une bibliographie concernant l'utilisation de la détection à distance pour fins d'écologie et de l'étude des ressources naturelles termine cet ouvrage que tout écologiste moderne aura avantage à lire.

Miroslav M. GRANDTNER

VAN WORMER, J., 1969. **The world of the American Elk**. J. B. Lippincott Company, Philadelphia et Now York. 159 p., 98 fig. 20 x 26 cm. Relié, \$7.25.

Ce volume est le vingtième dans la série *Living World Books* et il traite du Wapiti à l'intention des lecteurs du grand public. Les 98 photographies, dont 96 sont de l'auteur lui-même, remplissent environ la moitié du livre. Le texte consiste d'une introduction où l'auteur décrit les caractéristiques physiques du Wapiti ; l'histoire naturelle de ce Cervidé divisée en chapitres basés sur les saisons ; perspectives d'avenir du Wapiti ; un résumé de la systématique des variétés nord-américaines ; une bibliographie des travaux les plus connus sur le Wapiti (bien que des références spécifiques ne soient pas données dans le texte, ce qui permettrait de vérifier certaines affirmations) ; et finalement un index.

Si les naturalistes de l'est de l'Amérique espèrent y trouver des informations sur les aventures passées du Wapiti dans cette partie du continent, ils resteront sur leur appétit. On y lit simplement que le dernier Wapiti fut tué dans l'État de New York vers 1847 et que l'aire de distribution atteignait le sud du Québec. Mais le but de l'auteur consistait d'abord à décrire le comportement de l'animal dans son milieu actuel et dans un langage compréhensible par tout le monde. Il a sûrement atteint son but.

G. MOISAN

PAWLUK, S., (éditeur). 1969. **Pedology and Quaternary Research**. Alberta Inst. of Pedology, Edmonton. 218 p., ill. 15.5 x 23 cm. Broché, \$3.50.

Ce volume contient douze communications présentées à un symposium tenu à Edmonton les 13 et 14 mai 1969 et organisé conjointement par le Conseil National des Recherches du Canada et l'Université de l'Alberta.

Il est assez difficile de donner un aperçu à la fois complet et concis d'une publication de ce genre à cause de l'amplitude du sujet traité et de la grande variété des communications présentées. On peut cependant dire que, d'une façon générale, les auteurs s'appliquent à démontrer qu'une étude approfondie de la dynamique actuelle des sols peut faciliter la compréhension des phénomènes reliques d'un quaternaire plus ancien. C'est ainsi par exemple que l'application des principes de la pédologie à l'étude du quaternaire facilite considérablement la tâche du géologue, du géomorphologue, du paléobotaniste et même de l'archéologue. En plus de nous faire part de données méthodologiques intéressantes, les auteurs nous servent de très nombreux exemples d'applications concrètes des principes qu'ils énoncent.

Pedology and Quaternary research est un volume qui devrait intéresser tous les quaternaristes.

Robert HÉROUX

SCHMID, F., 1970. **Le genre *Rhyacophila* et la famille des *Rhyacophilidae* (Trichoptera)**. *Mémoires de la Société Entomologique du Canada*, no 66. Société Entomologique du Canada, Ottawa. 230 p., 30 fig., 52 pl. hors-texte. 16.5 x 25.5 cm. Broché, prix non-indiqué.

Cette Monographie se recommande d'abord par les qualités du genre qui en fait l'objet. *Rhyacophila* F.-J. Pictet présente un intérêt exceptionnel; il contient plus de 470 espèces connues à ce jour, mais le nombre total des espèces s'élève, suivant l'auteur, à 900 environ. Ce genre hautement compétitif peuple une grande partie du réseau lotique de l'hémisphère septentrional, mais à l'intérieur de ce vaste aréal générique nombre de formes montrent des aires spécifiques très restreintes, parfois même réduites à une seule montagne. Le genre est le plus primitif parmi les Trichoptères (cette réputation est fondée par l'auteur sur des faits précis), et il illustre un stade évolutif dont la connaissance est indispensable pour la reconstitution de l'histoire de l'ordre tout entier. Les génitalia des ♂♂ se caractérisent par la grande amplitude des variations des caractères de détail (variations qui permettent la reconstitution relativement aisée de la phylogénie) à l'intérieur d'une remarquable stabilité des grandes lignes de l'architecture. « *Rhyacophila* constitue un fort bel exemple d'unité d'une multiplicité et de diversité dans l'homogénéité et par conséquent il se prête excellemment aux spéculations phylétiques et zoogéographiques ».

Par les qualités de l'auteur ensuite, car il s'agit d'un des spécialistes les plus éminents qui aient jamais abordé l'étude de l'ordre des Trichoptères; doué d'une très remarquable capacité d'intuition des relations de parenté entre espèces et lignées, l'auteur est aussi un explorateur: c'est lui-même qui a capturé plus d'un tiers des espèces de *Rhyacophila* actuellement connues, lors de ses nombreux voyages et expéditions, surtout dans la Région Orientale.

Bien que composé de quelques pages seulement, le chapitre *Méthodologie* est important parce qu'il permet à l'auteur de préciser ses idées et de présenter la base théorique du travail. Il a essayé d'utiliser les méthodes de l'analyse structurale, science très en vogue

actuellement et qui tend à se répandre dans toutes les disciplines scientifiques. D'où les notions de synchronie-diachronie, signifiant — signifié, intelligible-sensible, etc., assez nouvelles en trichoptérologie. Dans le problème de la complication et de la simplification des caractères, l'auteur se déclare partisan de la « loi de Williston » (les génitalia les plus compliqués par le nombre des éléments sont les plus primitifs ; en se spécialisant, les génitalia se simplifient par perte ou fusion d'appendices, puis peuvent se recompliquer secondairement par la complication de la forme des pièces restantes). Une reconstitution phylétique n'a de chances d'aboutir que si nous envisageons l'ensemble des caractères disponibles non seulement d'un point de vue synchronique mais aussi dans une perspective diachronique (« dans cette nouvelle dimension, les caractères prendront valeur d'événements... qu'il sera théoriquement possible de disposer et classer en séquences »). Il y a une tentative de reconstitution du *Rhyacophila* ancestral, considéré comme hypothèse de travail et comme synthèse des caractères primitifs dispersés chez les espèces actuellement connues. L'auteur s'attarde plus longuement sur le problème de la construction des arbres phylétiques. Pour cela il s'est appliqué à tenir compte du plus grand nombre possible de caractères des armatures génitales ♂. Les axes horizontaux et verticaux de ces arbres représentent respectivement la diversité synchronique et « l'événementialité diachronique ». La disposition des courbes a été utilisée pour exprimer la structure phylétique des lignées («... dans un arbre, la lignée la plus primitive est disposée dans le prolongement le plus direct du tronc et l'angle de divergence des autres lignées indique le degré de leur spécialisation. Les écarts entre les niveaux verticaux des dichotomies indiquent l'amplitude des différences morphologiques »). Une analyse critique est donnée de la manière dont H.H. Ross construit ses arbres phylétiques et le lecteur pourra distinguer, dans cette analyse, ce qui lui semble être justifié de ce qui ne semble pas l'être.

Dans le petit chapitre suivant (*Description du genre*) on trouvera une description de l'ancêtre conceptuel des *Rhyacophila*, une analyse des segments génitaux et des structures qui leurs sont caractéristiques, des données sur la musculature et les mouvements des pièces génitales, sur l'accouplement aussi. Très intéressant, le paragraphe consacré à un type de « flash-coloration » découvert par l'auteur chez de nombreux *Rhyacophila* de la Région Orientale ; mais s'agit-il vraiment de mimétisme, comme le croit l'auteur (qui ajoute « Je ne crois pas qu'il sera possible de déterminer l'espèce modèle » ?

Dans un autre petit chapitre (*Les Rhyacophilides et l'ordre des Trichoptères*) on part de la prémisse que « en tant que famille la plus primitive (de l'ordre des Trichoptères — n.m.), les Rhyacophilides sont lourds de promesses d'enseignements pour reconstituer la phylogénie de l'ordre tout entier » ; et, on réalise, en effet « une grossière esquisse de la structure phylétique de la base de l'arbre phylétique de l'ordre », à la suite de la comparaison des génitalia ♂ et ♀ des Rhyacophilides avec ceux des représentants des deux sous-ordres : Annulipalpes et Intégripalpes.

Le genre *Rhyacophila* est considéré comme composé de 4 branches (qui représentent en fait des sous-genres) ; deux de ces branches sont divisées en rameaux : les espèces sont classées en 78 groupes d'espèces qui, à 7 exceptions près, ont trouvé leur place dans ces branches et rameaux. Branches, rameaux et groupes d'espèces sont passés en revue dans deux chapitres distincts du travail, séparés par un chapitre de zoogéographie et par une liste complète des espèces actuellement connues.

Le chapitre *Évolution et phylogénie* représente sans doute le noyau même de la Monographie. Il est impossible d'entrer ici dans des détails concernant l'analyse de la structure phylétique de chaque lignée, analyse qui tient compte des données de la morphologie des armatures génitales ♂, avec un extrême souci pour le dépistage des caractères primitifs et des spécialisations et appuyée sur des arbres phylétiques construits conformément aux principes antérieurement énoncés. L'on regrette un peu de constater que l'auteur ne se réfère presque jamais aux enseignements que nous apporte l'étude des jeunes stades

(or, les larves de *Rhyacophila* ont certainement quelque chose à dire dans les problèmes des relations phylétiques à l'intérieur du genre !). D'autre part, l'auteur affirme «... pour la construction des arbres phylétiques je me suis basé sur les caractères morphologiques des espèces uniquement, et me suis interdit de prendre en considération toute donnée géographique», ce qui est peut-être aussi critiquable : de nombreuses modifications de détail seront probablement opérées dans certains de ces arbres quand on y tiendra compte aussi des données géographiques et paléogéographiques : (je pense, pour donner un exemple, au groupe de *vulgaris*). Mais tout lecteur approuvera l'auteur quand il affirme «... j'espère que la classification que je propose... ne sera pas définitive, quoique certains de ses éléments dureront probablement, mais qu'elle provoquera assez d'intérêt pour inciter d'autres chercheurs à tenter de l'améliorer et de la préciser. Loïn de conférer un caractère apodictique à mes constructions, je souhaite simplement être parvenu à laisser le problème de la phylogénie du genre le plus primitif de l'ordre en un meilleur état que celui dans lequel je l'ai trouvé».

Le chapitre *Taxonomie et écologie* est considéré comme étant le moins important dans cet ouvrage ayant un but principalement phylétique. 157 espèces et sous-espèces nouvelles sont décrites. Les descriptions sont volontairement sommaires, mais ceci est largement compensé par les admirables figures d'armatures génitales de quelque 300 espèces. Les 52 planches grand format représentent sans doute la réalisation iconographique la plus formidable de l'histoire de la trichoptérologie (il faut mentionner aussi les belles photos d'insectes entiers).

C'est intentionnellement que nous avons laissé pour la fin le chapitre *Zoogéographie*. En dépit de certaines imprécisions (visibles aussi dans les indications aréalistiques de la « Liste des espèces » et de la légende des figures), ce chapitre est extrêmement intéressant. A d'infimes exceptions près le genre peuple l'hémisphère septentrional. Quatre zones faunistiques peuvent être distinguées (Europe, Asie Paléarctique, Asie Orientale, Amérique Néarctique). Les particularités du peuplement de chaque zone sont indiquées. Le cas de la zone orientale, (comprenant aussi le Tibet, la Chine Centrale, la Corée, le Japon !) est significatif : ses espèces forment un total dépassant largement les effectifs des trois autres faunes réunies. L'intégration des données phylétiques, zoogéographiques et statistiques conduit l'auteur à la conclusion que c'est en Asie du SE (plus exactement : le noyau montagneux de la Chine intérieure et du Tibet oriental) que se situe le centre d'apparition du genre. Sont ensuite reconstitués les échanges faunistiques passés entre les quatre zones ainsi que quelques types de dispersion à l'intérieur des zones (Asie Orientale, Amérique Néarctique), les glaciations quaternaires recevant l'attention qui leur est due. Enfin, une tentative est faite de dater les principales étapes de l'histoire du genre et de ses lignées. L'auteur se montre conscient des difficultés que comportent de telles tentatives (considérées comme « des jeux d'esprit gratuits »). Il procède de la manière suivante : « Pour assumer la période de dispersion d'une lignée donnée, j'ai pris en considération son hétérogénéité relative, dont j'ai déduit son âge et, interrogeant la Paléogéographie, j'ai cherché l'existence de connexions intercontinentales, aux époques requises... j'ai négligé de tenir compte du climat et des conditions écologiques prévalant, à une période donnée, dans les zones de passage ». Évidemment, toute reconstitution géonémique est plus ou moins problématique, mais l'auteur a certainement raison quand il introduit une relation de causalité entre l'hétérogénéité des lignées et leur âge, car, s'il est évident que tous les groupes n'ont pas évolué au même rythme : « il existe certainement une proportionnalité approximative entre l'amplitude des écarts morphologiques des composants d'une lignée et l'âge de cette dernière ».

Une très belle monographie, qui fait vraiment honneur à la science entomologique.

L. BOȚOSANEANU

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

Sommaire

Notice nécrologique : Jacques Rousseau	PIERRE MORISSET	497
Quelques thaumaléides nouvelles ou peu connues (<i>Diptera, Thaumaleidae</i>)	F. SCHMID	499
Age, growth, maturity, and sex composition of American smelt, <i>Osmerus mordax</i> (Mitchill), from Matamek Lake, Québec.	LLOYD H. SAUNDERS and G. POWER	511
La fréquence des chiasmes chez une lignée aneuploïde d' <i>Avena sativa</i> L	RÉAL MICHAUD et F. M. GAUTHIER	517
Détermination du manganèse assimilable par le pin rouge (<i>Pinus resinosa</i> Ait.) dans le sol	YVON LAFLAMME	525
Molybdenum nutrition in oats as affected by organic amendments, nitrogen fertilizers and limestone	B. T. CHENG and G. J. OUELLETTE	535
Production en cônes et semences d'un peuplement de pin gris de 65 ans de la région boréale du Québec	S. POPOVICH, A. DEMERS et J. D. GAGNON	553
La flore vasculaire de l'île des Soeurs	ROBERT JOYAL	559
Exploration pour les gisements de taconite magnétique rentables et de minerai de fer enrichi. Nouvelles méthodes d'interprétation de relevés magnétiques aéroportés et au sol, dans la partie centrale de la fosse du Labrador	MAURICE SÉGUIN	585
REVUE DES LIVRES		617



PRODUCTION EN CÔNES ET SEMENCES
D'UN PEUPEMENT DE PIN GRIS DE 65 ANS
DE LA RÉGION BORÉALE DU QUÉBEC

S. POPOVICH, A. DEMERS¹ ET J.D. GAGNON

*Laboratoire de recherches forestières
Ministère des pêches et des forêts, Québec 10, Québec*

Résumé

La production en cônes et semences et la qualité de semences produites par un peuplement de pin gris (*Pinus divaricata* (Ait.) Dumont) de 65 ans de la région boréale du Québec ont été étudiées. Les résultats obtenus de 23 parcelles de 1/40 d'acre chacune et contenant entre 320 et 640 arbres à l'acre montrent que : 1) la plus haute production en semences est atteinte dans les parcelles dont le nombre de tiges à l'acre varie entre 330 et 490; 2) la production à l'acre est de 33.2 boisseaux de cônes et de 9.6 livres de semences; 3) la production moyenne en semences pleines et viables par cône est de 15 et 10 pour les arbres dominants, et de 5 et 3 pour les arbres intermédiaires; 4) la qualité des semences extraites des cônes de trois ans et moins est supérieure à celle des cônes plus âgés.

Abstract

Cone and seed production, and quality of seeds obtained from a 65-year-old Jack Pine (*Pinus divaricata* (Ait.) Dumont) stand in the Québec Boreal Forest Region have been studied. Analyses carried out on 23 plots of 1/40 acre each numbering between 320 and 640 trees per acre indicate that : 1) sample plots of 330 to 490 stems per acre produce the highest quantity of seeds; 2) production per acre is 33.2 bushels of cones and 9.6 pounds of seeds; 3) average production of full and viable seed is for dominant trees 15 and 10 respectively, and 5 and 3 for intermediate ones; 4) cones 3 years old or younger produce better quality seeds than older ones.

Introduction

D'après Schantz-Hansen (1941), il semblerait que le climat exerce une influence prépondérante sur le nombre et la qualité des semences produites par le pin gris (*Pinus divaricata* (Ait.) Dumont). Cayford (1957) et Cayford *et al.* (1967) ont constaté que très peu de données étaient disponibles sur

1. Actuellement ingénieur résident. Forêt Montmorency, Université Laval, Québec.

le sujet et que les quelques études traitant du rendement en cônes et semences chez le pin gris avaient été conduites en dehors du Québec dans des conditions climatologiques différentes de celles où les travaux rapportés ont été effectués. Les renseignements extraits des études antérieures pourraient donc ne pas présenter pour le Québec, du moins pour la région boréale, une image conforme à la réalité.

En vue de combler en partie cette lacune, nous avons évalué dans la présente étude le rendement en cônes et semences à l'acre, le rendement en semences par cônes et la qualité des semences extraites des cônes recueillis à l'intérieur d'un peuplement de pin gris de 65 ans, couvrant une superficie d'environ 2,000 acres située dans la région forestière boréale du Québec.

Matériel et méthodes

Le peuplement, établi à la suite d'un feu, est formé d'un étage principal de pin gris âgé de 65 ans et d'un sous-étage d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP), de bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh.) et de sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) à titre d'espèces associées. Ce peuplement, en transition vers un peuplement d'épinette noire, est situé dans la région forestière boréale du Québec B-1a (Rowe, 1959) près de Labrieville (Lat. : 49°20', Long. : 69°35', Alt. : 600 pieds) sur la Côte Nord du Saint-Laurent. D'après Villeneuve (1967), la précipitation moyenne annuelle à Labrieville est de 33 pouces de pluie et de 114 pouces de neige. La période sans gel est d'environ 70 jours.

Le sol est un podzol orthique sur dépôts marins sablonneux, caractérisé par un mor fibreux mince à pH 3.6. Les types forestiers *Calliargon-Vaccinium* et *Calliargon-Ledum* (Lafond, 1956 ; Linteau, 1959) caractérisent écologiquement le milieu étudié.

À l'intérieur du peuplement de pin gris, nous avons choisi au hasard 23 placettes de 1/40 d'acre dans lesquelles nous avons abattu tous les pins gris et récolté les cônes. Le dénombrement des cônes s'est effectué sur chaque arbre dominant, codominant et intermédiaire. Les cônes ont d'abord été séparés par classes de trois ans et moins, et de quatre ans et plus d'après leur couleur et leur position sur les rameaux, puis pesés. L'extraction des semences s'est effectuée à la température de 110°F durant 36 heures. Les semences extraites de ces cônes ont également été pesées. Un essai de germination, d'une durée de 21 jours, a été effectué dans 82 plats de Petri contenant chacun 100 semences. Après huit jours de germination, l'énergie germinative, c'est-à-dire la vitesse de germination dans des conditions identiques a été calculée d'après Slovčov (1958).

Résultats et discussion

RELATION ENTRE LA DENSITÉ DU PEUPEMENT ET LA PRODUCTION DE SEMENCE

À Labrieville, la production des semences est inversement proportionnelle au nombre d'arbres à l'acre (tableau I). En effet, la plus forte production en semences se situe dans les parcelles ayant aussi peu que 330 et 490 à l'acre. Dans ce même peuplement, il avait déjà été trouvé par Popovich (1969) que les meilleurs sites sont précisément ceux qui renferment moins d'arbres à l'acre à 65 ans. Il y a donc lieu de croire que chez le pin gris, les effets conjugués de l'ouverture du peuplement et de la qualité du site sur le développement général de l'arbre (cime et fût) se traduisent en définitive par une plus grande production de semences. Il a d'ailleurs été démontré par Matthews (1963) qu'un peuplement ouvert favorise plus la production de semences qu'un peuplement fermé.

TABLEAU I

Nombre d'arbres en fonction du diamètre, de la surface terrière, et de la production de cônes et semences

Nombre d'arbres (acre)	Diamètre moyen (acre)	Surface terrière (pi ² /acre)	Cônes (boisseaux/acre)	Semences (lb/acre)
¹ 576 ± 66	4.7 ± .4	72 ± 15	29 ± 13	7.8 ± 3.7
408 ± 80	6.3 ± .4	94 ± 24	37 ± 22	11.9 ± 7.1

¹ moyenne ± l'écart type.

Dans cette étude nous avons constaté qu'il y avait une relation entre le diamètre moyen des arbres de chacune des 23 parcelles et le nombre de cônes et semences produits. Pour le nombre de cônes cette relation se traduit par l'équation $Y = 224.42 + 71.16 X$ (Y = le nombre de cônes et X = le diamètre moyen) ; et pour les semences par l'équation $Y = 15.5168 + 4.5895 X$ (Y = le poids en grammes des semences et X = le diamètre moyen). Certains auteurs, entre autres Fowells et Schubert (1956) et Matthews (1963) rapportent que la production des cônes augmente avec l'accroissement en diamètre mais jusqu'à une certaine limite, après quoi elle diminue.

RENDEMENT EN CÔNES ET SEMENCES

Les arbres dominants produisent le plus grand nombre de cônes et semences, et le pourcentage de semences pleines et viables, extraites des cônes des pins gris, décroît avec les étages du peuplement (tableau II).

TABLEAU II

Rendement moyen en cônes et en semences à l'acre et par arbre dans un peuplement de pin gris de 65 ans à Labrieville, Québec.

	Arbres (acre)	Cônes (acre)	Semences (acre)	Cônes (arbre)	Semences pleines	par cône viables
Dominants	264	63,624	1,081,608	241	15	10
Codominants	195	11,505	184,080	59	12	6
Intermédiaires	46	460	4,140	10	5	3
Boisseaux/acre		33.2				
Livres/acre			9.6			

NOTE: à Labrieville, un boisseau contient en moyenne 2,325 cônes;
une livre contient en moyenne 133,000 semences;
le poids moyen de 1,000 semences est de 3.4 grammes.

Dans l'ensemble des 23 parcelles étudiées, seulement 52% des arbres font partie de l'étage dominant, par contre près de 84% du nombre total de cônes à l'acre, et 80% du nombre total de semences, également à l'acre, proviennent d'arbres dominants, tandis que les codominants qui forment tout de même 38% du peuplement ne contribuent qu'à environ 15% de la production totale en cônes et semences à l'acre. Il est évident que les plus gros arbres (dominants) sont porteurs de plus de cônes, et partant de semences, que les plus petits (intermédiaires). Le fait que ces résultats soient, à date, les seuls obtenus au Québec, rend toute comparaison impossible. Il est intéressant cependant de mentionner qu'au Minnesota, d'après Eyre et Le Barron (1944) un peuplement de pin gris du même âge que celui de Labrieville, produit 31.4 boisseaux de cônes à l'acre et 13.5 livres de semences également à l'acre. À Labrieville, pour une même unité de surface, la production est de 33.2 boisseaux de cônes et de 9.6 livres de semences.

En comparant nos résultats avec ceux obtenus par d'autres chercheurs, on serait porté à croire que chez le pin gris la production de semences par cône est plus grande au sud qu'au nord de son aire de distribution. En effet, nous trouvons à Labrieville une moyenne de 17 semences par cône, alors que plus au sud, au Nouveau-Brunswick, McLeod (1960) rapporte une moyenne de 20 semences par cône tandis qu'au Minnesota, Rudolf (1958) a trouvé que la production en semences par cône variait entre 21 et 76. Par contre, Roe (1963) travaillant au nord de l'état du Minnesota rapporte 17 semences par cône. Il est possible selon Cayford¹ que ces variations rapportées soient partiellement at-

1. Communication personnelle

tribuables aux méthodes employées pour l'extraction des semences. D'autres études plus poussées seraient requises pour vérifier l'hypothèse que le pin gris produit plus de semences au nord qu'au sud de son aire de distribution.

La production en semences pleines et viables par cône qui décroît avec les étages du peuplement de pin gris trouverait son explication dans la quantité de lumière solaire qui atteint, à des degrés différents, les trois étages du peuplement de Labrieville. Zentsch (1961) a trouvé en effet que les meilleurs cônes et semences sont, en général, situés dans la partie de la cime qui reçoit la plus grande quantité de lumière.

ÉNERGIE ET CAPACITÉ GERMINATIVE

L'énergie germinative des semences varie avec l'âge des cônes, par contre leur faculté germinative n'est pas reliée statistiquement à l'âge des cônes (tableau III).

TABLEAU III

Énergie et capacité germinative des semences extraites des cônes de différents âges et tests de signification pour 36 degrés de liberté.

	Énergie germinative	Valeur de "t"	Capacité germinative	Valeur de "t"
3 ans et moins	52	2.83 ²	69	0.36 ¹
4 ans et plus	27		62	

¹ non significatif

² significatif

Il est généralement admis que, abstraction faite du caractère génétique, le critère servant à évaluer la qualité d'une semence est sa rapidité à germer lorsque soumise au test de germination. Or, le test de l'énergie germinative de Slovcev (1958) indique que, huit jours après ensemencement, 52% des semences extraites de cônes ayant trois ans et moins étaient déjà germées alors que celles extraites de cônes ayant plus de trois ans montraient un taux de germination de 27%. Il semblerait donc que chez le pin gris, les semences de cônes de trois ans et moins sont de meilleure qualité que celles de cônes de plus de trois ans. Ainsi il serait avantageux au laboratoire et en pépinière d'employer des semences de jeunes cônes de préférence à celle de cônes plus âgés.

D'autre part, le fait que la capacité germinative ne soit pas reliée à l'âge des cônes indiquerait que les semences extraites de cônes de plus de trois ans

ont quand même une certaine valeur puisqu'en vieillissant elles ne perdent pas leur pouvoir de germination au même rythme que leur énergie germinative. Quant à savoir si la rapidité de germination se traduit par une croissance plus rapide de plants, ceci reste à déterminer. Cette connaissance, à notre avis, serait fondamentale dans le choix des cônes en vue du travail en pépinière.

Remerciements

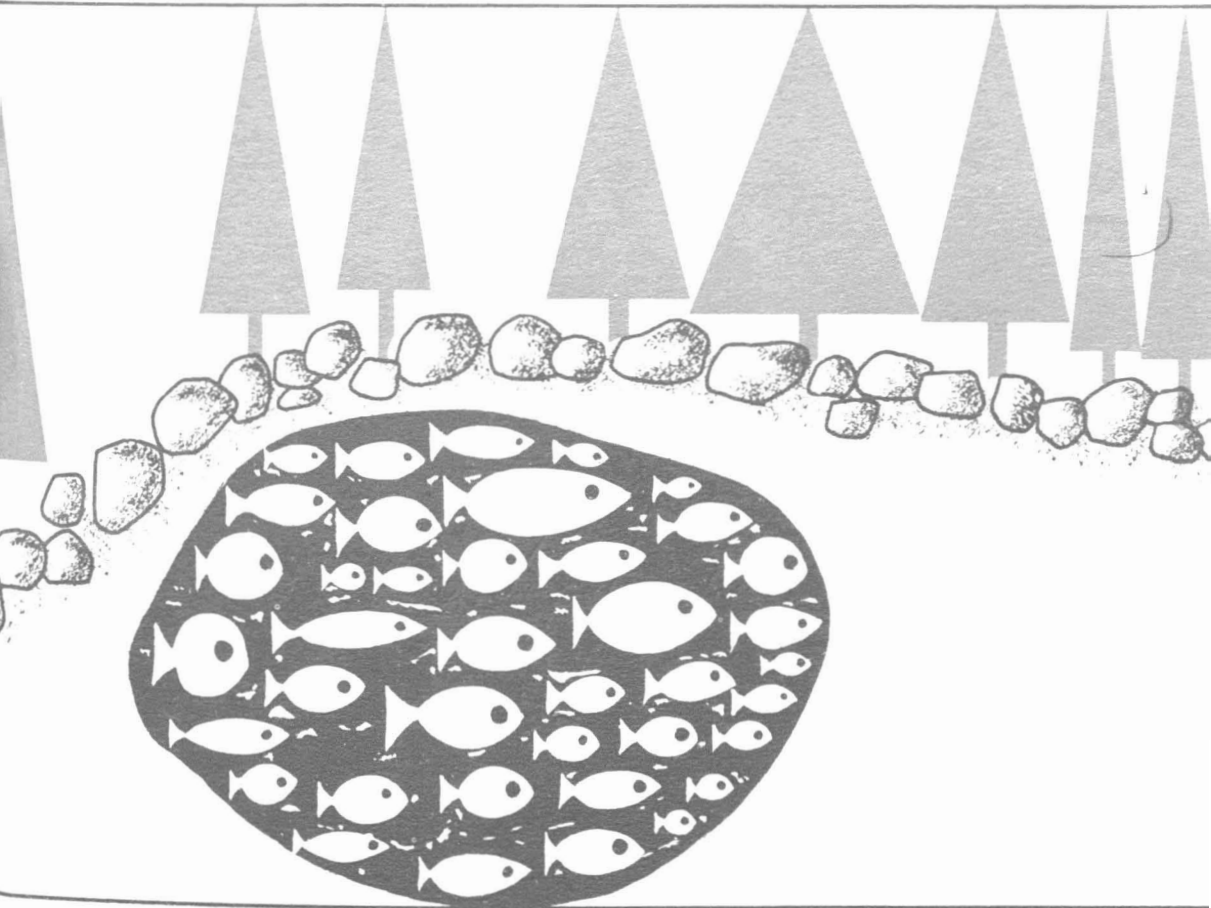
Les auteurs remercient sincèrement Messieurs A. Choquette, A. Forgues et C. Wolff pour leur assistance technique. Ils expriment aussi leur gratitude à Monsieur J.H. Cayford, coordonnateur de programmes au Ministère des pêches et des forêts, pour ses conseils précieux.

Références

- CAYFORD, J.H., 1957. Jack Pine Regeneration — a review of literature. *Can. Dep. N. Aff. and Nat. Res., Forest Br., Forest Res. Div., S. & M.* **57-9**, 53 p.
- CAYFORD, J.H., Z. CHROSCIEWICZ and H.P. SIMS, 1967. A review of Silvicultural Research in Jack Pine. *Publ. Can. Dep. of Forest. and Rural Develop., Forest Br.*, **1173**, 255 p.
- EYRE, F.H. and R.K. LE BARRON, 1944. Management of Jack Pine Stands in the Lake States. *Bull. U.S. Dep. Agr. Tech.* **863**, 66 p.
- FOWELLS, H.A. and G.H. SCHUBERT, 1956. Seed crops of forest trees in the Pine region of California. *Tech. Bull. U.S. Dept. Agric.*, **1150**.
- LAFOND, A., 1956. Notes pour l'identification des types forestiers sur les concessions de la Québec North Shore Paper Company, Baie Comeau. Québec North Shore Paper Co., Baie Comeau.
- LINTEAU, A., 1959. Classification des stations forestières de la section des conifères du Nord-Est, région forestière boréale de Québec. *Bull. Min. Can. Res. natur., Dir. forêts*, **118**.
- MATTHEWS, J.D., 1963. Factors affecting the production of seed by forest trees. Reprinted from *Forestry Abstracts*, **24** (1): Leading Article Series No. 32.
- MCLEOD, J.M., 1960. Jack Pine Seeds Tests. *Can. Dep. N. Aff. Nat. Res., Forest Res. Div., Unpubl.*, **MS 7**.
- POPOVICH, S., 1969. Relation entre le type forestier et la production de cônes et semences dans un peuplement de pin gris de 65 ans. Min. pêches et forêts, Q-FX-1.
- ROE, E.I., 1963. Seed stored in cones of some jack pine stands, Northern Minnesota. *United States Dep. Agric. For. Serv., Lake States For. Exp. Sta., Res. Pap.* **LS-1**.
- ROWE, J.S., 1959. Forest regions of Canada. *Bull. Dep. N. Aff. Nat. Res.*, **132**, 71 p.
- RUDOLF, P.O., 1958. Jack Pine (*Pinus banksiana*). Station Paper No 61, *Lake States U.S. Dep. of Agr., Washington D.C. Tech. Bull.*, **863**, 31 p.
- SCHANTZ-HANSEN, T., 1941. A study of Jack Pine Seed. *J. For.*, **39**: 980-990.
- SLOVCOV, A.U., 1958. Energhia prorastania-obiazatelni pokazatel' Kacestva lesnih semian. *Le. Khozistvo*, (1): 31-32.
- VILLENEUVE, G.O., 1967. Sommaire climatique du Québec. Min. rich. natur. Québec. No **24**.
- ZENTSCH, W., 1961. The properties of Scots Pine seed from different part of the crown. *Forstwiss. Cbl.*, **80** (9): 287-294.

Volume 97,
n° 6,
novembre - décembre 1970

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, *Université Laval*

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, *Université Laval*

A. C. NEISH, *Conseil national des recher-
ches du Canada, Halifax*

W. E. RICKER, *Office des recherches sur
les pêcheries du Canada*

D. M. ROSS, *Université d'Alberta*

HENRI TINTANT, *Faculté des sciences
de Dijon*

ADMINISTRATION (abonnements, changements d'adresse, droits de reproduction) :

Les Presses de l'Université Laval, Case postale 2447, Québec (2^e), Québec

Abonnement annuel

au Canada : \$ 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 **Secrétaire de la rédaction**, LE **NATURALISTE CANADIEN**, Département de biologie, Faculté des Sciences, Université Laval, Québec (10^e), Québec.

LE **NATURALISTE CANADIEN** est publié avec l'aide du Ministère des Affaires culturelles du Québec.

Courrier de la deuxième classe — Enregistrement no 1768.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec — Quatrième trimestre 1970.

LE NATURALISTE CANADIEN

Volume 97

Novembre-Décembre 1970

No 6

LE FJORD DU SAGUENAY

II. LA FAUNE ICHTYOLOGIQUE ET LES CONDITIONS ÉCOLOGIQUES ^{1,2}

GÉRARD DRAINVILLE

Collège de Joliette, Québec

Résumé

La faune ichtyologique du fjord du Saguenay comprend 50 espèces réparties en 21 familles. Une espèce arctique, *Lycodes pallidus*, est nouvelle pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Dans ce travail, on fait la corrélation entre les catégories zoogéographiques (arctiques, subarctiques, arctiques-boréales, boréales) auxquelles appartiennent ces espèces et les caractéristiques des nappes d'eau qu'elles habitent dans le Saguenay. Cette étude nous permet de conclure que le fjord du Saguenay est formé de deux milieux écologiques superposés et que sa nappe profonde constitue une *enclave biogéographique arctique* dans une zone boréale. Ce dernier point nous est indiqué par le grand nombre d'espèces de Poissons arctiques et subarctiques qui s'y trouvent, de même que par la présence et parfois l'abondance de plusieurs Invertébrés, rares ou absents actuellement dans l'estuaire ou le golfe du Saint-Laurent, et qui sont confinés aux mers polaires : *Ophiopus arcticus*, *Nereis zonata*, *Sympleustes pulchella*, *Tryphosa spitzbergensis*, etc.

On signale ici une analogie entre cette réserve zoogéographique arctique du fjord et l'enclave phytogéographique arctique des monts Shickshocks (Gaspésie). De plus, les récoltes abondantes de deux espèces d'Amphipodes littoraux, *Gammaracanthus loricatus* et *Atylus carinatus*, typiques du littoral des mers arctiques, absentes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et reconnues comme reliques en certains endroits de l'Europe, nous permettent de conclure au caractère de reliques de certains éléments de la faune du Saguenay. Le fjord du Saguenay peut de ce fait être désigné comme une sorte de « mémoire écologique » de l'Arctique dans une zone boréale.

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec, n° 28, Direction des Pêches, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

2. Travail exécuté au Camp des Jeunes Explorateurs (Saguenay) avec la collaboration de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière (Gaspé).

Abstract

The ichthyological fauna of the Saguenay fjord comprises 50 species divided into 21 families. One particular arctic species, *Lycodes pallidus*, is new in the region of the Estuary and of the Gulf of St. Lawrence.

A correlation is being established here between the zoogeographical categories (arctic, low-arctic, arctic-boreal, boreal) to which those species belong and the characteristics of the water layers they inhabit in the Saguenay. The conclusion of our study is that the Saguenay fjord is formed of two ecological and superposed milieux and that its lower water layer constitutes a *biogeographical arctic enclave* within a boreal zone. That latter point is indicated by the great number of arctic and low-arctic species of fish that are found there, together with an abundance of many invertebrates, actually rare in or absent from the Estuary or the Gulf of St. Lawrence and confined to the polar seas : *Ophiopus arcticus*, *Nereis zonata*, *Sympleustes pulchella*, *Tryphosa spitzbergensis*, etc.

An analogy may be noted between the zoogeographical arctic reserve of the fjord and the phytogeographical arctic enclave of the Shickshock Mountains of Gaspé Peninsula. Moreover the abundant harvest of two species of coastal amphipoda, *Gammaracanthus loricatus* and *Atylus carinatus*, typical of the arctic sea coasts, not found in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence and recognized as relicts of some European regions, permits us to conclude that some elements of the Saguenay fauna are in fact characterized as such relicts. The Saguenay fjord may thus be designated as a kind of « ecological memory » of the Arctic in a boreal zone.

Introduction

Dans un premier article, nous avons décrit l'océanographie physique du fjord du Saguenay (Drainville, 1968). Nous présentons aujourd'hui les résultats d'un inventaire des Poissons du Saguenay ainsi qu'un aperçu des conditions écologiques de ce fjord.

TRAVAUX BIOLOGIQUES ANTÉRIEURS SUR LE SAGUENAY

Le Haut-Saguenay, qui va du lac Saint-Jean à Shipshaw, a déjà fait l'objet de quelques travaux de biologie. Laverdière et Mailloux (1956) décrivent certains gisements fossilifères provenant d'une transgression de la mer de Champlain (mer de Laflamme) qui atteignit le Haut-Saguenay et le lac Saint-Jean. Ils signalent pour cette région des fossiles d'espèces marines que nous récoltons actuellement vivantes dans le fjord : *Macoma balthica* Linné, *Hiatella (Saxicava) arctica* (Linné), *Mya arenaria* Linné et *Yoldia glacialis* (Gray). Ces mentions de spécimens fossiles, remontant à environ 8 000 ou 9 000 ans (Lasalle, 1965, 1968), sont d'un grand intérêt pour la compréhension de l'histoire du Saguenay tout entier. Legendre (1943) donne pour le Haut-Sa-

guenay une liste de dix espèces de Poissons capturées à Isle-Maligne, en juillet et en août 1943.

Le fjord du Saguenay, qui s'étend de Saint-Fulgence à Tadoussac, a aussi été l'objet de quelques études biologiques occasionnelles. Montpetit (1897) mentionne le Saguenay parmi les grandes rivières à Saumon et précise : « *Le Saumon se rend aujourd'hui jusqu'à Chicoutimi* ». Il signale aussi (pp. 360-61) la *Truite de mer* dans le Saguenay ; il s'agit sans doute de *Salvelinus fontinalis*. Lagueux (1952), parlant des Saumons étiquetés et libérés à Tadoussac, mentionne des recaptures de *Salmo salar* à Anse-Saint-Jean, à Petit-Saguenay et à l'anse à la Passe-Pierre.

Les rapports annuels du Ministère des Pêcheries et de la Chasse, Québec, font également mention de captures de Saumons faites dans la baie de Tadoussac, chaque année, depuis l'existence de la pisciculture de Tadoussac (1875) jusqu'à aujourd'hui.

Leim (1924) signale l'Alose, *Alosa sapidissima* (Wilson), « ... at the mouth and in the Saguenay river ... ». Sur une carte de distribution, il indique le lieu de capture de l'Alose dans le Saguenay. Cette indication, imprécise, semble se situer aux environs de Petit-Saguenay.

Dans le rapport de ses travaux d'inventaire biologique effectués dans l'estuaire du Saint-Laurent, la *Station biologique de Trois-Pistoles* ne mentionne qu'un seul dragage dans le Saguenay (D³⁹, in Risi, 1934). Cette récolte a été faite dans la fosse en face de Tadoussac, probablement tout près du lieu de notre collection 62-2 (fig. 1). Préfontaine et Brunel (1962) incluent dans leur liste d'Invertébrés de l'estuaire du Saint-Laurent les résultats de ce dragage numéro 39.

Quelques résultats d'un inventaire biologique du fjord du Saguenay, en cours au *Camp des Jeunes Explorateurs*, ont déjà été publiés dans les rapports annuels de ce camp. De plus, quelques publications particulières ont déjà fait mention de 29 espèces de Poissons (Drainville et Brassard, 1960, 1961) et indiqué le caractère arctique de la faune du Saguenay (Drainville, 1964). Dans le présent travail, ces premiers résultats sont réunis aux autres obtenus par la suite.

En août 1961, Vianney Legendre organisa une pêche au filet maillant à l'anse aux Érables (Legendre, 1961, 1962). Cette pêche permit d'ajouter les espèces suivantes à la liste des Poissons du Saguenay alors connus : le Flétan du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum)), la Morue franche (*Gadus morhua* Linné) et des capsules d'oeufs de Raie épineuse (*Raja radiata* Donovan). De plus, plusieurs espèces d'Invertébrés marins furent capturées à cette occasion. Ces récoltes sont intégrées à celles du *Camp des Jeunes Explorateurs*.

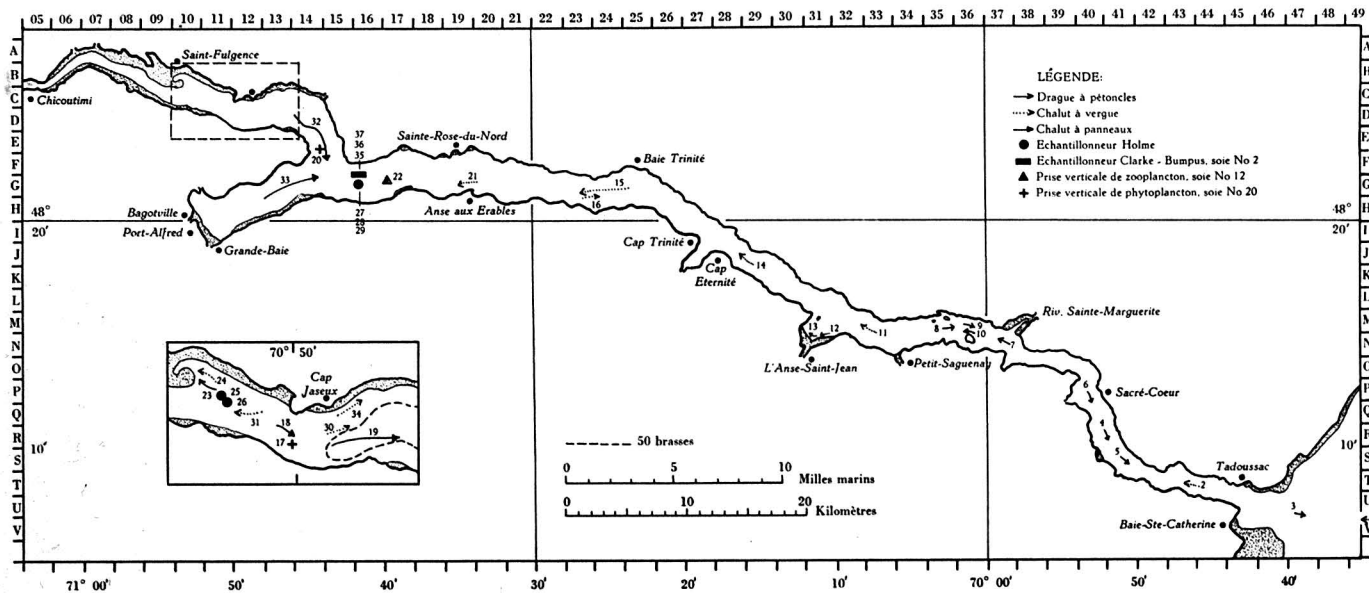


FIG. 1. Localisation des collections effectuées dans le fjord du Saguenay, lors de la croisière du 14 au 22 juin 1962. Ces numéros, de 1 à 37, appartiennent à la série 62—. Cette carte indique aussi la subdivision en secteurs déjà donnée à la figure 3 de notre précédent travail (Drainville, 1968).

Appareils et méthodes

LES COLLECTIONS

L'inventaire ichthyologique dont nous traiterons ici fait partie d'un inventaire biologique général du fjord du Saguenay entrepris en 1958 au *Camp des Jeunes Explorateurs*. Ce camp d'études en sciences naturelles, dirigé par Léo Brassard, est situé au cap Jaseux, à environ 25 kilomètres en aval de Chicoutimi (fig. 1). En plus du directeur du camp, plusieurs biologistes nous ont apporté leur aide dans cet inventaire, en particulier MM. Louis-M. Lalancette et Louis Legendre. Le *Camp des Jeunes Explorateurs* est responsable de ces collections, même si certains spécimens ont été cédés à d'autres musées.

Une partie importante de nos récoltes provient d'une croisière faite sur le Saguenay, du 14 au 22 juin 1962. Le petit chalutier de 18 mètres de longueur, « *l'Edward W.* », que nous avons utilisé, appartenait à la *Station de Biologie marine de Grande-Rivière*, Gaspé. Cette croisière était dirigée par Pierre Brunel, biologiste, assisté de l'auteur. Le travail d'océanographie physique de la croisière était sous la responsabilité de Marcel Tiphane (Drainville, 1968; Tiphane, 1963). Les récoltes effectuées durant cette expédition ont été localisées sur une carte à part, à cause de leur importance (fig. 1).

Pour chaque numéro de collection, nous donnons en appendice les coordonnées géographiques des lieux de captures, la profondeur de prise, la qualité du fond, l'engin de pêche utilisé et la date de la récolte. Les chiffres donnant la profondeur admettent un certain degré d'imprécision pouvant aller jusqu'à une dizaine de mètres pour les profondeurs de 75 mètres et plus. Cependant, au cours de la croisière du 14 au 22 juin 1962, la précision est plus grande. Nous avons, à ce moment-là, utilisé un écho-sondeur laissant une marge d'erreur d'environ 2%.

LES ENGINS DE PÊCHE

Le but de nos recherches étant de dresser un inventaire surtout qualitatif, nous avons employé un grand nombre d'engins de pêche variant selon les conditions du fond, la profondeur du fjord, les courants, la nature de l'embarcation ou la sorte d'animaux que nous désirions prendre. On trouvera en appendice une brève description de tous les engins de pêche utilisés dans notre inventaire.

Résultats

INVENTAIRE DES POISSONS DU FJORD DU SAGUENAY

Cinquante espèces de Poissons, réparties en 21 familles, ont été capturées jusqu'à maintenant dans le fjord du Saguenay. Deux d'entre elles ne font pas partie de nos récoltes. L'une, *Somniosus microcephalus*, a été signalée dans des comptes rendus des journaux de la région (Drainville et Brassard, 1960).

L'autre, *Cyclopterus lumpus*, est connue grâce à un spécimen capturé à Saint-Fulgence, en juillet 1944, et conservé au Musée du Bon-Conseil, à Chicoutimi.

Seulement trois des 50 espèces mentionnées dans ce travail avaient été signalées dans les publications portant sur le fjord du Saguenay, avant le début de notre inventaire en 1958 : *Alosa sapidissima*, *Salmo salar* et *Salvelinus fontinalis*. Des dix espèces rapportées par Legendre en 1943 pour le Haut-Saguenay, une seule, *Lota lota lacustris* (Walbaum), n'a pas encore été trouvée dans le fjord. La mention de *Lycodes pallidus* dans le Saguenay constitue une extension d'aire importante vers le sud. Quant à l'espèce *Liparis cyclostigma*, il semble qu'elle n'ait pas été signalée dans l'estuaire du Saint-Laurent avant aujourd'hui à cause d'une mauvaise identification de Vladykov et Tremblay (1935) ; cette espèce serait le *Liparis* le plus abondant dans la région de Trois-Pistoles (Bergeron, *in litt.* 23 janvier 1968). Cependant, il se trouve que, de fait, jusqu'à aujourd'hui, les mentions les plus rapprochées du Saguenay étaient celles de Backus (1957) et de Gordon et Backus (1957), au Labrador.

L'identification des spécimens a été faite ou vérifiée par nous avec la collaboration régulière de Léo Brassard. Dans certains cas cependant, nous avons eu recours aux biologistes suivants pour identifier ou vérifier l'identification de quelques espèces : 1) P. Brunel : *Boreogadus saida*, *Reinhardtius hippoglossoides* ; 2) G. Lacroix : *Osmerus eperlanus mordax* (larves) ; 3) V. Legendre : *Coregonus artidii*, *Cyclopterus lumpus*, *Esox lucius*, *Fundulus diaphanus*, *Gadus ogac*, *Reinhardtius hippoglossoides*, *Salmo salar* ; 4) D.E. McAllister : *Artediellus atlanticus*, *Aspidophoroides monopterygius*, *Careproctus longipinnis*, *Careproctus sp.*, *Gadus morhua* (jeunes), *Liparis cyclostigma*, *Lycodes lavalaei*, *L. pallidus*, *L. reticulatus*, *L. turneri*, *L. vahlii*, *Pholis gunnellus*, *Triglops murrayi* ; 5) W.C. Schroeder : *Somniosus microcephalus* (photographies) ; 6) V.D. Vladykov : une civelle d'*Anguilla rostrata*.

Le tableau I donne la liste des espèces de Poissons trouvées jusqu'à maintenant dans le fjord du Saguenay, ainsi que certains renseignements sur les conditions de captures. Dans ce tableau, la taille correspond à la longueur totale du poisson. L'ordre de présentation des familles est celui de Leim et Scott (1966).

ÉCOLOGIE ET ZOOGÉOGRAPHIE DES POISSONS DU SAGUENAY

Nous essaierons ici de grouper les Poissons du fjord du Saguenay dans des catégories écologiques (espèces dulcicoles, migratrices et marines) et dans des catégories zoogéographiques (espèces arctiques, subarctiques, arctiques-boréales et boréales).

Habituellement, les grandes catégories biogéographiques sont définies presque uniquement d'après le facteur température ; la salinité des eaux est rarement considérée dans ces classifications. Cette manière de faire comporte

sans doute des inconvénients, comme celui que signale Walters (1955) de grouper ensemble des espèces ayant des exigences très différentes quant à la salinité. Pour parer un peu à cet inconvénient, nous allons d'abord placer les Poissons du fjord du Saguenay dans des catégories écologiques qui tiennent compte de la salinité, puis nous les situerons dans les cadres zoogéographiques habituels basés sur la température.

ESPÈCES DULCICOLES, MIGRATRICES ET MARINES DU FJORD

La définition de ces catégories écologiques ne présente pas de difficultés théoriques : les espèces dulcicoles sont celles qui vivent toujours en eau douce, les espèces marines sont celles qui vivent toujours en eau salée. Il se peut cependant que des individus d'une espèce marine ou d'une espèce d'eau douce soient signalés exceptionnellement en eau saumâtre. Dans ce cas, la désignation « *dulcicole* » ou « *marine* » vaut quand même, si le comportement de l'ensemble de l'espèce correspond à la définition. Une troisième catégorie désignée ici du nom « *d'espèces migratrices* », comprendra seulement les Poissons que Fage et Fontaine (1958) qualifient de migrateurs amphibiotiques : ceux qui migrent de la mer vers les eaux douces ou inversement, mais non ceux qu'ils nomment holobiotiques, qui effectuent leurs migrations dans un même milieu.

Huit espèces (16%), habituellement étiquetées comme dulcicoles, sont présentes dans le fjord du Saguenay : *Catostomus catostomus*, *Catostomus commersoni*, *Coregonus artedii*, *Coregonus clupeaformis*, *Esox lucius*, *Fundulus diaphanus*, *Perca flavescens*, *Stizostedion vitreum*. Ces espèces ont été signalées occasionnellement en eau saumâtre (Bergeron, 1960 ; McAllister, 1960a ; Vladykov, 1961), mais elles sont vraiment dulcicoles.

Onze espèces (22%) du Saguenay peuvent être désignées comme migratrices : *Acipenser oxyrhynchus*, *Alosa pseudoharengus*, *Alosa sapidissima*, *Anguilla rostrata*, *Gasterosteus aculeatus*, *Gasterosteus wheatlandi*, *Microgadus tomcod*, *Osmerus eperlanus mordax*, *Pungitius pungitius*, *Salmo salar* et *Salvelinus fontinalis*.

Les 31 autres espèces (62%) présentes dans le fjord sont franchement marines : *Agonus decagonus*, *Ammodytes hexapterus*, *Arctediellus atlanticus*, *Aspidophoroides monoptyerygius*, *Boreogadus saida*, *Careproctus longipinnis*, *Careproctus sp.*, *Clupea harengus*, *Cyclopterus lumpus*, *Enchelyopus cimbrius*, *Gadus morhua*, *Gadus ogac*, *Gymnelis viridis*, *Gymnocanthus tricuspis*, *Hemipteris americanus*, *Hippoglossoides platessoides*, *Limanda ferruginea*, *Liopsetta putnami*, *Liparis cyclostigma*, *Lycodes lavalaei*, *Lycodes pallidus*, *Lycodes reticulatus*, *Lycodes turneri*, *Lycodes vahlii*, *Myoxocephalus scorpius*, *Pholis gunnellus*, *Raja radiata*, *Reinhardtius hippoglossoides*, *Sebastes marinus*, *Somniosus microcephalus*, *Triglops murrayi*.

TABLEAU I

Espèces de Poissons capturées dans le fjord entre 1958 et 1968. Nous donnons dans ce tableau quelques circonstances de captures ; les autres renseignements se trouvent en appendice. La figure 2 résume les profondeurs de prise pour chaque espèce.

<i>Nom de l'espèce</i>	<i>Nom français</i>	<i>Lieux de capture</i>	<i>Numéros de collection</i>	<i>Nombre</i>	<i>Taille (cm)</i>	<i>Remarques</i>
DALATIIDAE <i>Somniosus microcephalus</i> (Bloch et Schneider)	LES LEICHES Laimargue, Requin du Groenland	Baie des Iles, C-13 ; Saint-Fulgence	— —	1 1	environ 300 environ 350	Drainville et Brassard, 1960
RAJIDAE <i>Raja radiata</i> Donovan	LES RAIES Raie épineuse	Anse aux Érables Tadoussac Baie des Ha ! Ha !	61-131 61-136 61-137 61-139 61-142 62-2 62-33	1 embr. 1 embr. 5	 12.5, 19.0, 21.5, 26.0, 41.0	Il s'agit de récoltes de sept capsules d'oeufs de cette espèce ; deux de ces capsules contenaient un embryon Une capsule d'oeuf
ACIPENSERIDAE <i>Acipenser oxyrinchus</i> Mitchill	LES ESTURGEONS Esturgeon noir	Cap Jaseux	59-10 59-104 61-9 61-11 62-75 62-81	1 1 1 1	83.7 74.3 80 62.5 environ 90 109	Magnin (<i>verb.</i>) nous a signalé un spécimen de 187 cm (35 kg) capturé sur le rivage, dans la baie des Ha ! Ha !, en 1965

<p>CLUPEIDAE</p> <p><i>Alosa pseudoharengus</i> (Wilson)</p> <p><i>Alosa sapidissima</i> (Wilson)</p> <p><i>Clupea harengus</i> Linné</p>	<p>LES HARENGS</p> <p>Gaspereau</p> <p>Alose savoureuse</p> <p>Hareng atlantique</p>	<p>Anse-Saint-Jean</p>	61-76	1	13	<p>La taille des 17 spécimens capturés au cap Jaseux varie entre 8 et 37 cm</p>
			64-101	1	19	
		<p>Petit-Saguenay</p>	62-527	1	28.5	
			62-577	1	30.5	
			62-585	1	29	
		<p>Cap Jaseux</p>	60-28	1		
			61-3	2		
			61-6	3		
			61-14	3		
			61-71	2		
			62-48	1		
			62-64	1		
			62-68	1		
			62-109	1		
			62-111	1		
63-43	1					
<p>Baie des Iles, C-13;</p> <p>Anse-Saint-Jean</p> <p>Cap Ouest, F-14;</p> <p>Cap Jaseux</p>	63-23	1	61			
	59-38	1	16			
	64-142	1	32			
	59-105	1	29.5			
	60-27	63	12 à 26.5			
60-63	1	?				
<p>SALMONIDAE</p> <p><i>Coregonus artedii</i> LeSueur</p>	<p>LES SAUMONS, TRUITES, CORÉGONES</p> <p>Cisco de l'est</p>	<p>Saint-Fulgence</p> <p>Baie des Iles, C-13;</p>	63-543	1	22	<p>M. J.-Nap. Tremblay, pêcheur de Saint-Fulgence, dit avoir</p>
			65-00	1	29	

Nom de l'espèce	Nom français	Lieux de capture	Numéros de collection	Nombre	Taille (cm)	Remarques
<i>Coregonus clupeaformis</i> (Mitchill)	Corégone de lac	Cap Jaseux	59-33	1	5.7	capturé plusieurs individus à l'automne 1963
			61-75	1	22.3	
			61-81	1	19.0	
			61-147	1	21	
			63-19	1	32	
			65-107	1	26	
<i>Salmo salar</i> Linné (Voir Legendre, 1966; Gravel, 1967)	Saumon atlantique	Cap Jaseux	59-1	1	16.0	âge : 2 ans ; " : 4 ans ; Ouananiche, selon Vianney Legendre
			59-9	1	51.4	
		Anse-Saint-Jean	59-106	1	75 environ	
			59-107	1	75 environ	
		Petit-Saguenay	62-575	1	50	
<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchill)	Ombles de fontaine	Partout sur le Saguenay	—		8 à 44	Quelques centaines d'individus capturés ; il n'est pas utile de donner la série des numéros de collection ; profondeur maximum de prise : 23 mètres
OSMERIDAE <i>Osmerus eperlanus mordax</i> (Mitchill) (Voir McAllister, 1963)	LES ÉPERLANS Éperlan d'Amérique	Partout sur le Saguenay	—		3 à 22	Plusieurs dizaines de milliers ; Voir remarque précédente ; profondeur maximum de prise : 20 mètres pour les adultes ;

			62-36 62-37		larves "	Ces prises planctoniques, faites de part et d'autre de la thermo-halocline, donnent : 63 larves par trait de chalut de 20 minutes au-dessus de la thermo-h. contre 2.6 larves au-dessous
ESOCIDAE <i>Esox lucius</i> Linné	LES BROCHETS Grand Brochet	Pointe aux Pins, C-11; Cap Jaseux Baie des Iles, C-13;	60-29 60-42 60-58A 62-110 64-31	1 2 1 1 1	11.2 8.5, 10.2 10.6 ? 28	
CATOSTOMIDAE <i>Catostomus catostomus</i> (Forster) <i>Catostomus commersoni</i> (Lacépède)	LES SUCETS Sucet à long nez Sucet noir	De Saint-Fulgence à Petit-Saguenay Pointe-aux-Pins, C-12 ; Cap Jaseux Anse-Saint-Jean	— 60-42 59-76 65-20 59-75	 2 1 1 2	8 à 43 6.4, 8.3 11.8 34 2.3, 3.5	Plusieurs centaines d'individus ; Voir remarque à <i>Salvelinus</i>
ANGUILLIDAE <i>Anguilla rostrata</i> (LeSueur)	LES ANGUILLES Anguille d'Amérique	Partout sur le Saguenay	—		5.6 à 7.5	Une centaine d'individus ; voir remarque à <i>Salvelinus</i> .

<i>Nom de l'espèce</i>	<i>Nom français</i>	<i>Lieux de capture</i>	<i>Numéros de collection</i>	<i>Nombre</i>	<i>Taille (cm)</i>	<i>Remarques</i>
			59-81		environ 12	Jeunes anguilles capturées au moment où elles remontaient une paroi verticale glaiseuse, à l'embouchure de la rivière de l'anse à Pelletier, secteur C-15
		Sainte-Rose-du-Nord	63-502	1	civelle : 5.8	Ces civelles ont été capturées dans des étangs de marée
		Cap Jaseux	68-37	13	" : 5.6 à 6.4	
FUNDULIDAE <i>Fundulus diaphanus</i> (LeSueur)	LES FONDULES Petit barré	Cap Jaseux	58-1	1	7	
GASTEROSTEIDAE <i>Gasterosteus aculeatus</i> Linné (Voir Dupuis et Girard, 1959 ; Penczak, 1960, 1960a)	LES ÉPINOCHES Épinoche à trois épines	Partout sur le Saguenay	—		2.0 à 8.5	Quelques milliers d'individus; Voir remarque à <i>Salvelinus</i>
<i>Gasterosteus wheatlandi</i> Putnam (Voir McAllister, 1960)	Épinoche à deux épines	Cap Jaseux	59-7	3	?	
			59-30	1	4.0	
			59-31	1	3.5	
			59-33	13	3.5 à 4.5	
			60-2	1	?	
			60-6	1	6.0	
			60-31	2	3.6, 4.5	
			61-27	2	3.5, 3.7	

<i>Pungitius pungitius</i> (Linné)	Épinoche à neuf épines	Cap Jaseux	58-11	2	?	
			58-12	1	?	
			58-13	1	?	
			59-31	1	5.5	
			59-33	1	6.0	
			59-35	1	4.0	
			59-36	1	5	
			59-26	1	6	
62-100	2	5 chacune				
GADIDAE <i>Boreogadus saida</i> (Lepechin)	LES MORUES Saida	Cap Ouest, D-14 ;	62-32	1	33	Les seules captures connues pour le Saint-Laurent sont celles de Vladykov (1945) ; notre spécimen est parmi les plus gros connus (Voir Jensen. 1948 ; Backus, 1957 ; Hognestad, 1961 ; Leim et Scott, 1966)
<i>Enchelyopus cimbrius</i> (Linné)	Motelle à quatre barbillons	Sainte-Rose-du- Nord	63-538	1	22.3	
<i>Gadus morhua</i> Linné	Morue franche	De la pointe-aux- Pins, C-11, à Pe- tit-Saguenay	—		10.8 à 40.7	

<i>Nom de l'espèce</i>	<i>Nom français</i>	<i>Lieux de capture</i>	<i>Numéros de collection</i>	<i>Nombre</i>	<i>Taille (cm)</i>	<i>Remarques</i>
<i>Gadus ogac</i> Richardson	Ogac	Anse-Saint-Jean	59-38	1	17.1	Les jeunes <i>Gadus ogac</i> sont difficiles à distinguer des jeunes <i>Gadus morhua</i>
			59-40	1	27.6	
			59-41	1	25.7	
		Sainte-Rose-du-Nord	60-15B	1	12.5	
<i>Microgadus tomcod</i> (Walbaum)	Poulamon atlantique	Baie des Iles, C-13;	63-25	1	40	Quelques centaines d'individus capturés; profondeur maximum de prise: 25 mètres. Voir remarque à <i>Salvelinus</i>
		Partout sur le Saguenay	—		5.5 à 36.4	
PERCIDAE <i>Perca flavescens</i> (Mitchill)	LES PERCHES Perchaude	Pointe aux Pins, C-11;	60-1	1	24	
<i>Stizostedion vitreum</i> (Mitchill)	Doré jaune	Cap Jaseux	59-31	1	4.1	
			61-36	1	4.5	
		Anse-Saint-Jean	64-127	1	13.0	
		Pointe aux Pins, C-11;	60-30	1	13.7	
		Saint-Fulgence	65-126	1	33	
	Cap Jaseux	66-0	1	9.7		
		66-138	2	?		
AMMODYTIDAE <i>Ammodytes hexapterus</i> Pallas	LES LANÇONS Lançon d'Amérique	Cap Jaseux	59-27	1	16.0	

PHOLIDAE <i>Pholis gunnellus</i> (Linné)	LES GONNELLES Sigouine de roche	Anse-Saint-Jean	64-100	1	26.0			
			64-129	1	21.5			
			64-141	1	20			
ZOARCIDAE <i>Gymnelis viridis</i> (Fabricius) <i>Lycodes lavalaei</i> Vladykov et Tremblay <i>Lycodes pallidus</i> Collett	LES LYCODES Unernak	Cap Jaseux	59-28	1	14.0			
			Lycode de Laval	Entre Saint-Fulgence et la baie des Iles, D-15 ;	60-20		1	22.2
					60-41		1	31.6
					60-44		1	21.1
					61-33		1	35.0
					61-82		1	25.2
					61-95		1	24.0
					61-106		1	43.5
					61-108		2	20.0, 26.5
					62-24		1	9.5
	64-62	2			43.0, 45.5			
	65-115	1	30					
	66-82	1	34.5					
	Lycode pâle	Anse-Saint-Jean	Baie Trinité	62-11	1		14.9	
				62-16	4		4.7, 13.4, 18.7, 22.4	
62-21				3	12.7, 14.5, 18.0			
62-33				1	17.6			
62-33B				1	17.8			

13 des 14 spécimens capturés dans le Saguenay sont plus gros que 9 des 10 spécimens de Vladykov et Tremblay (1936)

Premières mentions pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Les mentions les plus rapprochées sont celles du fjord Hébron, Labrador (Backus, 1957; Gordon et Backus, 1957). Plus de 80% des spécimens proviennent de l'amont du fjord, à la profondeur où l'eau est la plus froide.

<i>Nom de l'espèce</i>	<i>Nom français</i>	<i>Lieux de capture</i>	<i>Numéros de collection</i>	<i>Nombre</i>	<i>Taille (cm)</i>	<i>Remarques</i>
<i>Lycodes reticulatus</i> Reinhardt	Lycode arctique	De la pointe aux Pins, C-11, au cap Ouest, E-14 ;	62-18	1	8.5	
			62-19B	9	9.3 à 13.8	
			62-30	56	10.2 à 17.5	
			62-32	3	15.5, 15.2, 16.0	
			62-32B	7	13.3 à 17.2	
			62-34	9	12.5 à 20.2	
			66-115	1	11	
			62-502	1	25.2	
			62-566	1	30.5	
			62-580	1	28.7	
		62-607	1	27.4		
		Anse-Saint-Jean	64-158	1	24.5	
			64-162	1	24.5	
		Anse aux Érables et Sainte-Rose-du-Nord	61-123	2	24.5, 27.7	
			61-124	1	25	
			62-21	9	4.2 à 8.4	
			63-504	1	23.0	
		Baie Trinité	62-16	5	4.7 à 5.5	
		Baie des Ha! Ha!	62-33	4	16.9 à 23.5	
		Du cap Jaseux au cap Ouest, E-14 ;	61-89	1	24.9	
61-90	3		17.5, 19, 23.5			
61-91	1		22.3			
61-94	1		24.0			
61-112	1		22.5			
61-113	1		29.1			
62-19B	3		4.8, 13.0, 17.6			

<i>Lycodes turneri</i> Bean	Lycode polaire	Sainte-Rose-du-Nord	62-30	24	7.9 à 18.7
			62-32	4	15.0 à 19.8
			62-32B	3	4.9, 12.5, 19.0
			62-34	3	16.0, 18.1, 18.1
			63-38	1	12.8
			63-41	1	48
			65-22	1	38
			66-66	1	27
			63-525	1	25.5
			63-526	1	26.0
<i>Lycodes vahlii</i> Reinhardt	Lycode de Vahl	Cap Jaseux	61-90	1	22.0
			61-112	1	16.9
			62-23	1	6.1
			62-30	1	18.0
			62-31	1	21.2
			65-119	1	19
			65-145	1	36
			62-32B	2	23.2, 24.4
			62-21	8	5.5, 16.4, 18.0, 18.6, 20.5, 21.8, 22.1, 34.0
			62-11	20	6.4 à 23.2
SCORPAENIDAE <i>Sebastes marinus</i> (Linné)	LES SCORPÈNES Sébaste atlantique	Petit-Saguenay	62-501	2	38.5, 40.0
			62-548	1	14.5
			62-564	1	11.3

<i>Nom de l'espèce</i>	<i>Nom français</i>	<i>Lieux de capture</i>	<i>Numéros de collection</i>	<i>Nombre</i>	<i>Taille (cm)</i>	<i>Remarques</i>	
		Anse aux Érables et Sainte-Rose- du Nord	61-116 62-21 63-526	1 1 1	6.0 14.6 11.7		
		Cap Jaseux	61-108 64-69	2 1	9.5, 11.0 10.0		
COTTIDAE <i>Arctodiellus</i> <i>atlanticus</i> Jordan et Evermann	LES CHABOTS Crochet atlantique	De l'anse aux Éra- bles à baie Trinité	62-16 62-21	3 2	4.7, 5.6, 5.6 6.5, 11.8	McAllister a utilisé certains de nos spécimens dans sa note systématique sur <i>Arctodiellus</i> (1963a). Il est probable que les <i>A. uncinatus</i> , signalés dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (Bergeron, 1961; Vladykov, 1961), sont en réalité des <i>A. atlanticus</i> , d'après McAllister.	
		Sainte-Rose-du- Nord	63-512 63-516 63-538	1 2 1	12.5 10.4, 11.0 11.4		
		Baie des Ha! Ha!	62-33 62-33B	3 1	11.1, 12.1, 14.2 10.5		
		Du cap Jaseux au cap Ouest, E-15 :	61-74 61-108 61-109 62-30 62-34 63-48 63-50 64-61 64-65	2 1 1 17 10 1 1 1 1	9.0, 11.0 11.0 12 5.5 à 12.2 7.7 à 12.4 11.4 11.3 12.0 10.0		
		Sur le seuil, près de Tadoussac	62-3	1	20.6		
		Petit-Saguenay	62-593 62-602	1 1	12.5 12.4		
<i>Gymnocanthus</i> <i>tricuspis</i> (Reinhardt)	Tricorne arctique						

<i>Hemitripterus americanus</i> (Gmelin)	Hémitriptère atlantique	Anse-Saint-Jean	64-124	1	16.0
		Cap Ouest, D-13 ;	59-80	1	19.0
<i>Myoxocephalus scorpius</i> (Linné)	Chaboisseau à courtes épines	Baie des Iles, C-13;	60-51	1	20.5
			61-24	1	18.0
		Baie de Tadoussac	60-64	4	13.0 à 29
		Tadoussac	62-2	1	21.2
		Sur le seuil, près de Tadoussac	62-3	1	25.0
		Petit-Saguenay	62-541	1	27.5
			62-567	1	19.5
			62-606	1	24.0
			62-608	1	26.5
			Anse-Saint-Jean	59-41	1
<i>Triglops murrayi</i> Günther	Faux-trigle maillé	Sainte-Rose-du-Nord	63-529	1	21.5
		Baie des Iles, C-13;	63-18	1	20.5
		Sainte-Rose-du-Nord	63-527	1	14.0
AGONIDAE	LES AGONES				
<i>Agonus decagonus</i> Bloch et Schneider	Agone atlantique	Anse-Saint-Jean	62-11	1	12.8
		Cap Jaseux	62-30	1	11.0
<i>Aspidophoroides monopterygius</i> (Bloch)	Poisson-alligator atlantique	Baie des Iles, C-13;	63-25	1	13.0

Nom de l'espèce	Nom français	Lieux de capture	Numéros de collection	Nombre	Taille (cm)	Remarques
CYCLOPTERIDAE	LES POULES ET LES LIMACES DE MER					
<i>Careproctus longipinnis</i> Burke	Limace à longues nageoires	Anse-Saint-Jean	62-11	4	2.0 à 3.6	
			62-542	1	14.0	
		Baie Trinité	62-16	1	7.2	
		De Saint-Fulgence	61-95	1	13.2	
		au cap Ouest, E-15 ;	62-19	4	5.0, 7.0, 12.6, 13.5	
			62-31	3	7.7, 7.7, 9.2	
			62-32	7	4.0 à 17.0	
			62-34 64-60	3 1	6.0, 8.4, 12.0 16.0	
<i>Careproctus</i> sp.	Limace	Cap Est, E-15 ;	66-78	1	17.5	Probablement <i>C. reinhardi</i> (Krøyer) ; spécimen mal conservé. l'identification n'a pu être confirmée par Mc-Allister.
<i>Cyclopterus lumpus</i> Linné	Grosse poule de mer	Saint-Fulgence	—	1	42.3	Conservé au Musée du Bon-Conseil, Chicoutimi (Drainville et Brassard, 1961)
<i>Liparis cyclostigma</i> Gilbert	Limace marbrée	Pointe aux Pins, C-11 ;	60-42	1	10.5	Remplace <i>Liparis liparis</i> de Drainville et Brassard, 1961
		Cap Jaseux	62-47	1	12.5	

PLEURONECTIDAE	LES PLIES ET LES FLÉTANS				
<i>Hippoglossoides platessoides</i> (Fabricius)	Plie canadienne	Cap Jaseux	62-19	1	20
			62-30	1	22.5
			62-32B	1	8.5
			63-1	1	22
		Sainte-Rose-du- Nord	63-534	1	19.5
<i>Limanda ferruginea</i> (Storer)	Limande à queue jaune	Cap Jaseux	66-29	1	21.5
<i>Liopsetta putnami</i> (Gill)	Plie lisse	Pointe aux Pins, C-11 ;	59-21	1	16
		Cap Jaseux	66-137	1	?
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i> (Walbaum)	Flétan du Groen- land	Baie Trinité	62-16	1	18
		Anse aux Érables	61-142	1	41.2
		Baie des Ha! Ha!	62-33	7	18.5 à 23.5
			62-33B	2	21.0, 46.5
		Cap Ouest. E-14 ;	62-32	5	20.5, 22.0, 24.0, 42, 45.5

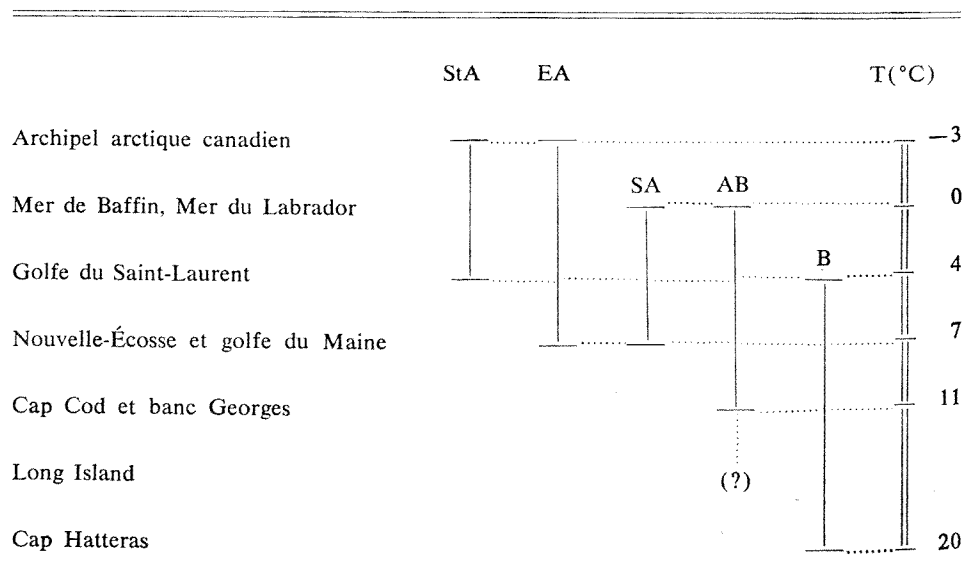
Cette classification des Poissons en regard de la salinité nous permet de dire que la faune ichthyologique du fjord du Saguenay est principalement marine. Nous allons maintenant situer ces diverses espèces dans les catégories zoogéographiques habituelles pour pouvoir par la suite caractériser cette faune par rapport à la température et à la biogéographie.

DÉFINITION DES CATÉGORIES ZOOGÉOGRAPHIQUES

Nous utiliserons principalement les catégories zoogéographiques de Stephensen (1944) et de Brunel (1956), en essayant d'y adapter celles de Backus (1957) concernant les Poissons. Ces auteurs se basent eux-mêmes sur plusieurs ouvrages. Pour ce qui est des zones géographiques couvertes par les différentes catégories, nous faisons des compromis entre Brunel (1956) et Backus (1957). Les équivalences thermiques des diverses catégories sont celles de Stephensen (1944) ou de Brunel (1956). Nous avons ainsi défini plusieurs catégories zoogéographiques en nous basant d'une part sur la température et d'autre part sur la distribution nord-sud des espèces dans les eaux américaines de l'Atlantique-Nord (tableau II).

TABLEAU II

Équivalence entre les catégories zoogéographiques, leur signification thermique et les limites de la distribution nord-sud des espèces de Poissons de l'Atlantique Nord-Américain : StA, sténoarctique ; EA, euryarctique ; SA, subarctique ; AB, arctique-boréale ; B, boréale.



Espèces arctiques : espèces qui vivent dans le bassin polaire et dans les mers adjacentes dont les eaux proviennent principalement du bassin polaire. D'après Backus (1957), l'eau n'est jamais assez froide pour exclure ces espèces. Leur distribution s'étend de la zone comprenant l'archipel arctique canadien jusqu'au plateau continental de la Nouvelle-Écosse et même au golfe du Maine (Brunel, 1956), en incluant le golfe du Saint-Laurent. Au Labrador, ces espèces se trouvent principalement à des profondeurs plus grandes que 50 mètres (Backus, 1957) ; dans le golfe du Saint-Laurent, en été, elles habitent les eaux intermédiaires, c'est-à-dire les plus froides : entre 60 et 150 mètres, en moyenne. Le groupe arctique peut être partagé en deux sous-groupes :

Espèces sténoarctiques (high-arctic)³ : espèces sténothermes des eaux très froides qui ne peuvent vivre que dans les températures de -3 à 4°C (Stephensen, 1944 ; Brunel, 1956). Ces espèces ont leur aire principale de distribution dans l'Arctique ; leur limite sud ne dépasse pas habituellement le golfe du Saint-Laurent (Brunel, 1956).

*Espèces euryarctiques*³ : espèces ayant une tolérance plus grande que les précédentes du côté des températures au-dessus de 0°C (Stephensen, 1944), mais pouvant se trouver tout au long de l'année dans des températures au-dessous de 0°C tout comme les espèces sténoarctiques. La limite sud de distribution de ces espèces atteint la Nouvelle-Écosse et parfois le golfe du Maine (Brunel, 1956). Leurs limites de température se situent entre -3° et 7°C .

Espèces subarctiques (low-arctic) : espèces qui ne tolèrent pas l'eau très froide d'origine exclusivement polaire, mais qui peuvent néanmoins vivre dans des eaux soumises à l'influence des eaux polaires. Ces espèces se rencontrent à l'est et à l'ouest du Groenland, souvent dans la baie d'Hudson (Backus, 1957), et leur limite sud se situe vers le golfe du Maine (Brunel, 1956). Dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent, elles peuvent se trouver au-dessus des eaux intermédiaires, entre 20 et 50 mètres de profondeur, mais on les rencontre aussi à 150 mètres et plus de profondeur dans le Chenal Laurentien et sur la pente continentale. Les barrières thermiques de ces espèces seraient de 0 à 7°C (Stephensen, 1944).

Stephensen (1944) note qu'il est très difficile de décider si une espèce est subarctique (low-arctic) ou euryarctique.

Espèces arctiques-boréales : espèces à distribution très large incluant des espèces à caractéristiques subarctiques et boréales. Leur limite sud va jusqu'au cap Cod et au banc Georges (Brunel, 1956). Ces espèces sont eury-

3. A la suggestion de M. Pierre Couillard, nous proposons les termes *sténoarctique* et *euryarctique* comme équivalent français de « high-arctic » et de « panarctic ».

thermes durant leur stade végétatif, mais sténothermes des eaux froides durant leur période de reproduction (Stephensen, 1944). Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, ces espèces se rencontrent principalement de la surface aux eaux intermédiaires : 0 — 50 mètres.

Backus (1957) n'utilise pas cette catégorie et on peut voir qu'il l'identifie en pratique avec le groupe subarctique puisque, pour lui, les espèces subarctiques se rendent jusqu'au cap Cod, ce qui correspond à la limite sud des espèces arctiques-boréales dans Brunel (1956). À notre avis, le groupe subarctique, pour signifier quelque chose, doit avoir un sens plus étroit que celui que lui donne Backus (1957).

Espèces boréales : espèces ayant leur aire principale de distribution dans les eaux boréales où l'influence des eaux polaires est faible ou absente. Ces espèces sont eurythermes durant leur période végétative, mais sténothermes des eaux chaudes durant leur période de reproduction (Stephensen, 1944). Elles ne se rencontrent pas à l'est du Groenland, ni dans la baie d'Hudson (Backus, 1957). Brunel (1956) indique leur limite nord dans l'estuaire du Saint-Laurent (en surface, sans doute) et dans la partie sud des eaux du Labrador, et situe leur limite sud à Long Island, tandis que Backus les fait descendre jusqu'au cap Hatteras. Backus (1957) dit de plus que la division entre « subarctique » et « boréale » est quelque peu arbitraire. Quant à nous, il semble qu'elle puisse être maintenue à la condition de ne pas donner une trop grande extension à la catégorie subarctique.

RÉPARTITION DES POISSONS DU FJORD DU SAGUENAY DANS LES CATÉGORIES ZOOGÉOGRAPHIQUES

Pour situer les Poissons du fjord du Saguenay dans leurs catégories zoogéographiques, nous tenons compte principalement des aires de distribution données dans les auteurs suivants : Hildebrand (1948), Walters (1955), Backus (1957), Hubbs et Lagler (1958), Hognestad (1961) et Leim et Scott (1966).

Espèces arctiques : Dix espèces, soit 20% des Poissons du fjord, sont de vraies espèces arctiques. Ce sont 1) les espèces sténoarctiques suivantes : *Agonus decagonus*, *Boreogadus saida*, *Careproctus sp. (reinhardi)*, *Gadus ogac*, *Liparis cyclostigma*, *Lycodes pallidus*, *Lycodes turneri* ; et 2) les espèces euryarctiques suivantes : *Gymnelis viridis*, *Gymnocanthus tricuspis* et *Reinhardtius hippoglossoides*.

Espèces subarctiques : Sept espèces, soit 14% peuvent être classées dans le groupe subarctique : *Arteidiellus atlanticus*, *Careproctus longipinnis*, *Lycodes lavalaei*, *Lycodes vahlii*, *Sebastes marinus*, *Somniosus microcephalus* et *Tri-glops murrayi*.

Espèces arctiques-boréales : 24 espèces, soit 48%, peuvent être groupées dans la catégorie arctique-boréale : *Ammodytes hexapterus*, *Aspidophoroïdes monopterygius*, *Catostomus catostomus*, *Catostomus commersoni*, *Clupea harengus*, *Coregonus artedii*, *Coregonus clupeaformis*, *Cyclopterus lumpus*, *Esox lucius*, *Gadus morhua*, *Gasterosteus aculeatus*, *Hemitripterus americanus*, *Hippoglossoides platessoides*, *Lycodes reticulatus*, *Liopsetta putnami*, *Microgadus tomcod*, *Myoxcephalus scorpius*, *Osmerus eperlanus mordax*, *Pholis gunnellus*, *Pungitius pungitius*, *Raja radiata*, *Salmo salar*, *Salvelinus fontinalis* et *Stizostedion vitreum*.

Espèces boréales : Neuf espèces, soit 18%, peuvent être classées dans la catégorie boréale : *Acipenser oxyrinchus*, *Alosa pseudoharengus*, *Alosa sapidissima*, *Anguilla rostrata*, *Enchelyopus cimbrius*, *Fundulus diaphanus*, *Gasterosteus wheatlandi*, *Limanda ferruginea* et *Perca flavescens*.

Discussion et conclusion générale

Dans cette dernière section, nous ferons premièrement un parallèle entre la distribution verticale des Poissons du Saguenay et la place que nous venons de leur assigner dans les catégories zoogéographiques. Deuxièmement, nous rappellerons et synthétiserons les données d'océanographie physique en présentant le fjord du Saguenay comme étant la superposition de deux milieux écologiques nettement distincts. Nous essaierons en troisième lieu de définir le Saguenay comme étant une enclave biogéographique arctique située dans une zone boréale.

DISTRIBUTION VERTICALE DES POISSONS DU FJORD ET LEUR CLASSIFICATION ZOOGÉOGRAPHIQUE

Brunel (1956 ; 1961) a déjà noté, pour les Amphipodes benthiques de la baie des Chaleurs, la correspondance entre leur classification biogéographique et leur distribution verticale en fonction de la stratification thermique de l'eau. Nous allons établir ici un parallèle analogue entre la répartition zoogéographique des Poissons et la présence de ces mêmes espèces, de part et d'autre de la thermo-halocline, dans les deux nappes d'eau du fjord (fig. 2). À cette fin, nous partagerons les Poissons du Saguenay en trois groupes de la manière suivante :

Groupe I

Ce groupe comprend les espèces de la nappe superficielle, c'est-à-dire celles qui ne franchissent pas la limite inférieure de la thermo-halocline ou qui ne la franchissent qu'exceptionnellement, si l'on tient compte de l'ensemble des captures faites dans chaque espèce. La profondeur où se rencontrent ces espèces s'étend de 0 à 20 mètres environ. La température varie de 18 à 1.5°C. Certaines

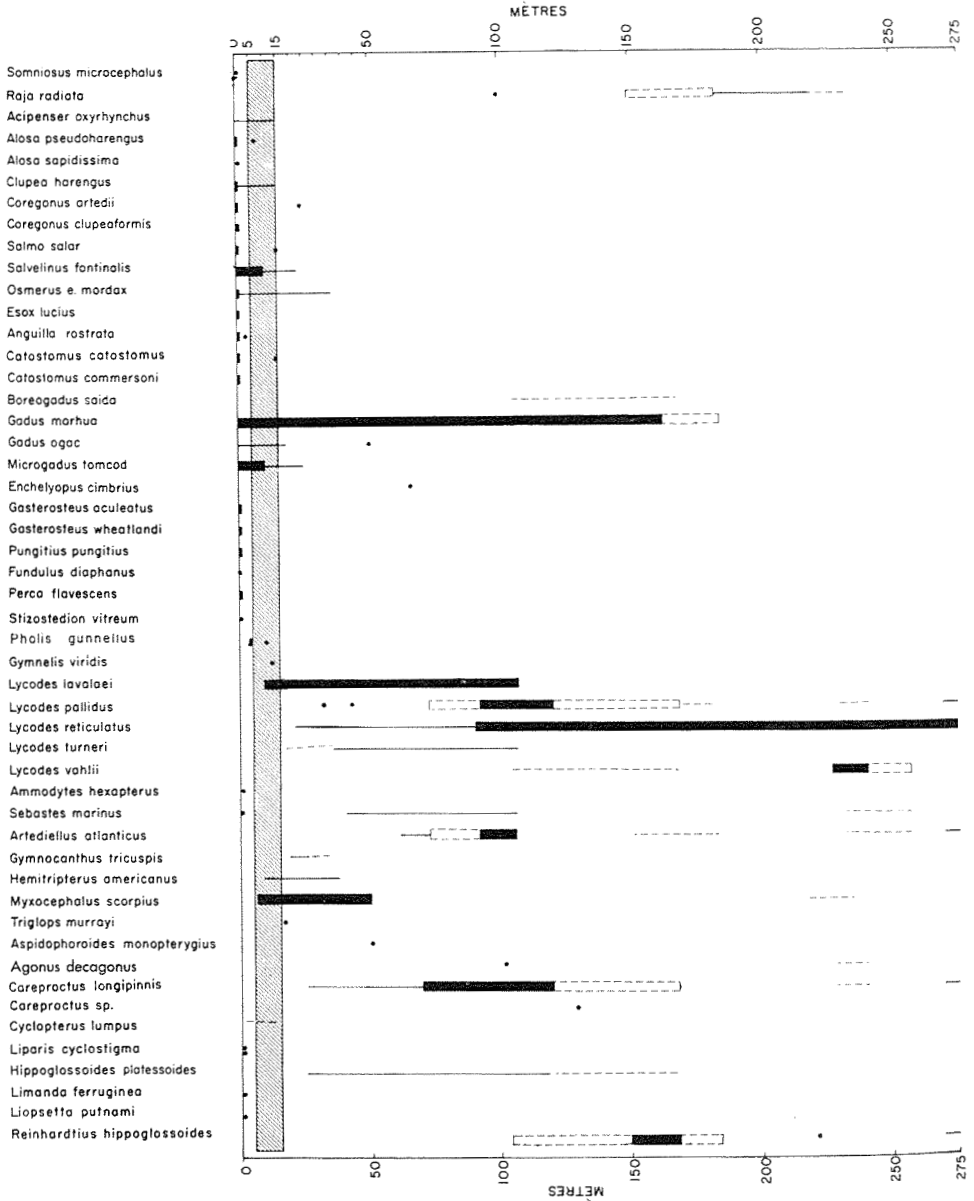


FIG. 2. Distribution verticale des Poissons du fjord du Saguenay par rapport aux deux nappes d'eau que sépare la thermo-halocline. Sur la figure, nous avons généralisé la thermo-halocline entre 5 et 15 mètres. Les traits pointillés indiquent une incertitude quant à la profondeur de certaines captures. Lorsqu'un trait large est prolongé d'un trait étroit, la partie large représente la répartition d'au moins 80% des spécimens recueillis.

espèces peuvent se confiner à la couche chaude de la surface, mais l'ensemble du groupe est soumis à de grandes variations de température et peut être qualifié d'eurytherme. D'autre part, l'écart de salinité dans cette zone se situe entre 5‰ et 26‰ et les espèces qu'on y trouve n'ont pas toutes la même adaptation à l'eau salée. Sous ce rapport, le groupe est hétérogène. On y rencontre d'abord les huit espèces dulcicoles énumérées plus haut. Les onze espèces migratrices mentionnées précédemment se trouvent aussi exclusivement dans ce groupe. Enfin, le groupe comprend en plus sept espèces habituellement reconnues comme franchement marines : *Ammodytes hexapterus*, *Clupea harengus*, *Cyclopterus lumpus*, *Limanda ferruginea*, *Liopsetta putnami*, *Liparis cyclostigma* et *Somniosus microcephalus*. Il y aurait probablement des sous-groupes à distinguer dans ce groupe I, en tenant compte principalement de la fréquence de pénétration dans la thermo-halocline. Nous n'avons pas actuellement assez de données pour faire ce partage avec une précision satisfaisante. Pour en arriver là, il nous faudrait faire un inventaire plus systématique, au chalut pélagique par exemple, dans la zone de la thermo-halocline, avec un relevé simultané de la salinité et de la température. L'étude du plancton, à l'aide d'un échantillonneur Clarke-Bumpus, avec la méthode employée par Lacroix (1958) dans la baie des Chaleurs, serait également très utile pour préciser les caractéristiques écologiques de cette couche tout à fait spéciale qu'est la thermo-halocline. Tel quel, le groupe I comprend 26 espèces, soit 52% des Poissons du fjord ; il est globalement eurytherme, mais hétérogène quant à l'halophilie des espèces.

Groupe II

Ce groupe comprend les espèces qui habitent exclusivement la nappe profonde et ne pénètrent pas dans la thermo-halocline. La profondeur où se trouvent ces espèces s'étend du niveau de 20-25 mètres environ, jusqu'au fond du fjord, à 276 mètres. L'écart des températures dans cette nappe d'eau est très faible : de 0,45 à 2°C environ, et la salinité se situe entre 26 et 31‰. Ce milieu est donc propice à des espèces sténothermes des eaux très froides, mais adaptées à des salinités légèrement plus faibles que celle de l'eau de mer normale. Les espèces eurybathiques de ce groupe, sans être euryhalines, doivent tolérer des écarts de salinité un peu plus grands qu'aux profondeurs correspondantes dans la mer. L'ensemble du groupe est cependant constitué d'espèces franchement marines. Dix-sept espèces, soit 34% des Poissons du fjord, peuvent être placées dans ce groupe : *Agonus decogonus*, *Artediellus atlanticus*, *Aspidophoroides monopterygius*, *Boreogadus saida*, *Careproctus longipinnis*, *Careproctus sp.*, *Enchelyopus cimbrius*, *Gymnocanthus tricuspis*, *Hippoglossoides platessoïdes*, *Lycodes lavalaei*, *Lycodes pallidus*, *Lycodes reticulatus*, *Lycodes turneri*, *Lycodes vahlii*, *Raja radiata*, *Reinhardtius hippoglossoides*, *Sebastes marinus*. Nous n'avons pas tenu compte ici d'un petit spécimen de Sébaste trouvé dans une pêche de rivage, tous les autres spécimens étant tout à fait dans la nappe profonde.

Groupe III

Théoriquement, ce groupe comprend les espèces se trouvant à peu près également de part et d'autre de la thermo-halocline, c'est-à-dire celles qui peuvent tolérer les conditions extrêmes du fjord : une température de 18 à 0.45°C, une salinité de 5‰ à 31‰, et qui occupent indifféremment toutes les profondeurs de 0 à 276 mètres. Ce groupe est donc constitué des espèces les plus eurythermes, les plus euryhalines et les plus eurybathiques du fjord. En pratique, une seule espèce, *Gadus morhua*, réalise à peu près pleinement les caractéristiques définies. *Gadus ogac* s'en approche un peu, mais les seuls cinq spécimens recueillis ne nous permettent pas d'être aussi affirmatif. Pour ne pas multiplier les groupes, nous avons placé également dans ce groupe III des espèces qui, sans posséder complètement les caractéristiques indiquées, se trouvent dans des conditions voisines. D'ailleurs le nombre restreint de spécimens dans ces espèces ne nous autorise pas à faire un classement définitif. Ce sont d'abord trois espèces trouvées uniquement dans la thermo-halocline : *Pholis gunnellus* (3 spéc.), *Gymnelis viridis* (1 spéc.) et *Triglops murrayi* (1 spéc.). Deux autres espèces, *Myoxocephalus scorpius* et *Hemitripterus americanus*, habitent la partie supérieure de la nappe profonde et pénètrent dans la thermo-halocline par le bas ; nous avons préféré les placer ici plutôt que dans le groupe II pour conserver à ce dernier un caractère plus homogène.

En comparant les groupes de distribution verticale que nous venons de déterminer à ceux des catégories zoogéographiques définies précédemment, nous pouvons faire les constatations suivantes :

1) Sur 26 espèces, le groupe I comprend huit espèces boréales, 16 espèces arctiques-boréales, une espèce arctique et une subarctique. Mises à part ces deux dernières, le groupe est constitué uniquement d'espèces à large spectre thermique. Cette faune de la surface du Saguenay (groupe I) est donc nettement à tendance boréale et comprend certains éléments qui tolèrent les eaux froides. 2) Sur 17 espèces, le groupe II comprend sept espèces arctiques, cinq subarctiques, quatre arctiques-boréales et une boréale. En traitant ensemble les espèces arctiques et subarctiques, le groupe est composé à 70% d'espèces à affinité arctique. La faune de la nappe profonde du Saguenay est donc à forte dominance arctique. 3) Le groupe III ne peut être caractérisé facilement à cause de sa composition disparate et du trop petit nombre de spécimens recueillis (sauf pour *Gadus morhua*). En nous en tenant à la Morue franche qui seule réalise parfaitement la définition du groupe, la caractéristique de ce groupe III serait arctique-boréale et ceci indiquerait bien la très grande amplitude thermique rencontrée par les espèces qui voyagent de part et d'autre de la thermo-halocline.

MILIEUX ÉCOLOGIQUES SUPERPOSÉS DANS LE FJORD DU SAGUENAY

L'étude de l'océanographie physique et de la faune ichthyologique nous permet de conclure à la superposition de deux milieux écologiques bien distincts

dans le fjord du Saguenay. Schématiquement, on peut résumer de la manière suivante les caractéristiques de ces deux milieux : 1) La nappe superficielle a une épaisseur de 20 à 25 mètres. L'eau presque douce en surface (environ 5‰) passe, en moins de 20 mètres, à une salinité de 26‰. Parallèlement, la température passe de 18 à 1.5°C environ. La faune ichtyologique de cette zone est eurytherme et à dominance boréale. Elle est constituée de toutes les espèces dulcicoles (8) et migratrices (11) du Saguenay et de 7 espèces marines. 2) La nappe profonde s'étend du niveau de 20-25 mètres jusqu'au fond, à 276 mètres. L'écart de température y est faible : entre 0.45 et 1.7°C dans le grand bassin, et la salinité, qui est de 26‰ à 20 mètres, augmente graduellement jusqu'à 31‰ aux plus grandes profondeurs. La faune de cette nappe profonde est à tendance fortement arctique et en grande partie sténotherme des eaux froides. Elle est complètement marine, mais ces espèces (17) sont adaptées à des salinités légèrement plus faibles que celles qu'elles rencontrent habituellement dans la mer.

La grande différence de densité de l'eau de part et d'autre de la thermohalocline semble devoir empêcher tout mélange vertical entre les deux nappes d'eau, sauf peut-être en hiver, de sorte que le fjord du Saguenay est vraiment constitué, quant à ses caractéristiques physiques, de deux étages, presque de deux cours d'eau circulant l'un sur l'autre. Le nombre très restreint d'espèces capables de voyager verticalement d'un milieu à l'autre indique que la thermohalocline, en plus d'être une couche de discontinuité physique, devient une barrière écologique presque absolue pour la faune et présumément aussi pour la flore. Bref, nous sommes en présence de deux milieux distincts où habitent des faunes aux caractéristiques très différentes.

LE FJORD DU SAGUENAY, ENCLAVE BIOGÉOGRAPHIQUE ARCTIQUE DANS UNE ZONE BORÉALE

Le parallèle que nous avons fait entre la distribution verticale des Poissons du fjord et leur classification biogéographique montre que l'on retrouve ici l'analogie, déjà notée par Brunel (1961), avec la zonation des plantes terrestres en altitude. En effet, la présence d'une faune ichtyologique à dominance arctique dans la nappe profonde du Saguenay, au milieu d'une zone boréale, fait penser à l'enclave phytogéographique arctique bien connue des monts Shickshocks en Gaspésie (Dansereau, 1950 ; Raymond, 1950). On peut ainsi comparer le fjord du Saguenay à une sorte de « Mont Albert » renversé, gardant en réserve des éléments que l'on ne trouve habituellement qu'aux latitudes arctiques. Il nous semble que ce fjord présente, dans les profondeurs d'un bassin aquatique, un équivalent zoogéographique de la flore alpine gaspésienne. La permanence d'eau à caractère arctique à l'année longue dans la nappe profonde du fjord et les récoltes parfois abondantes de certaines espèces arctiques, rares ou absentes dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent, donc isolées de leur aire principale de distribution dans les mers polaires, nous permettent de dé-

signer la nappe profonde du fjord du Saguenay comme une *enclave biogéographique arctique* dans une zone boréale. Cette hypothèse nous a été suggérée par Pierre Brunel (*in litt.*, 25 novembre 1960) à la suite de l'examen de nos spécimens d'Invertébrés et par Vianney Legendre (*verb.*) après l'observation de certains de nos Poissons du Saguenay.

En effet, en plus de *Lycodes pallidus*, poisson arctique nouveau pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, nous avons recueilli dans le fjord du Saguenay bon nombre d'Invertébrés arctiques encore inconnus pour l'ensemble de l'estuaire et du golfe. Ces espèces viennent à leur tour appuyer l'hypothèse de l'enclave arctique. Mentionnons, à titre d'exemple, l'Annélide *Nereis zonata* Malmgren, l'Ophiure *Ophiopus arcticus* Ljungman, les Amphipodes *Atylus carinatus* (O. Fabricius), *Gammaracanthus loricatus* Sabine, *Sympleustes pulchella* (G. O. Sars) et *Tryphosa spitzbergensis* Chevreux. L'aire de distribution de ces Invertébrés se situe dans l'Arctique et aucun d'entre eux n'était connu au sud du lac Melville, au Labrador, avant nos récoltes du Saguenay. Leur présence dans le Saguenay, et surtout leur abondance dans le cas des quatre premiers, indiquent sans équivoque que le fjord du Saguenay constitue une réserve de faune arctique coupée de son aire principale de distribution, une sorte d'avant-poste de l'Arctique dans une zone boréale. Mrs. Lubinsky, spécialiste des Mollusques de l'Arctique, nous disait, après avoir observé nos spécimens du Saguenay : « *la faune est évidemment arctique et reliquale* » (*in litt.*, 14 août 1964). Ces espèces arctiques paraissent ainsi constituer des reliques d'une distribution autrefois plus étendue, mais confinée aujourd'hui aux mers polaires (Labrador, Groenland, archipel arctique canadien, etc.). Parmi les six espèces d'Invertébrés que nous venons de signaler, deux espèces d'Amphipodes : *Gammaracanthus loricatus* et *Atylus carinatus*, habitent presque exclusivement la thermo-halocline. Elles sont remarquablement abondantes dans les sables vaseux et les débris de bois des parages littoraux et infra-littoraux de Saint-Fulgence (fig. 1, no 23 et 24). Ces deux espèces sont typiques du littoral des mers arctiques (Stephensen, 1944). Nous avons des raisons particulières de croire à leur caractère de reliques ici, à cause, premièrement, de l'existence connue de populations européennes de *Gammaracanthus* considérées comme reliques (Lomakina, 1952), et, deuxièmement, de leur absence dans les nombreuses collections d'Amphipodes faites par Bousfield et par Brunel dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. La zone de la thermo-halocline de la région de Saint-Fulgence semble ainsi reproduire assez bien les conditions euryhalines et eurythermes du littoral arctique.

En proposant, comme explication de la présence d'espèces arctiques dans le Saguenay, l'hypothèse d'une enclave biogéographique basée principalement sur la température, nous ne voulons pas fermer la porte à d'autres explications possibles. Toutefois, dans l'état actuel des connaissances de la faune de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, d'une part, et du Saguenay, d'autre part, c'est cette hypothèse qui vient d'abord à l'esprit. Sa vraisemblance est d'ailleurs

appuyée, croyons-nous, par l'existence d'une enclave phytogéographique analogue à une latitude semblable : celle des monts Shickshocks de Gaspésie.

Parmi les autres hypothèses à envisager, il y aurait, en ce qui a trait à la faune benthique par exemple, l'existence de l'*association* entre les eaux froides et les vases extrêmement fines trouvées au fond du fjord (Tiphane, 1963 et 1963a). Les températures arctiques sont bien répandues dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, mais il se peut qu'elles ne se trouvent pas associées à ce type de vase fine. Il faudrait aussi voir si certaines espèces que nous croyons pour le moment isolées dans le Saguenay ne se retrouveraient pas sur les pentes touchées par les eaux de la nappe intermédiaire du Chenal Laurentien. Pour démontrer définitivement le caractère d'enclave arctique du Saguenay, il faudrait connaître la faune des pentes rocheuses et le plancton de la nappe profonde du fjord. Il se peut aussi que la rareté des collections de Poissons et d'Invertébrés du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent fausse les données ; une meilleure connaissance de ces populations amènerait peut-être une diminution du nombre des espèces considérées comme reliques dans le Saguenay.

Bref, sans oublier les nuances que nous venons d'apporter, il nous semble possible de dire actuellement que le fjord du Saguenay est une enclave biogéographique arctique. Ou encore, en utilisant dans un sens un peu différent le mot de Pickard (1963), nous pouvons désigner ce fjord comme une sorte de « mémoire écologique » de l'Arctique dans la zone boréale actuelle. En effet, il semble retenir maintenant encore une faune et présenter certaines conditions physiques qui prévalaient probablement dans l'ensemble de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent lors d'une période glaciaire précédente, mais qui aujourd'hui ne se trouvent réunies que dans les mers polaires.

Les particularités océanographiques et écologiques de ce fjord en font un milieu de choix pour l'étude de l'influence des facteurs physiques déterminant la composition et la structure des communautés animales. Le fjord du Saguenay pourra servir également à préciser la biogéographie et, en particulier, le caractère de reliques de certaines espèces. Il est à craindre cependant que les indices de pollution (huile et goudron) que nous y avons observés à l'amont ne détruisent graduellement plusieurs des caractéristiques de ce magnifique fjord québécois.

Remerciements

En terminant, nous désirons exprimer notre vive gratitude aux personnes suivantes qui ont rendu possible l'ensemble de ce travail sur le Saguenay : M. Léo Brassard, directeur du Camp des Jeunes explorateurs, M. et Mme Paul Murdock, bienfaiteurs insignes de ce camp d'études ; MM. Étienne Magnin, Pierre Brunel et Pierre Couillard, biologistes, professeurs au Département des Sciences biologiques de l'Université de Montréal ; M. Vianney Legendre, ichtyologiste, du Service de la Faune du Québec ; M. Marcel Tiphane,

géologue et océanographe, professeur au Département de Géologie de l'Université de Montréal; M. Alexandre Marcotte, biologiste, directeur de la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, MM. Guy Lacroix et Julien Bergeron, autrefois de la Station de Biologie de Grande-Rivière et, aujourd'hui, respectivement de l'Université Laval et du Centre de Biologie de Québec; M. D.E. McAllister, conservateur des Poissons au Musée national du Canada, Ottawa, Mme Irène Lubinsky, du Département de Zoologie de l'Université du Manitoba, M. Camille Laverdière, du Département de Géographie de la Faculté des Lettres de l'Université de Montréal et M. Pierre Paulhus, directeur de la Pisciculture de Tadoussac.

Enfin, un chaleureux merci va à Mgr Victor Tremblay, historien du « Royaume du Saguenay », et aux autorités du Séminaire de Joliette pour tout l'encouragement qu'ils nous ont prodigué durant ce travail.

Références

- BACKUS, R. H., 1951. New and rare records of fishes from Labrador, *Copeia*, (4) : 288-294.
- BACKUS, R. H., 1957. The fishes of Labrador. *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, **113** (4) : 273-338.
- BERGERON, J., 1960. Liste des Poissons marins de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent. *Contr. Dep. Pêch. Québ.*, (80) : 1-27.
- BIGELOW, H. B. and W. C. SCHROEDER, 1953. Fishes of the Gulf of Maine. *Fish. Bull.* 74, U. S. Fish and Wildlife Serv., Washington, **53**: 577 p.
- BRUNEL, P., 1956. The bathymetric distribution of the benthic Amphipoda (Crustacea, Malacostraca) of Baie des Chaleurs, Gulf of St. Lawrence, and its bearing on zoogeography. Thesis for the degree of Master of Arts, University of Toronto, MS, 135 p.
- BRUNEL, P., 1961. Thermocline et zoogéographie des Amphipodes benthiques de la baie des Chaleurs. *Annls ACFAS* (1958-59), **26**: 98-99.
- 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** : 84-98.
- DANSEREAU, P., 1950. Flora and vegetation of the Gaspé Peninsula. *Wild Flower*, **April**: 26-40.
- DRAINVILLE, G. et L. BRASSARD, 1960. Le Requin *Somniosus microcephalus* dans la rivière Saguenay. *Naturaliste can.*, **87** (12) : 269-277.
- DRAINVILLE, G. et L. BRASSARD, 1961. Les Poissons de la rivière Saguenay. *Naturaliste can.*, **88** (5) 129-147.
- DRAINVILLE, G., 1964. Une enclave biogéographique arctique dans le fjord du Saguenay. *Annls ACFAS* (1962-63), **30**: 63.
- DRAINVILLE, G., 1968. Le fjord du Saguenay: I. Contribution à l'océanographie. *Naturaliste can.*, **95** (4) : 809-855 et *Trav. Pêcheries Québec*, **24**, *Min. Industrie et Commerce*.
- DRAINVILLE, G., M. TIPHANE et P. BRUNEL, 1963. Croisière océanographique dans le fjord du Saguenay, 14-22 juin 1962. *Rapp. Stn. Biol. mar. Grande-Rivière*, **1962**: 133-144.

- DUPUIS, H. et D. GIRARD, 1959. Variation des épines chez *Gasterosteus aculeatus*. *Le Jeune Naturaliste*, Joliette, Québec, 9 (7): 164-166.
- FAGE, L. et M. FONTAINE, 1958. Migrations. In *Traité de Zoologie* de P. P. GRASSÉ. Tome XIII, Agnathes et Poissons. Masson et Cie, Paris, 2758 p.
- GORDON, M. S. and R. H. BACKUS, 1957. New records of Labrador fishes with special reference to those of Hebron fjord. *Copeia*, (1) : 17-20.
- GRAVEL, Y., 1967. Différences morphologiques et relations taxonomiques de populations anadromes et dulcicoles du Saumon atlantique (*Salmo salar* Linné). Thèse de Maîtrise ès Sciences, Université de Montréal, MS, 158 p.
- HILDEBRAND, H., 1948. Marine fish of Arctic Canada. Thesis for the degree of Master of Arts, McGill University, Montréal, MS, 123 p.
- HOGNESTAD, T., 1961. Contributions to the fish fauna of Spitsbergen, *Acta Boreal., Tromsø Mus.*, Norvège, (18): 1-35.
- HUBBS, C. L. and K. LAGLER, 1958. Fishes of the Great Lakes region. *Bull. Cranbrook Inst. Science*, (26): 1-213.
- JENSEN, Ad. S., 1948. Contributions to the ichthyofauna of Greenland, 8-24. *Skrift. U. Zool. Mus. Copenhagen*, 9: 1-182.
- LACROIX, G., 1958. Contribution à l'écologie des Euphausides du sud-ouest du golfe Saint-Laurent. Thèse de Maîtrise ès Sciences, Université de Montréal, MS, 177 p.
- LAGUEUX, R., 1952. Étude sur les déplacements de Saumons atlantiques (*Salmo salar*) au stade kelt libérés à Tadoussac, comté Saguenay, Québec. *Rapp. Min. Chasse et Pêche, Québec Off. Biol.*, 9: 302-319.
- LASALLE, P., 1965. Radiocarbon date from the Lake St. John area, Quebec. *Science*, 149 (3686) : 860-862.
- LASALLE, P., 1968. Guide à l'excursion géologique, Congrès du Quaternaire du Québec, Chicoutimi, 5-7 sept. 1968. *Min. Richesses naturelles, Québec*.
- LAVERDIÈRE, C. et A. MAILLOUX, 1956. État de nos connaissances d'une transgression marine post-glaciaire dans les régions du haut Saguenay et du lac Saint-Jean. *Revue can. Géogr.*, 10 (4): 201-220.
- LEGENDRE, V., 1943. Liste des Poissons de la rivière Saguenay pris en 1943. MS, 1 p. Publiée dans Drainville et Brassard (1961).
- LEGENDRE, V., 1961. Saguenay-fjord, expédition de pêche en profondeur, 21-26 août 1961, par la Station piscicole des Laurentides, en collaboration avec le Camp des Jeunes Explorateurs et la Station piscicole de Tadoussac. *Contr. Min. Chasse et Pêche, Québec Off. Biol.*, sér. A (79): 1-28.
- LEGENDRE, V., 1962. Pêche dans les profondeurs du Saguenay-fjord. *Annls ACFAS* (1960-61), 28: 54.
- LEGENDRE, V., 1966. Le Saumon d'eau douce du Québec, le Poisson de sport de l'avenir. *Bull. Tour. Chasse et Pêche*, 1 (13): 9-12.
- LEIM, A. H., 1924. The life history of the shad (*Alosa sapidissima* (Wilson)) with special reference to the factors limiting its abundance. *Contr. Can. Biol. Fish. N. S.*, 2 (11) : 161-284.
- LEIM, A. H. and W. B. SCOTT, 1966. Fishes of the Atlantic Coast of Canada. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, 155: 1-485.

- LOMAKINA, N. B., 1952. The origin of glacial relict Amphipoda in relation to the question of the postglacial connection between the White Sea and the Baltic. *Fish. Res. Bd. Can.*, Transl. Ser. (390) : 1-17.
- MCALLISTER, D. E., 1960. Le *Gasterosteus wheatlandi*, nouvelle espèce de Poisson pour la province de Québec. *Naturaliste can.*, **87** (5) : 117-118.
- MCALLISTER, D. E., 1960a. List of the marine fishes of Canada. *Bull. Nat. Mus. Canada*, (168) : 1-76.
- MCALLISTER, D. E., 1963. A revision of the smelt family, Osmeridae. *Bull. Nat. Mus.*, (191) : 1-53.
- MCALLISTER, D. E., 1963a. Systematic notes on the sculpin genera *Artediellus*, *Icelus* and *Triglops* on Arctic and Atlantic coasts of Canada. *Bull. Nat. Mus. Canada*, (185) : 50-59.
- MONTPETIT, A. N., 1897. Les Poissons d'eau douce du Canada. Beauchemin, Montréal, 553 p.
- PENCZAK, T., 1960. Studies on the stickleback (*G. aculeatus* L.) in Poland. Part I. *Fragm. faun. Inst. Zool. Varsovie*, **8** (24) : 367-400.
- PENCZAK, T., 1960a. New cases of variability of the stickleback *G. aculeatus* L. Part II. *Fragm. faun. Inst. Zool. Varsovie*, **8**(25) : 403-410.
- PICKARD, G. L., 1963. Oceanographic characteristics of inlets of Vancouver Island, British Columbia. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **20** (5) : 1109-1144.
- PRÉFONTAINE, G. et P. BRUNEL, 1962. Liste d'Invertébrés marins recueillis dans l'estuaire du Saint-Laurent de 1929 à 1934. *Naturaliste can.*, **89** (8-9) : 237-263.
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. *Mém. Jard. bot. Montréal*, **5** : 1-147.
- RISI, J., 1934. II. Rapport général sur les excursions du « Laval SME » durant les saisons 1932 et 1933, avec la liste des stations. *Rapp. Stn. biol. St-Laurent*, **2** : 27-48.
- STEPHENSEN, K., 1944. Amphipoda. The zoology of East Greenland. *Meddr Grönland*, **121** (14) : 1-165.
- TIPHANE, M., 1963. Le Saguenay, son contenant et son contenu. *Actual. mar., Québec*, **7** (2) : 22-24.
- TIPHANE, M., 1963a. Hydrographie et sédimentation dans le Saguenay. *Annls ACFAS* (1961-62), **29** : 77.
- VLADIKOV, V. D., 1945. Trois Poissons nouveaux pour la province de Québec. *Naturaliste can.*, **72** (1, 2) : 27-39.
- VLADIKOV, V. D., 1958. Deux pêches caractéristiques du fleuve Saint-Laurent. *Actual. mar., Québec*, **2** (1) : 6-12.
- VLADIKOV, V. D., 1961. Preliminary list of marine fishes of Quebec. *Naturaliste can.*, **88** (3) : 58-78.
- VLADIKOV, V. D. et J. L. TREMLAY, 1935. Liste des Poissons recueillis pendant l'été 1934 par la Station biologique du Saint-Laurent. *Naturaliste can.*, **62** (3) : 77-82.
- VLADIKOV, V. D., 1936. Nouvelles espèces de *Lycodes* (Pisces, Zoarcidae) du Saint-Laurent et revision de toutes les espèces du même genre de l'Atlantique occidentale. *Fauna Flora laurent.*, (1) : 1-45.
- WALTERS, V., 1955. Fishes of western arctic America and eastern arctic Siberia. *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, **106** (5) : 255-368.

APPENDICE

Remarques et légende des abréviations

- 1) *No de coll.*: numéro de collection; les deux premiers chiffres indiquent l'année; les autres chiffres indiquent habituellement l'ordre chronologique de collection durant cette année.
- 2) *Secteur*: partage du Saguenay en secteurs pour faciliter le repérage du site des captures. Chaque secteur correspond à un rectangle ayant une largeur de *une minute* (1') en latitude et une longueur de *deux minutes* (2') en longitude. Par exemple, dans le secteur C-12, la lettre C couvre la distance comprise entre 48° 25' et 48° 26' de latitude Nord; le chiffre 12 couvre l'espace compris 70° 48' et 70° 50' de longitude Ouest (Voir fig. 1).
- 3) *Coordonnées géographiques*: ces coordonnées géographiques indiquent la latitude Nord et la longitude Ouest (Lat. N — Long. O) et nous paraissent précises à 3 ou 4 secondes (") près.
- 4) *Prof. de prise (m)*: profondeur de prise en mètres. Sauf pour les cas indiqués (v.g. plancton), la profondeur de la prise correspond à la profondeur du fond à cet endroit.

- 5) *Fond*: les abréviations indiquent:

D:	déchets organiques noirs	SF:	sable fin
G:	gravier	V:	vase
H:	herbes	VC:	vase compacte
R:	roches	VB:	vase bleu pâle
S:	sable		

- 6) *Engins de pêche*: les abréviations indiquent:

C	Carrelet ou filet de jute, carré, mesurant environ 90 cm x 90 cm, (3 pieds x 3 pieds); attaché au bout d'une corde à pêche et installé à l'extrémité d'un quai.
CH	Casier à Homard
CP	Chalut à panneaux de type Vigneron-Dahl, modèle Yankee n°35 réduit aux $\frac{3}{4}$ de l'original, cloisonné horizontalement, muni de deux filets à Crevettes à mailles de 3.4 mm ($\frac{1}{8}$ pouce), tel que décrit par Brunel (1962).
CV	Chalut à vergue de 1.8 m (6 pieds) de largeur, filet principal à mailles de 15 mm (11/16 pouce), et poche terminale en filet de nylon à mailles de 3.4 mm
D	Drague biologique; drague rectangulaire ayant une ouverture de 70 cm (28 pouces) de largeur sur 25 cm (10 pouces) de hauteur; profondeur: 80 cm (32 pouces). Elle est faite de métal (fer) solide et lourd et est recouverte d'un filet à mailles de 3.4 mm ($\frac{1}{8}$ de pouce)
DP	Drague à Pétoncles (ouverture intérieure de la gueule: 73×28 cm, soit $28\frac{3}{4} \times 11$ pouces) recouverte à l'intérieur d'un filet de nylon à mailles de 3.4 mm ($\frac{1}{8}$ pouce)
E	Épuisette

APPENDICE (*suite*)

- ECB Échantillonneur à zooplancton Clarke-Bumpus, filet de nylon No 2, (Lacroix, 1958)
- EF Petit échantillonneur de fond, de fabrication japonaise; capacité : 300 cc
- EH Échantillonneur de fond Holme à deux godets
- F Faubert : morceaux (têtes) de vadrouilles attachés à une chaîne et traînés sur le fond
- FP Petit filet conique à zooplancton, soie à bluter No 0
- FM Filet maillant; ces filets mesurent 30.5 m (100 pieds) de longueur sur 1.83 m (6 pieds) de largeur, à mailles étirées de 7.5 cm (3 pouces), de 6.3 cm (2½ pouces) ou de 5.0 cm (2 pouces); en nylon
- FSZ Filet standard (Laboratoire océanographique, Charlottenlund, Danemark) à zooplancton, soie à bluter No 12.
- FTP Petit filet conique Turtox à phytoplancton, soie à bluter No 20
- L Ligne à pêche ordinaire
- M Recueilli à la main
- N Nasse avec ouverture circulaire variant entre 2 cm (¾ de pouce) et 5 cm (2 pouces)
- P Palangre
- PAS Pêche Angers-Simard, pêche fixe, en forme de parc fermé par un piège ou une boîte, disposée sur le rivage à la limite inférieure de l'estran. Cette pêche appartient à MM. Angers et Simard de la pointe aux Pins; position : 48° 25' 24" Nord, 70° 50' 12" Ouest. (Voir Vladikov, 1958)
- PD Pêche Durand; appartient à M. Durand, anse aux Érables, située à : 48° 21' 18" Nord; 70° 34' 06" Ouest
- PE Pêche appartenant aux « Jeunes Explos », utilisée à des endroits variés
- PM Pêche Murdock; appartient à M. Paul Murdock, cap Jaseux, située à : 48° 25' 30" Nord; 70° 48' 12" Ouest
- PJ Pêche Jalbert; appartient à M. Émile Jalbert, baie des Iles, située à : 48° 24' 54" Nord; 70° 47' 00" Ouest
- PJT Pêche Jos.-Nap. Tremblay; appartient à M. Joseph-Napoléon Tremblay, Saint-Fulgence, située à : 48° 26' 06" Nord; 70° 52' 12" Ouest
- PT Pêche Tremblay; appartient à M. Tremblay, cap Ouest, située à : 48° 24' 03" Nord; 70° 46' 18" Ouest.

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1958

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
58-1	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	22 juil.
58-2	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	19 juil.
58-3	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	22 juil.
58-11	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	19 juil.
58-12	C-11	48°25'24"	70°50'12"	0	R, S	PAS	20 juil.
58-13	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	21 juil.

ANNÉE 1959

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
59-1	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	30 juin
59-2	C-12	48°25'18"	70°48'48"	6	R	FM	29 juin
59-3	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	5 juil.
59-4	C-12	48°25'18"	70°48'48"	8	R	FM	30 juin
59-5	C-12	48°25'18"	70°48'48"	8	R	FM	30 juin
59-6	C-11	48°25'42"	70°50'39"	0	R	FM	4 juil.
59-7	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	5 juil.
59-9	C-12	48°25'18"	70°48'48"	15	R	FM	30 juin
59-10	C-12	48°25'18"	70°48'48"	15	R, V	FM	1er juil.
59-11	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	9 juil.
59-17	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	10 juil.
59-18	C-13	48°25'40"	70°47'	9	R, S	FM	18 juil.
59-19	D-13	48°24'06"	70°46'18"	9	R, S	FM	20 juil.
59-20	D-13	48°24'06"	70°46'12"	12	R, S	FM	21 juil.
59-21	C-11	48°25'24"	70°50'12"	0	R, S	PAS	22 juil.
59-22	D-13	48°24'06"	70°46'12"	9	R, S	FM	22 juil.
59-24	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	25 juil.
59-25	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	2 août
59-26	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	2 août
59-27	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	2 août
59-28	C-12	48°25'30"	70°48'24"	12	S	N	3 août
59-29	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	24 juil.
59-30	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	3 août
59-31	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	6 août
59-32	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	6 août
59-33	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	7 août
59-35	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	4 août
59-36	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	5 août
59-38	N-31	48°14'42"	70°10'48"	10	R, S	L	13 août
59-39	L-31	48°16'06"	70°11'50"	18	R	FM	15 août
59-40	L-31	48°16'06"	70°11'50"	18	R	FM	15 août
59-41	M-31	48°15'36"	70°11'12"	18	R	FM	18 août
59-45	F-14	48°22'42"	70°45'06"	20	V	FM	3 août
59-75	N-30	48°14'55"	70°12'03"	0	S, G	M	18 août
59-76	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	7 juil.
59-77	N-30	48°14'55"	70°12'03"	0	R, S	M	18 août
59-80	D-13	48°24'06"	70°46'06"	9	R, S	FM	18 juil.
59-81 4	C-15	48°25'34"	70°43'58"	0	V	M	6 août
59-104	C-13	48°25'48"	70°47'00"	15	R	FM	9 juil.
59-105	F-14	48°22'42"	70°45'06"	15	V	FM	31 juil.
59-106	N-30	48°14'55"	70°12'03"	0	S	FM	17 août
59-107	N-31	48°14'26"	70°11'56"	0	S	FM	14 août

⁴ 59-81 : *Anguilla rostrata* (jeunes) capturées dans la rivière de l'anse à Pelletier, baie des Îles.

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1960

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
60-1	C-11	48°25'24"	70°50'12"	0	R, S	PAS	18 juin
60-2	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	25 juin
60-4	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	29 juin
60-6	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	1er juil.
60-10	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, S	FM	3 juil.
60-13	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, S	FM	5 juil.
60-15A	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, S	FM	6 juil.
60-15B	F-19	48°23'00"	70°35'20"	2	R, S	L	6 juil.
60-15C	F-19	48°23'00"	70°35'20"	0	R, S	M	6 juil.
60-20	C-13	48°25'45"	70°46'36"	84	V	N	8 juil.
60-24	N-31	48°14'42"	70°10'48"	10	R, S	L	10 juil.
60-26	C-12	48°25'30"	70°48'36"	0	R, S	M	12 juil.
60-27	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	13 juil.
60-28	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	14 juil.
60-29	C-11	48°25'24"	70°50'12"	0	R, S	PAS	14 juil.
60-30	C-11	48°25'24"	70°50'12"	0	R, S	PAS	13 juil.
60-31	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	17 juil.
60-40	C-12	48°25'30"	70°48'12"	23	R, V	FM	23 juil.
60-41	C-12	48°25'25"	70°48'30"	17	R, V	N	23 juil.
60-42	C-11	48°25'24"	70°50'12"	0	R, S	PAS	23 juil.
60-44	C-12	48°25'24"	70°48'30"	17	R, V	N	24 juil.
60-51	C-13	48°25'42"	70°47'00"	18	R, V	FM	26 juil.
60-56	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	2 août
60-58	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	4 août
60-58A	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	22 août
60-59	L-35	48°16'03"	70°03'00"	0	V	FM	24 août
60-63	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	26 août
60-64	T-45	48°08'06"	69°42'54"	6	S	L	24 août
60-65	D-13	48°24'03"	70°46'18"	0	R, S	PT	2 nov.

ANNÉE 1961

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
61-2	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	27 juin
61-3	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	30 juin
61-5	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G	FM	30 juin
61-6	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	30 juin
61-8	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	1er juil.
61-9	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G	FM	1er juil.
61-11	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G	FM	1er juil.
61-14	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	2 juil.
61-16	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	3 juil.
61-24	C-13	48°25'30"	70°47'42"	38	G	FM	6 juil.
61-27	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	6 juil.
61-30	F-19	48°23'00"	70°35'20"	7	G, S	L	7 juil.
61-31	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	7 juil.
61-33	C-13	48°25'30"	70°47'42"	46	V, S	N	10 juil.
61-36	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	16 juil.
61-53	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	20 juil.
61-66	C-12	48°25'06"	70°48'42"	61	S, V	FM	23 juil.
61-71	C-13	48°25'54"	70°47'00"	0	G, R	PJ	24 juil.
61-74	C-12	48°25'18"	70°48'18"	61	V	FM	25 juil.
61-75	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	26 juil.
61-76	N-31	48°14'42"	70°10'48"	7	R, S	L	27 juil.
61-81	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	30 juil.
61-82	C-13	48°25'42"	70°47'18"	46	V	N	4 août

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1961

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
61-89	C-14	48°25'18"	70°44'36"	61	V, S	FM	6 août
61-90	C-14	48°25'18"	70°44'36"	61	V, S	N	6 août
61-91	C-14	48°25'30"	70°44'36"	91	V	N	6 août
61-94	C-14	48°25'18"	70°45'00"	61	V, S	N	7 août
61-95	C-13	48°25'18"	70°46'12"	91	V	N	7 août
61-101	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	9 août
61-106	C-12	48°25'15"	70°48'30"	91	V	N	10 août
61-108	C-13	48°25'30"	70°46'18"	106	V	FM	11 août
61-109	C-13	48°25'30"	70°46'18"	106	V	FM	12 août
61-112	C-13	48°25'30"	70°46'18"	106	V	N	14 août
61-113	C-13	48°25'15"	70°46'18"	122	V	N	14 août
61-116 ⁵	G-19	48°21'18"	70°34'05"	0	S	PD	23 août
61-117	G-19	48°21'18"	70°34'05"	0	S	M	23 août
61-118	G-20	48°22'00"	70°33'06"	Ca 120	V, fond à 260m, animal accroché au câble hydrographique		24 août
61-119	G-19	48°21'42"	70°34'30"	215	V	N	24 août
61-120	G-19	48°21'42"	70°34'30"	215	V	N	24 août
61-121	G-19	48°21'42"	70°34'30"	215	V	N	24 août
61-122	G-19	48°21'42"	70°34'30"	230	V	N	24 août
61-123	G-19	48°21'42"	70°34'30"	230	V	N	24 août
61-124	G-19	48°21'42"	70°34'30"	230	V	N	24 août
61-125	G-19	48°21'24"	70°34'15"	5	R	FM 1 ⁶	24 août
61-126	G-19	48°21'24"	70°34'15"	5	R	FM 2	24 août
61-127	G-19	48°21'24"	70°34'15"	42	R	FM 3	24 août
61-128	G-19	48°21'24"	70°34'15"	Ca 50	R	FM 4	24 août
61-129	G-19	48°21'24"	70°34'15"	Ca 60	R	FM 5	24 août
61-130	G-19	48°21'26"	70°34'15"	Ca 80	R ou V ?	FM 6	24 août
61-131	G-19	48°21'26"	70°34'15"	Ca 100	V	FM 7	24 août
61-132	G-19	48°21'26"	70°34'15"	Ca 120	V	FM 8	24 août
61-133	G-19	48°21'26"	70°34'15"	Ca 130	V	FM 9	24 août
61-134	G-19	48°21'30"	70°34'15"	Ca 145	V	FM 10	24 août
61-135	G-19	48°21'30"	70°34'15"	163	V	FM 11	24 août
61-135	G-19	48°21'30"	70°34'15"	Ca 180	V	FM 12	24 août
61-137	G-19	48°21'31"	70°34'15"	Ca 195	V	FM 13	24 août
61-138	G-19	48°31'32"	70°34'15"	Ca 210	V	FM 14	24 août
61-139	G-19	48°21'33"	70°34'15"	Ca 210	V	FM 15	24 août
61-140	G-19	48°21'34"	70°34'15"	Ca 215	V	FM 16	24 août
61-141	G-19	48°21'35"	70°34'15"	Ca 215	V	FM 17	24 août
61-142	G-19	48°21'36"	70°34'15"	Ca 220	V	FM 18	24 août
61-143	G-19	48°21'37"	70°34'15"	Ca 220	V	FM 19	24 août
61-144	G-19	48°21'40"	70°34'15"	Ca 225	V	FM 20	24 août
61-145	G-19	48°21'41"	70°34'15"	Ca 225	V	FM 21	24 août
61-146	G-19	48°21'42"	70°34'15"	Ca 225	V	FM 22	24 août
61-147	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	12 sept.

⁵ 61-116 à 61-146, collections faites à l'anse aux Érables lors de l'Expédition Legendre (1961).⁶ FM 1, FM 2, etc. : filets maillants (22) tendus lors de l'Expédition Legendre, à l'anse aux Érables.

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1962 ⁷

No de coll.	Station No	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Date Juin 1962	Engin	Fond	Remarques ⁸
		Lat. N	Long. O					
62-1	490A	48°07'00"	69°35'00"	83-104	14	CV	R	Fond très rude, chalut brisé; estuaire
62-2	440	48°08'18"	69°46'00"	234-216	14	CV	R, S	Fosse près de Tadoussac
62-3	407A	48°07'15"	69°39'00"	26-35	15	DP	roc, R	Sur le seuil; rencontre eaux du Saguenay et de l'estuaire
62-4	410	48°10'42"	69°52'00"	67-57	16	DP	R, S	Moitié de la prise conservée
62-5	410A	48°09'30"	69°51'00"	148-146	16	DP	R, S V	Moitié de la prise conservée
62-6	400A	48°12'15"	69°53'00"	143-157	18	DP	R, V	Plus de vase qu'en aval; 1/4 de la prise conservé
62-7	370A	48°14'48"	69°59'00"	117-126	18	DP	G, R	Morceaux de bois
62-8	360	48°15'18"	70°02'00"	183	18	DP	?	DP n'a qu'effleuré le fond
62-9	360A	48°15'30"	70°01'00"	176-179	18	DP	V, R	DP a peu touché le fond
62-10	360A	48°15'30"	70°01'00"	186	18	CP	VB	Chalut englaisé au début
62-11	330	48°15'30"	70°08'00"	240-227	19	CV	VB SF	
62-12	310A	48°14'48"	70°11'00"	16-27	19	DP	SF,H	Deux portions imparfaitement séparées d'un même dragage
62-13	310A	48°14'48"	70°11'00"	27-55	19	DP	SF	

⁷ Nous modifions l'ordre de présentation pour les numéros 62-1 à 62-37 inclusivement; ces récoltes ont été effectuées lors d'une croisière océanographique organisée par la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, du 14 au 22 juin 1962. On trouvera tous les détails dans Drainville, Tiphane et Brunel (1963). Pour la position des stations, voir la figure 3 dans Drainville (1968).

⁸ Lorsque la durée de la prise n'est pas indiquée, elle est de 10 minutes ou moins.

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1962

No de Coll	Station No	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Date Juin 1962	Engin	Fond	Remarques
		Lat. N	Long. O					
62-14	290	48°18'30"	70°16'00"	269-276	19	CV	VC	20 minutes ; chalut emmêlé
62-15	250 à 230A	48°21'00"	70°24' à 70°27'00"	270 (?)	19	CV	VC	20 minutes ; entre deux eaux : macroplancton seulement
62-16	240	48°21'15"	70°26'00"	269-276	19	CV	VC	20 minutes
62-17	120	48°24'48"	70°50'00"	90-0 10-0	20	FTP	-	Prises verticales, l'une du fond ; invertébrés des deux prises réunies
62-18	120	48°24'48"	70°50'00"	92	20	CP	V	Chalut anglaisé au début
62-19	120A à	48°24'30"	70°49' à	119-86-	20	CP	V	30 minutes
62-19A	140		70°47'	104				
62-19B	150	48°23'18"	70°44'00"	150-0	20	FTP	-	Prise oblique ; fond : 150 m
62-20	150	48°23'18"	70°44'00"	150-0	20	FTP	-	Prise oblique ; fond : 150 m
62-21	190A	48°21'42"	70°35'00"	256-231	20	CV	V	20 minutes
62-22	170	48°22'00"	70°40'00"	215-0	20	FSZ	V	Prise verticales ; fond : 240 m
62-23	100A	48°26'00"	70°53'00"	35-18- 29	21	DP	V, H	
62-24	100A	48°26'00"	70°53'00"	33-9-15	21	CV	SF, D, H	Déchets de bois Bran de scie
62-25	100A	48°26'00"	70°53'00"	27	21	EH	S, D	Bran de scie
62-26	100A	48°26'00"	70°53'00"	27	21	EH	S, D	
62-27	160	48°22'00"	70°42'00"	238	21	EH	V	
62-28	160	48°22'00"	70°42'00"	238	21	EH	V	
62-29	160	48°22'00"	70°42'00"	236	21	EH	V	
62-30	120A à 130	48°24'48"	70°49' à 70°48'00"	101	21	CV	V	15 minutes ; goudron engluant les nombreux animaux
62-31	110	48°25'30"	70°52'	51-55	21	CV	V, D	Déchets nauséa- bonds ; faible portion conservée ; chalut brisé
62-32	140 à	48°24'30" à	70°46 à	135-104	22	CP	V	1 heure
62-32A	150	48°22'30"	70°43'30"	168				
62-32B	131	48°22'30"	70°43'30"	168				
62-33	131	48°21'18" à	70°48' à	150-183	22	CP	V	1 heure ; baie des Ha ! Ha !
62-33A	151	48°22'12"	70°44'					
62-33B	151	48°22'12"	70°44'					
62-34	130	48°25'12" à	70°48'30" à	73-92	22	CV	S, V	1/5 de la prise conservé
62-35	160	48°25'42" à 48°22'	70°48'30" à 70°43'	170-50	22	ECB	V	Prise étagée en 5 paliers, à 5 mi- nutes par palier ; fond : 225 mètres
62-36	160	48°22'	70°42'	40-20	22	ECB	V	Idem, en 3 paliers
62-37	160	48°22'	70°42'	surface	22	ECB	-	Prise horizontale de 20 minutes

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1962

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
62-39	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G, S	FM	28 juin
62-47	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G, S	FM	2 juil.
62-48	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G, S	FM	2 juil.
62-54	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, S	M	4 juil.
62-64	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G, S	FM	7 juil.
62-68	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, S	FM	16 juil.
62-75	C-12	48°25'18"	70°49'30"	10	R, S	FM	17 juil.
62-81	C-12	48°25'18"	70°49'30"	10	R, V	FM	19 juil.
62-82	C-12	48°25'18"	70°48'15"	74	S, V	N	19 juil.
62-100	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	G, S	FM	25 juil.
62-109	C-12	48°25'24"	70°49'06"	0	R, V, S	FM	28 juil.
62-110	C-13	48°25'54"	70°47'00"	0	G, R	PJ	28 juil.
62-111	C-13	48°25'54"	70°47'00"	0	G, R	PJ	4 août
62-501	N-33	48°14'26"	70°07'14"	50	V, R	FM	5 août
62-502	N-33	48°14'26"	70°07'08"	38	R	N	5 août
62-511	N-33	48°14'26"	70°07'14"	50	V, R	FM	5 août
62-512	N-33	48°14'26"	70°07'14"	50	V, R	FM	5 août
62-527	N-33	48°14'15"	70°06'24"	0	V, R	FM	8 août
62-528	N-33	48°14'26"	70°07'14"	5	V, R	FM	8 août
62-541	N-33	48°14'26"	70°07'14"	50	V, R	FM	9 août
62-542	N-33	48°14'21"	70°06'22"	45	V, R	N	9 août
62-547	N-35	48°14'41"	70°02'25"	50	V, R	FM	10 août
62-548	N-35	48°14'41"	70°02'25"	50	V, R	FM	10 août
62-562	N-33	48°14'26"	70°07'14"	50	V, R	FM	10 août
62-563	N-35	48°14'41"	70°02'25"	50	V, R	FM	11 août
62-564	N-35	48°14'41"	70°02'25"	50	V, R	FM	11 août
62-566	N-33	48°14'26"	70°07'08"	40	V, R	N	11 août
62-567	N-35	48°14'41"	70°02'25"	50	V, R	FM	11 août
62-575	N-33	48°14'15"	70°06'24"	0	V, R	FM	12 août
62-577	N-33	48°14'15"	70°06'24"	0	V, R	FM	13 août
62-580	N-33	48°14'26"	70°07'08"	35	V, R	N	13 août
62-585	N-33	48°14'15"	70°06'24"	0	V, R	FM	15 août
62-588	M-34	48°15'46"	70°05'55"	22	R	FM	15 août
62-593	M-34	48°15'46"	70°05'55"	22	R	FM	15 août
62-602	M-34	48°15'46"	70°05'55"	22	V, R	FM	16 août
62-603	M-34	48°15'46"	70°05'55"	22	V, R	FM	16 août
62-606	M-33	48°15'44"	70°06'40"	42	V, R	FM	17 août
62-607	M-33	48°15'37"	70°06'57"	24	V, R	N	17 août
62-608	M-33	48°15'44"	70°06'40"	42	V, R	FM	17 août

ANNÉE 1963

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
63-1	C-12	48°25'10"	70°49'00"	25	G, R, V	FM	28 juin
63-2	C-12	48°25'30"	70°48'16"	0	G, R, V	FM	30 juin
63-6	C-13	48°25'15"	70°47'00"	50	V	FM	1er juil.
63-18	C-13	48°25'15"	70°47'00"	50	V	FM	6 juil.
63-19	C-12	48°25'10"	70°49'00"	25	V	FM	6 juil.
63-22	C-12	48°25'25"	70°49'15"	0	V, R	FM	6 juil.
63-23	C-13	48°25'54"	70°47'00"	0	G, R	PJ	7 juil.
63-25	C-13	48°25'15"	70°47'00"	50	V	FM	11 juil.
63-38	D-12	48°24'45"	70°48'30"	100	V	D	18 juil.
63-41	C-13	48°25'15"	70°47'00"	75	V	N	18 juil.
63-43	C-12	48°25'25"	70°49'15"	0	V, R	FM	19 juil.
63-48	C-13	48°25'15"	70°47'00"	100	V	FM	20 juil.

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1963

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
63-50	C-13	48°25'15"	70°47'00"	100	V	FM	22 juil.
63-502	E-19	48°23'12"	70°35'27"	0	S	M	28 juil.
63-504	E-19	48°23'00"	70°34'49"	42	V	N	8 août
63-507	E-19	48°23'00"	70°34'49"	42	V	FM	9 août
63-508	F-19	48°22'59"	70°35'03"	28	R	FM	9 août
63-510	F-19	48°22'56"	70°35'13"	56	V, R	CH	9 août
63-512	E-19	48°23'10"	70°34'34"	48	V	FM	9 août
63-516	E-19	48°23'10"	70°34'34"	48	V	FM	11 août
63-525	F-21	48°22'39"	70°32'00"	39	V	N	13 août
63-526	F-21	48°22'40"	70°31'22"	66	V	N, FM ⁹	13 août
63-527	E-19	48°23'02"	70°35'21"	Ca16	V	L	13 août
63-529	E-19	48°23'02"	70°35'21"	Ca13	V	L	15 août
63-534	F-18	48°22'52"	70°36'06"	42	V	FM	15 août
63-538	F-21	48°22'40"	70°31'22"	66	V	FM	18 août
63-543	C-10	48°26'06"	70°52'12"	0	V, R	PJT	15 oct.

ANNÉE 1964

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
64-19	C-12	48°25'15"	70°48'47"	10	V, R	FM	3 juil.
64-31	C-13	48°25'54"	70°47'00"	0	G, R	PJ	8 juil.
64-60	C-13	48°25'42"	70°46'45"	70	V	N	25 juil.
64-61	E-15	48°23'46"	70°43'14"	46	V	FM	26 juil.
64-62	D-15	48°24'51"	70°43'39"	32	V	FM	26 juil.
64-64	D-15	48°24'51"	70°43'39"	39	V	FM	28 juil.
64-65	E-15	48°23'46"	70°43'14"	46	V	FM	28 juil.
64-69	D-12	48°24'06"	70°48'27"	41	V	N	29 juil.
64-100	N-31	48°14'39"	70°10'49"	Ca10	V	L	6 août
64-101	N-31	48°14'35"	70°11'10"	0	S	FM	7 août
64-124	M-31	48°15'36"	70°11'50"	18	V	FM	11 août
64-127	N-31	48°14'35"	70°11'10"	0	S	FM	11 août
64-129	N-31	48°14'39"	70°10'49"	Ca4	V	L	13 août
64-141	N-31	48°14'39"	70°10'49"	4	V	C	15 août
64-142	N-31	48°14'35"	70°11'10"	0	S	FM	15 août
64-158	M-32	48°15'06"	70°09'51"	28	R	N	17 août
64-162	M-31	48°15'23"	70°11'54"	29	V	P	18 août

⁹ À la nasse (N), *Lycodes turneri* Bean; au filet maillant (FM), *Gadus morhua* Linné et *Sebastes marinus* (Linné).

APPENDICE (suite)

ANNÉE 1965

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
65-00	C-13	48°25'54"	70°47'00"	0	G, R	PJ	1er juil.
65-20	C-12	48°25'18"	70°48'54"	0	V	PE	10 juil.
65-22	C-12	48°25'18"	70°48'32"	21	V	N	11 juil.
65-107	C-12	48°25'24"	70°49'01"	0	V, R	PE	8 août
65-111	C-12	48°25'24"	70°49'01"	0	V, R	FM	10 août
65-115	C-13	48°25'44"	70°46'58"	38	V	P	11 août
65-119	C-12	48°25'	70°49'	Ca25	V	N	12 août
65-126	C-10	48°26'06"	70°52'12"	0	V, R	PJT	13 août
65-145	C-14	48°25'20"	70°44'24"	20	V	N	18 août

ANNÉES 1966 et 1968

No de Coll.	Secteur	Position (fig. 1)		Prof. de prise (m)	Fond et remarques	Engin	Date
		Lat. N	Long. O				
66-0	C-12	48°25'24"	70°49'01"	0	V, R	M	4 juil.
66-29	C-12	48°25'30"	70°49'00"	0	V	FM	5 juil.
66-66	C-12	48°25'18"	70°48'42"	31	V	N	9 juil.
66-78	E-15	48°23'30"	70°43'18"	128	V	FM	12 juil.
66-82	C-12	48°25'18"	70°48'30"	9	V, R	N	12 juil.
66-115	C-11	48°25'30"	70°50'30"	30	V	D	23 juil.
66-137	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	31 oct.
66-138	C-12	48°25'30"	70°48'12"	0	R, V	PM	3 nov.
68-37	C-12	48°25'18"	70°49'00"	0	V	M	14 juil. 68

CROISSANCE EN LONGUEUR DU MEUNIER DE L'EST, *CATOSTOMUS CATOSTOMUS* (FORSTER), DU SAGUENAY

LOUIS-MARIE LALANCETTE¹ et ÉTIENNE MAGNIN

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

Résumé

Les 889 spécimens utilisés dans cette étude provenaient de la partie supérieure du fjord du Saguenay. La détermination de l'âge a été faite à l'aide des écailles. La croissance en longueur chez les immatures est rapide et semblable chez les mâles et les femelles. Par contre, chez les adultes, la croissance est légèrement plus lente; les femelles ont toujours, d'autre part, une taille supérieure de 10 millimètres environ à celle des mâles pour chaque groupe d'âge. Les mâles ont une longévité moindre que celle des femelles. Nous n'avons pas pu établir si la salinité des eaux du Saguenay avait une influence sur la croissance des meuniers de l'est.

Abstract

The 889 specimens used in this study were taken from the upper part of the Saguenay fjord. The determination of the age of each specimen was arrived at after studying the scale. The growth in length of the young is rapid and similar among the female and male specimens. However, the growth rate of the adults is somewhat lower. The female however is always approximately 10 millimeters longer in length as compared to the male in the same age group. The female specimens live longer than the male specimens. We were not able to establish whether the salt concentration in the Saguenay River had any effect on the growth of the eastern longnose sucker.

Introduction

Peu de travaux ont été faits sur la croissance en longueur des Meuniers de l'Est (*Catostomus catostomus catostomus* (Forster)). Au Canada, on peut citer les travaux de Rawson et Elsey (1950) en Alberta, de Harris (1962) dans les Territoires du Nord-Ouest et de Magnin (1965) et Bosset (1969) au Québec. Aux États-Unis, nous citerons les travaux de Kathrein (1951) dans l'État du Montana, de Brown et Graham (1954) au Wyoming et de Bailey (1969) au Wisconsin. Le but était d'étudier la croissance de ce poisson

1. Adresse actuelle: Université du Québec, Chicoutimi, Québec.

du Saguenay. Le fjord du Saguenay a cette particularité que ses eaux sont stratifiées en deux étages distincts séparés par une thermo-halocline. La couche superficielle, qui constitue les eaux de surface, est douce ou saumâtre, mince et relativement chaude. En dessous, on a des eaux arctiques très froides et salées qui vont jusqu'aux plus grandes profondeurs (Drainville, 1968). Après avoir décrit le matériel et les méthodes utilisées, nous présenterons nos résultats et nous comparerons nos données avec celles obtenues par d'autres chercheurs.

Matériel et méthodes

Les meuniers provenaient de la partie supérieure de l'estuaire du Saguenay (fig. 1) où l'eau est saumâtre. Ils furent capturés au cours des étés 1965, 1966, et 1968. Sur un total de 889 spécimens il y avait 283 jeunes de l'année, 78 jeunes plus âgés mais immatures et 528 adultes. Nous avons utilisé divers moyens de capture : la seine, les filets maillants, la pêche électrique et les pêches fixes de rivage.

La longueur totale, exprimée en millimètres, est la plus longue possible, comme le conseille Legendre (1954). Le sexe fut déterminé par un examen macroscopique des gonades. Nous avons utilisé les écailles pour la lecture de l'âge (fig. 2). Les annuli étaient observés à la loupe binoculaire (grossisse-

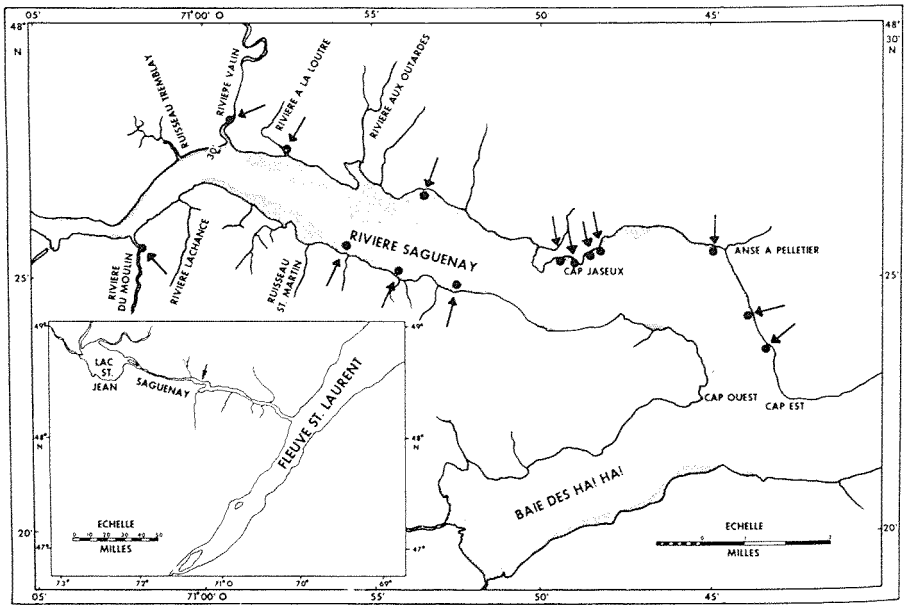


FIGURE 1. Lieux de capture des *Catostomus catostomus* dans le Saguenay (indiqués par des points noirs).

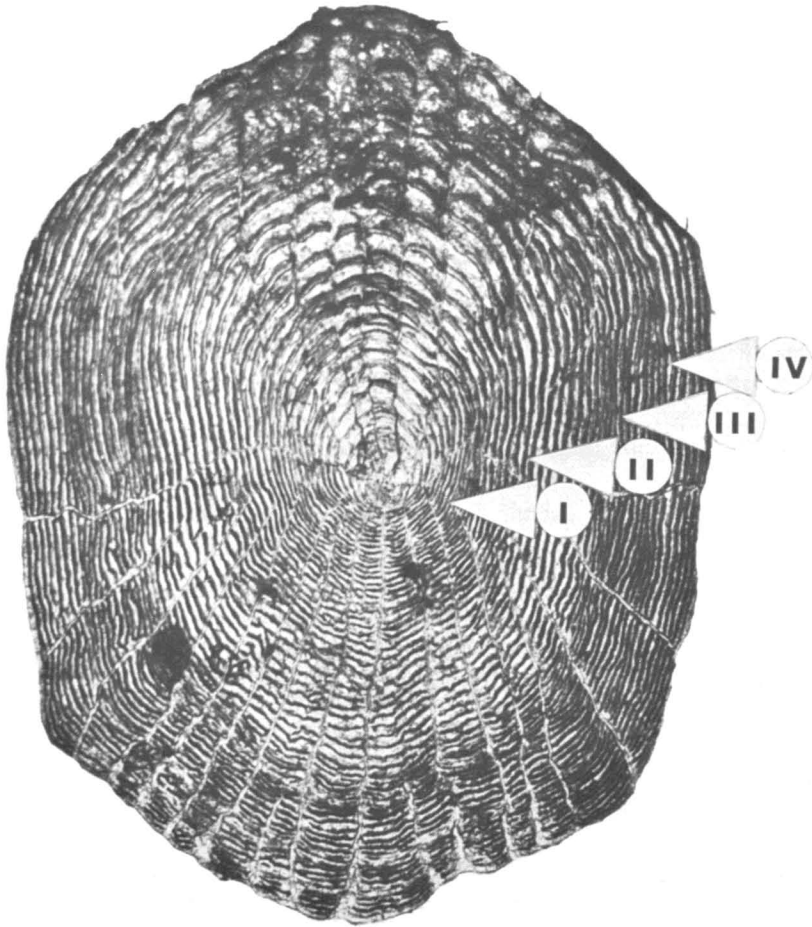


FIGURE 2. Écaille d'un *Catostomus catostomus* immature capturé le 20 septembre 1968 au Saguenay. Ce spécimen appartenait au groupe d'âge IV et avait comme longueur totale 235 millimètres. Le plus grand diamètre de cette écaille est de 4 millimètres.

ment x 14) et dessinés à la chambre claire ; ils n'étaient cependant pas toujours visibles et nous avons dû éliminer environ 200 spécimens.

À partir des données obtenues par la lecture des écailles, nous avons calculé pour chaque groupe d'âge la moyenne des longueurs ainsi que les intervalles de confiance des valeurs individuelles à un niveau de probabilité d'erreur de 5%.

Nous avons également calculé la relation existant entre la longueur totale (LT) du Meunier et le rayon de l'écaille (E) agrandi quatorze fois. L'équa-

tion de régression établie à partir de 108 spécimens choisis au hasard est de la forme :

$$LT = 11.95 E + 23.9$$

Le coefficient de corrélation "r" obtenu est 0.96. L'ordonnée à l'origine, soit 23.9 mm, n'est pas significativement différente de zéro : pour un niveau de probabilité d'erreur de 0.0005 avec 1 et 106 degrés de liberté, la valeur de F calculée sur l'homogénéité des variances est 11.45 ; cette valeur est inférieure à celle de "F" donnée dans les tables (13.6) ; nous avons donc utilisé la formule :

$$LT = 11.95 E$$

dans nos rétrocalculs des longueurs des poissons à partir du rayon des annuli.

Nous avons enfin calculé les équations de régression exprimant le logarithme de la longueur totale en fonction du logarithme de l'âge chez les immatures mâles, les immatures femelles, les adultes mâles et les adultes femelles. Ces équations ont ensuite été comparées pour savoir s'il existait des différences statistiques dans la croissance en longueur entre les individus de ces différentes catégories.

TABLEAU I

Croissance en longueur des jeunes *Catostomus catostomus* de la rivière Valin au cours de l'été qui suit leur éclosion.

Dates des captures	N	LT moyenne	LT extrêmes observées	Accroissement journalier
17 juin	30	13.423	9 - 18	0.557
1 juillet	56	21.230	16 - 26.5	0.294
15 juillet	62	25.346	15 - 31	0.258
2 août	51	30.000	20 - 35	0.170
20 août	32	33.076	26 - 34.5	0.070
18 septembre	52	35.120	28 - 42.5	-

N indique le nombre de spécimens pour chacune des dates des captures;

LT, longueur totale.

Résultats

CROISSANCE DES INDIVIDUS DE MOINS D'UN AN

Le tableau I donne les longueurs des 283 spécimens que nous avons observés aux différentes dates des captures. Le 17 juin, peu de temps après l'éclosion, ils mesuraient 13.4 mm ; au 15 juillet, 25.3 mm ; au mois d'août, 33.1 et en septembre, 35.1 millimètres. Il semble que les jeunes de l'année continuent à grandir jusqu'en hiver, puisque les poissons du groupe d'âge I capturés au mois de mai ont en moyenne 41 millimètres. Nous remarquons aussi, dans le tableau I, que l'accroissement journalier pour les diverses périodes comprises entre chacune des dates de capture diminue constamment de juin à septembre. Le calcul de cet accroissement s'obtient en divisant la différence de longueur entre deux dates successives de capture par le nombre de jours de la période.

TABLEAU II

Comparaison des différences de pente et de position des équations de régression exprimant le logarithme de la longueur totale en millimètres (log LT) en fonction du logarithme de l'âge (log A) entre les meuniers de sexes différents et entre les adultes et les immatures.

Spécimens comparés	Équations	N	r	Différence de pente		Différence de position	
				F _c	F _t	F _c	F _t
♂ adultes	$\log LT = 0.541 \log A + 2.052$	223	0.78	0.170	6.63	15.55	6.63
♀ adultes	$\log LT = 0.525 \log A + 2.077$	250	0.77				
♂ immat.	$\log LT = 0.760 \log A + 1.862$	120	0.85	0.278	6.63	0.085	6.63
♀ immat.	$\log LT = 0.793 \log A + 1.847$	120	0.84				
♂ adultes	$\log LT = 0.541 \log A + 2.052$	223	0.78	165.88	6.63	4.78	6.63
Immatures	$\log LT = 1.162 \log A + 1.631$	78	0.97				
♀ adultes	$\log LT = 0.525 \log A + 2.077$	250	0.77	213.49	6.63	4.03	6.63
Immatures	$\log LT = 1.162 \log A + 1.631$	78	0.97				

N = nombre de spécimens, r = coefficient de corrélation, F_c = F calculé, F_t = F donné par la table pour une probabilité qu'il n'existe pas de différences à un niveau de probabilité d'erreur de 1%.

CROISSANCE COMPARÉE DES INDIVIDUS DE PLUS D'UN AN SUIVANT LE SEXE ET LA MATURITÉ SEXUELLE

Le tableau II donne les différentes équations de régression du logarithme de la longueur totale (log LT) en fonction du logarithme de l'âge (Log A) des diverses catégories de poissons. La comparaison statistique de ces droites nous permet de tirer les conclusions suivantes à un niveau de probabilité d'erreur de 1% :

1. — La courbe exprimant la croissance en longueur des meuniers mâles adultes est parallèle à celle des femelles adultes. Ces dernières mesurent 8 à 10 mm de plus que les mâles aux différents groupes d'âge. Cette différence est faible mais comme elle est statistiquement significative, nous avons étudié séparément la croissance des individus des deux sexes.

2. — La croissance en longueur des immatures est identique chez les deux sexes. Après avoir réuni les données, nous avons obtenu l'équation :

$$\text{Log LT} = 1.162 \log A + 1.632$$

3. — La croissance en longueur des immatures est différente de celle des adultes ; les premiers grandissent beaucoup plus rapidement que les derniers.

DESCRIPTION DE LA CROISSANCE EN LONGUEUR

La figure 3 et les tableaux III et IV illustrent et complètent les observations faites précédemment sur la croissance en longueur des meuniers du

TABLEAU III

Longueurs totales moyennes ($\overline{\text{LT}}$) observées et calculées à partir de l'équation : $\log \text{LT} = 1.1622 \log A + 1.6316$ chez les *Catostomus catostomus* immatures du Saguenay.

Groupe d'âge	N	$\overline{\text{LT}}$ observée	$\overline{\text{LT}}$ calculée	Longueurs extrêmes	Accroissement moyen annuel
I	32	41.15	42.81	28 - 53	41.15
II	14	100.00	95.43	70 - 140	58.85
III	6	155.83	150.40	110 - 190	55.83
IV	22	202.56	212.90	163 - 245	46.73

Toutes les longueurs sont données en millimètres; N représente le nombre de spécimens pour chaque groupe d'âge.

TABLEAU IV

Longueurs totales moyennes observées (\overline{LT} obs.) et calculées (\overline{LT} calc.) à partir des équations: $\log LT = 0.5416 \log A + 2.0526$ pour les mâles et $\log LT = 0.5251 \log A + 2.0774$ pour les femelles chez les *Catostomus catostomus* matures du Saguenay.

Groupe d'âge	M Â L E S					F E M E L L E S				
	N	\overline{LT} obs.	\overline{LT} calc.	Extrêmes	Δ	N	\overline{LT} obs.	\overline{LT} calc.	Extrêmes	Δ
V	50	270.22	269.9	234-300	67.66	15	269.63	278.3	225-310	67.07
VI	92	298.96	297.9	270-332	28.74	83	312.61	306.1	270-350	42.98
VII	65	325.62	323.8	276-360	26.66	70	331.14	332.0	270-360	18.53
VIII	9	346.88	348.1	300-385	21.26	52	353.61	356.1	313-390	22.47
IX	5	364.00	371.0	330-400	17.12	24	376.72	378.8	370-420	23.11
X	2	405.00	392.9	390-420	41.00	6	415.83	400.3	400-450	39.11

Les longueurs sont données en millimètres; N représente le nombre de spécimens pour chaque groupe d'âge et Δ indique l'accroissement moyen annuel.

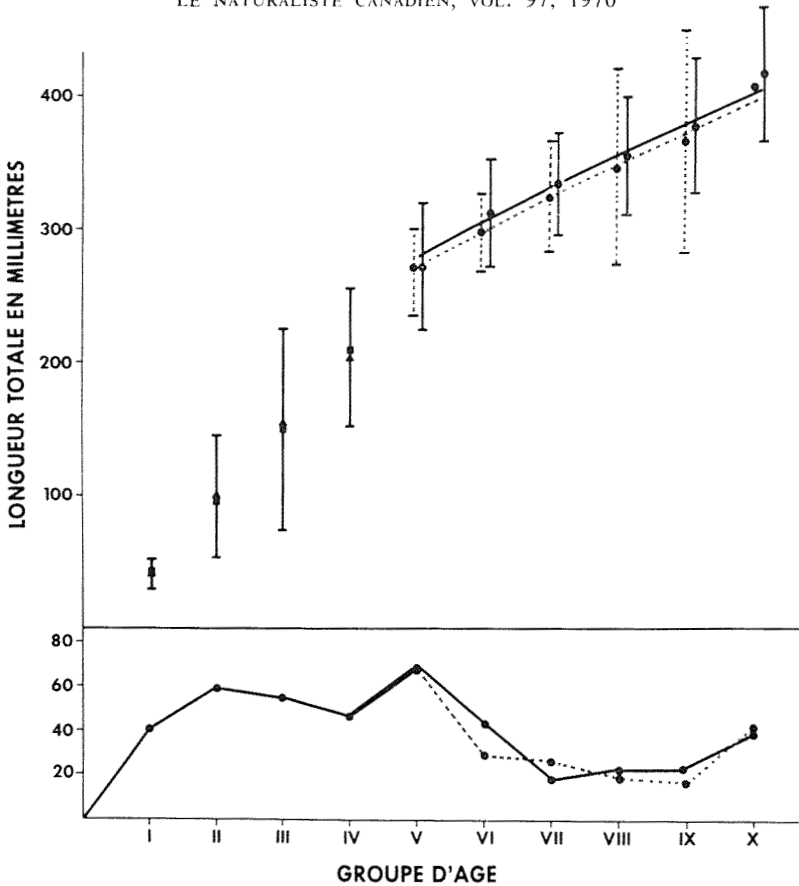


FIGURE 3. Croissance en longueur (en haut) et accroissement moyen annuel de taille (en bas) des *Catostomus catostomus* du Saguenay. La courbe en trait plein (femelles) est la représentation graphique de l'équation : $\log LT = 0.525 \log A + 2.077$ celle en pointillés (mâles) de $\log LT = 0.541 \log A + 2.052$ et les carrés (immatures) représentent les valeurs calculées de l'équation : $\log LT = 1.162 \log A + 1.631$. Les points et les triangles représentent les valeurs réellement observées. Pour chaque groupe d'âge, on a indiqué les intervalles de confiance des valeurs individuelles à un niveau de probabilité d'erreur de 5%.

Saguenay. On remarque d'abord, chez les deux sexes, une grande variabilité dans la taille pour un même groupe d'âge ; les intervalles de confiance des valeurs individuelles à un niveau de probabilité d'erreur de 5% chevauchent aussi très largement les uns sur les autres.

La croissance en longueur est très forte durant les cinq premières années ; elle se ralentit ensuite au cours des années suivantes ; ceci est particulièrement bien illustré par le deuxième graphique de la figure 3 qui représente l'augmentation moyenne annuelle de la taille.

Chez les adultes, l'accroissement moyen annuel après une diminution brusque entre cinq et sept ans, se maintient ensuite à peu près constant. La

croissance en longueur semble assez régulière puisque les longueurs observées se rapprochent de celles qui ont été calculées à partir des équations logarithmiques données plus haut. On remarque enfin que les femelles ont toujours une taille légèrement supérieure de 10 millimètres à celle des mâles.

COMPARAISON AVEC LES DONNÉES OBTENUES PAR D'AUTRES CHERCHEURS

La croissance en longueur du Meunier a été décrite par différents auteurs. Certains utilisent la longueur à la fourche ou la longueur totale. D'autres chercheurs expriment les longueurs en pouces ; enfin, la plupart d'entre eux ne font aucune distinction entre les sexes. Pour faciliter les comparaisons, il nous a fallu d'abord faire les conversions nécessaires pour avoir les longueurs totales en millimètres et, ensuite, grouper toutes nos données sans distinction des sexes.

Brown et Graham (1954) ont décrit la croissance des meuniers au cours de l'année de leur éclosion dans le lac Yellowstone au Wyoming et ils ont obtenu les résultats suivants : les alevins mesuraient 13 mm le 9 juin ; 23.5 mm le 7 septembre et 30.5 mm en octobre. Harris (1962) a capturé en août 301 spécimens dans la rivière Hay (Territoires du Nord-Ouest) : la longueur moyenne était de 50 mm avec des extrêmes de 33 et 66 millimètres. Nous remarquons que les jeunes meuniers de l'année du Saguenay ont une croissance intermédiaire entre ceux du lac Yellowstone et de la rivière Hay.

Chez les spécimens plus âgés (fig. 4), Rawson et Elsey (1951) au lac Pyramide (Alberta) ont capturé 76 spécimens dont la croissance en longueur est relativement lente ; les spécimens les plus longs mesuraient 310 mm et étaient âgés de douze ans alors que ceux du Saguenay atteignent la même taille en six ans. Les meuniers du lac Yellowstone (Brown et Graham, 1954) ont au contraire une croissance plus rapide que ceux du Saguenay ; ils atteignent 455 mm de longueur en huit ans alors que nos spécimens n'atteignent même pas cette taille en dix ans. Les meuniers du grand lac de l'Esclave (Harris, 1962) ont une croissance en longueur à peu près semblable à celle des meuniers du Saguenay mais ils deviennent beaucoup plus vieux et atteignent 642 millimètres.

Il nous faut aussi signaler d'autres observations faites par d'autres chercheurs et qui n'ont pas été illustrées dans la figure 4. Bailey (1969) a étudié la croissance en longueur de 1760 spécimens capturés dans la partie ouest du lac Supérieur ; ses résultats sont assez semblables à ceux que nous avons obtenus au Saguenay. Les meuniers de la rivière Missouri (Kathrein, 1951) grandissent plus vite que ceux du Saguenay puisqu'ils atteignent environ 394 mm en huit ans. Les meuniers du lac Inman dans la Mauricie ont une croissance

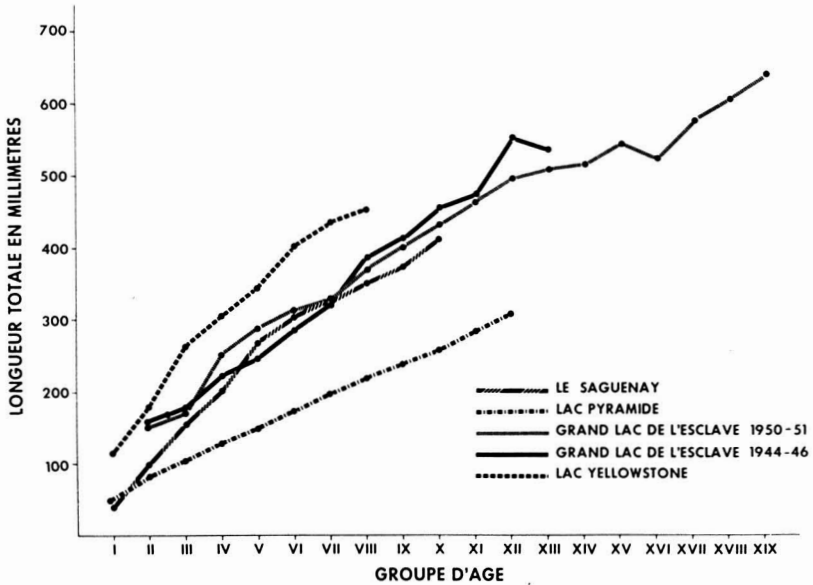


FIGURE 4. Croissance en longueur des *Catostomus catostomus* du Saguenay et de trois autres lacs nord-américains. Les auteurs de ces observations sont cités dans le texte.

semblable à ceux du Saguenay (Bosset, 1969). Magnin (1965) donne les tailles de 100 meuniers capturés dans la rivière Nottaway tributaire de la baie James : ceux-ci atteignent des tailles bien supérieures à ceux du Saguenay, mais la lecture de l'âge de ces spécimens n'a pas encore été faite.

Il est difficile de tirer une conclusion certaine de toutes les comparaisons. Il semble cependant que plus on se dirige vers le nord, plus la longévité est grande et plus la taille maximum observée est grande. Par contre, la croissance est plus rapide dans les rivières ou lacs situés plus au sud. Les meuniers du lac Pyramide ont cependant une croissance tout à fait particulière qui peut être reliée à deux faits : tout d'abord il s'agit d'un lac alpin oligotrophe ; ensuite, des pêches intensives ont été faites dans ce lac pour éliminer ces poissons.

Conclusion

En commençant ce travail, nous nous étions proposé d'étudier l'influence de la salinité sur la croissance des *Catostomus catostomus* du Saguenay. Nous n'avons pu cependant, à partir des données recueillies, établir des relations certaines sur ce sujet. Des pêches intensives effectuées plus au large et à des profondeurs différentes, une étude plus approfondie des contenus stomacaux et enfin des expériences en aquarium permettraient peut-être de déterminer la qualité des eaux que ces poissons préfèrent et la tolérance qu'ils présentent aux variations de salinité du milieu.

Toutefois les observations que nous avons faites sur ce poisson contribue, croyons-nous, à une meilleure connaissance de sa biologie : la similitude de croissance chez les immatures des deux sexes ; la différence de croissance entre les femelles adultes et les mâles adultes ; le taux de croissance assez semblable à celui des meuniers vivant dans d'autres milieux situés à la même latitude.

Remerciements

Nous désirons exprimer notre reconnaissance à M. Léo Brassard, directeur du Camp des Jeunes Explorateurs qui a mis à notre disposition le matériel de pêche de cet organisme. Il faut signaler aussi qu'une partie des frais occasionnés par ce travail a été défrayée par une subvention accordée par le Conseil National des Recherches du Canada. Nous voudrions enfin remercier les autorités du Centre de Biologie du Ministère de l'Industrie et du Commerce et les autorités du Service de la Faune du Ministère du Tourisme et de la Chasse du Québec qui ont mis à notre disposition du personnel et du matériel pour la pêche des meuniers dans le Saguenay et ses affluents.

Références

- BAILEY, M. M., 1969. Age growth and maturity of the longnose sucker *Catostomus catostomus*, of western Lake Superior. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **26**: 1289-1299.
- BOSSET, M., 1969. Étude comparée de la morphologie, de la croissance et de la reproduction des deux sous-espèces *C. catostomus catostomus* (Forster) et *C. catostomus nanomyzon* (Mather) du lac Inman (comté de Lavolette, Québec). Mémoire de maîtrise. Univ. Montréal, 76 pages.
- BROWN, C. J. D. and R. J. Graham, 1954. Observations on the longnose sucker in Yellowstone Lake. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **83** (1953) : 38-46.
- DRAINVILLE, G., 1968. Le Fjord du Saguenay : 1. Contribution à l'Océanographie. *Naturaliste can.*, **95** (4) : 809-855.
- HARRIS, R. H. D., 1962. Growth and reproduction of the longnose sucker, *Catostomus catostomus* (Forster) in Great Slave Lake. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **19**: 113-126.
- KATHREIN, J. W., 1951. Growth rate of four species of fish in a section of the Missouri River between Holter Dam and Cascade, Montana. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **80** (1950) : 93-98.
- LEGENDRE, V., 1954. Clef des poissons de pêche sportive et commerciale de la Province de Québec. Ministère de la Chasse et de la Pêche, Québec, 2^{ième} éd. : 180 pages.
- MAGNIN, E., 1965. Premier inventaire de la faune ichthyologique du lac et de la rivière Waswamipi. *Naturaliste can.*, **91** (11) : 273-308.
- RAWSON, D. S. and C. A. ELSEY, 1950. Reduction in the longnose sucker population of Pyramid Lake, Alberta, in an attempt to improve angling. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **78** (1948) : 13-31.

APERÇU SUR LES PEUPELEMENTS D'INVERTÉBRÉS MARINS DES FONDS MEUBLES DE LA BAIE DE GASPÉ, 1956-60^{1,2}

PIERRE BRUNEL

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

Résumé

La revue des travaux antérieurs de prospection faunistique du benthos marin des parages de la baie de Gaspé est suivie d'un bref exposé des objectifs des recherches québécoises en écologie benthique dans le golfe du Saint-Laurent. Les méthodes employées sont décrites: l'échantillonneur Holme double et un petit chalut à vergue à roues odométriques ont rapporté respectivement 280 échantillons quantitatifs et 33 échantillons semi-quantitatifs de 91 stations (24 en profils bathymétriques et 20 prospectées deux fois) réparties entre 5 et 100 m de profondeur. L'observation préliminaire de la faune et des sédiments lors du tamisage, l'étude de la distribution de 19 Polychètes errantes, 12 Echinodermes, 11 Pélécytopodes et 15 Crustacés Décapodes chalutés aux stations d'un profil bathymétrique, l'emploi des volumes de sédiments comme indicateurs granulométriques et de la profondeur comme indicateur de la stratification thermique, permettent de distinguer provisoirement 8 communautés benthiques: 3 communautés euryboréales (vases molles, sables et fonds mixtes), 2 communautés subarctiques (sables vaseux et vases sableuses) et 3 communautés arctiques (vases cohésives, vases sableuses et caillouteuses, fonds mixtes, cette dernière seulement dans le courant de Gaspé). Quelques questions générales découlant des résultats acquis sont posées pour orienter les recherches.

Abstract

A review of past faunistic surveys of marine benthos in the Gaspé Bay area is followed by a brief outline of the objectives of benthic ecological research in the Gulf of St. Lawrence by Québec scientists. The methods used are described: a Holme double-scoop bottom sampler 280 quantitative and 33 semi-quantitative samples at 91 stations (24 along depth profiles and 20 sampled twice) in depths of 5-100 m. Preliminary observation of the fauna and sediments upon sieving, a distribution study of 19 errant polychaetes, 12 echinoderms, 11 pelecypods and 15 decapod crustaceans trawled along a depth profile, use of sediment volumes as

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec, n° 38. Direction des Pêches, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

2. Travaux de Biologie de l'Université de Montréal, n° 84.

and a small beam trawl with odometric wheels have taken respectively granulometric indicators and of depth as an indicator of thermal stratification, allow the provisional distinction of 8 bottom communities: 3 euryboreal communities (soft mud, sand and mixed ground), 2 subarctic communities (muddy sand and sandy mud) and 3 arctic communities (cohesive mud, sandy and pebbly mud, and mixed ground, the latter only in the Gaspé Current). Some general problems derived from results obtained up to date are set out to orient upcoming analyses.

Introduction

TRAVAUX ANTÉRIEURS

L'inventaire des Invertébrés benthiques des parages orientaux de la Gaspésie a commencé avec les dragages de Dawson (1858a, b, 1860) et Bell (1859a, b) en 1858 et de Whiteaves (1869a, b, 1871, 1872a, b, 1873, 1874a, b, 1875) en 1867, 1869 et 1871-73. L'ensemble des résultats obtenus par les naturalistes du 19^e siècle a été rassemblé dans un catalogue général des Invertébrés marins de l'est du Canada (Whiteaves, 1901). Cet ouvrage demeure encore une source essentielle d'information sur la faune du golfe du Saint-Laurent.

En 1904, Schmitt publie une étude détaillée sur l'île d'Anticosti, dans laquelle il rapporte la présence de 88 espèces d'Invertébrés trouvés tant à l'intérieur que dans les eaux marines littorales (jusqu'à 30 brasses) de l'île. En 1905-06, Stafford (1912a, b) effectue une série de dragages et autres récoltes dans la baie de Gaspé, pour le compte de la nouvelle Station biologique de l'Office de Biologie du Canada (devenu l'Office de Recherches sur les Pêcheries du Canada). Ses deux articles mentionnent 246 espèces différentes d'Invertébrés. En 1922, Johansen (1930) fait quelques collections éparses dans la région. En 1953, Bousfield (1955) prospecte de façon plus méthodique la faune intertidale, suggérant que le cap Gaspé marque une limite biogéographique entre la faune des eaux froides et des rivages rocheux de la rive nord de la Gaspésie et celle des eaux plus chaudes et des substrats littoraux plus diversifiés de la baie de Gaspé, de la baie des Chaleurs et du sud-ouest du golfe du Saint-Laurent. Les collections de Bousfield, disponibles avec une partie de celles de Whiteaves et de Johansen au Musée national des Sciences naturelles (Ottawa), n'ont toutefois pas encore été l'objet d'une étude méthodique d'ensemble, à l'exception des Cirripèdes (Bousfield, 1954) et des Amphipodes Talitridae (Bousfield, 1958). La distribution des Mollusques est rapportée de façon très générale et résumée dans un guide d'identification pour l'Est du Canada (Bousfield, 1964). En 1953-54, Steele (1957), au cours d'une étude sur la biologie du Sébaste (*Sebastes marinus*) des eaux profondes du chenal laurentien au large de la Gaspésie orientale, examine des contenus stomacaux et effectue des pêches macroplanctoniques indicatives de la distribution et de l'abondance locales de la faune pélagique dominante.

Corbeil (1949) tente en 1948, sans succès, d'acclimater des huîtres (*Crasostrea virginica* Gmelin) dans la baie de Gaspé, et fait en 1949 des observations sur le banc de coques (*Mya arenaria* L.) de Penouille (Tremblay, 1950). De 1951 à 1954, il entreprend l'étude des Invertébrés consommés par la Morue (Corbeil, 1953, 1954b), et un relevé quantitatif des Invertébrés de fond du banc Miscou, tout en amorçant l'inventaire de la faune des eaux gaspésiennes par la constitution d'une collection de référence à la Station de Biologie marine de Grande-Rivière. Cet inventaire, étendu au golfe et à l'estuaire du Saint-Laurent, se poursuit sous la direction de l'auteur de 1954 à 1966, tant par des collections éparses rapportées par lui ou par ses collègues que par des recherches à caractère écologique. Le catalogue qui rassemble les résultats de cet inventaire (Brunel, 1970) rapporte 674 espèces différentes d'Invertébrés benthiques. Il est d'intérêt direct pour l'identification de la faune des parages de la baie de Gaspé, faune qui, à cause de la vaste gamme de profondeurs, de substrats et de salinités qui entoure la péninsule de Forillon, est très représentative de celle de l'ensemble du golfe.

Les recherches à caractère écologique entreprises par la Station de Biologie marine dans les parages du Parc national de Forillon (baie de Gaspé, abords du cap Bon Ami, et chenal laurentien entre Gaspé-nord et l'île d'Anticosti) se classent en cinq groupes différents :

1) relevés quantitatifs des communautés benthiques des fonds meubles de la baie de Gaspé et des abords du cap Bon Ami, 1956-60 (Brunel, 1960, 1961a). Ils sont l'objet du présent aperçu préliminaire.

2) chalutages profonds dans le chenal laurentien, 1957 (Bergeron, 1961) et 1959 (Brunel, 1960), dont les Invertébrés ont été partiellement étudiés par Brunel (1970).

3) pêche au crabe-araignée (*Chionoecetes opilio* Fabricius) avec un chalut à panneaux sur les fonds vaseux profonds de la baie de Gaspé (Brunel, 1961b).

4) relevés de la distribution des algues benthiques infralittorales, en particulier de la Mousse d'Irlande (*Chondrus crispus* Stackhouse), effectués par l'« Akpatok » (Marine Colloids, Ltd., Rockland, Maine), 1965. Cardinal (1967) identifie les algues rapportées. Des échantillons épars d'Invertébrés benthiques ont aussi été recueillis : ils sont conservés dans les collections de la Station de Biologie marine, mais n'ont pas encore été identifiés.

5) relevés des biocénoses de la baie de Gaspé et du chenal laurentien par dragages et chalutages semi-quantitatifs, 1968 (Ledoyer, 1969, et sous presse). L'analyse de ces collections se poursuit actuellement à la Station de Biologie marine.

BUTS DES RECHERCHES

Les fonds de la baie de Gaspé ne sont pas considérés comme des fonds de pêche importants. On n'y rencontre que des « pêcheurs de terre », utilisant la palangre à bord de très petites embarcations, et ce n'est que rarement qu'un chalutier y traîne ses filets. Par contre, les eaux situées à l'embouchure de la baie des Chaleurs (« région des bancs de pêche ») et hors du bassin vaseux de la baie de Gaspé (e.g. bancs Norwich et des Américains), à très faible distance (10-30 milles) au sud ou à l'est de la baie de Gaspé, sont fréquentées par d'importantes populations de Morue, approvisionnement principal de l'industrie de la pêche en Gaspésie jusqu'à récemment. D'autre part, c'est dans la baie de Gaspé qu'on a commencé à pêcher le crabe-araignée arctique (*Chionoecetes opilio*) en quantités commerciales en 1960 (Brunel, 1961b), alors que ce crabe semblait moins abondant à l'entrée de la baie des Chaleurs.

Les facteurs responsables de cette différence apparente dans l'abondance ou la nature des ressources animales renouvelables entre deux bassins adjacents, qu'on croirait soumis aux mêmes conditions océanographiques d'ensemble, justifient un examen attentif. La première question à résoudre est celle de savoir à quel échelon de la chaîne alimentaire se situe cette différence : propriétés physico-chimiques de l'eau, plancton végétal, plancton animal, faune de fond, ou populations de poissons ? L'existence d'une différence à ce dernier échelon n'a pas été démontrée scientifiquement à ma connaissance, mais paraît probable si l'on compare la fréquentation des fonds de ces deux régions par les pêcheurs. L'étape suivante consiste à s'assurer d'une telle différence à l'échelon de la faune de fond, dont l'importance dans l'alimentation de la Morue de Gaspé a été montrée par Corbeil (1953, 1954b) et Brunel (1968). L'étude de la faune des fonds pauvres est donc aussi importante que celle de la faune des fonds riches, pour la découverte des causes qui régissent la distribution et l'abondance régionales et saisonnières des populations de poissons commerciaux.

Il est vrai que certains Invertébrés benthiques dont la Morue se gave à certaines périodes, notamment l'Ophiure *Ophiopholis aculeata* (L.) (Corbeil, 1954b), fréquentent apparemment surtout les fonds rocheux ou détritiques. Mais l'étude quantitative de ces fonds est à peu près impossible avec les appareils en usage actuellement, du moins aux profondeurs envisagées. C'est pourquoi notre recherche se limite aux fonds meubles, auxquels on demandera des indications sur la productivité des fonds rocheux adjacents.

Le but ultime du travail était donc de déceler et d'expliquer les différences locales les plus marquées et les plus constantes dans la biomasse (« standing crop ») de chair animale disponible, et surtout dans la production animale benthique. Il fallait cependant commencer par résoudre des problèmes d'identification de la faune, travail de longue haleine qui est assez avancé pour les

espèces communes de nombreux groupes taxonomiques (Brunel, 1970), mais qui doit nécessairement se continuer. Il est cependant possible de le faire parallèlement à la poursuite des objectifs écologiques intermédiaires des recherches, sans qu'il soit nécessaire de retarder cette étape. Ces objectifs intermédiaires, qui me paraissent préalables à la compréhension de la production benthique, sont donc doubles : 1) Identification des principaux groupements biotiques (communautés ou biocénoses) des fonds de la région, et des facteurs écologiques déterminants pour leur établissement et leur distribution géographique et bathymétrique : nature des sédiments, stratification et fluctuations de la température et de la salinité de l'eau. 2) Étude de la structure spatiale (bancs, essaimages, migrations, etc.), démographique et trophique de chaque communauté, par le moyen de séries temporelles d'échantillonnages à un petit nombre de stations-pilotes et par des expériences en aquarium.

Le premier objectif est poursuivi dans les recherches de Corbeil (1954a) sur le banc Miscou, de Brunel (1960, 1961a, et présent travail) et de Ledoyer (1969, et sous presse) dans la baie de Gaspé, tandis que le second a inspiré nos études sur l'hyperbenthos de la communauté arctique des vases (Brunel, 1968 ; Poirier, Weinstein, Granger & Brunel, 1969).

Dans l'état encore très incomplet du tri et de l'identification des collections, le présent travail n'a d'autre but que de servir d'introduction générale à ces recherches en décrivant leurs objectifs, les méthodes employées et la provenance des échantillons, et en traçant une esquisse provisoire des milieux et des communautés basée sur une partie des résultats, notamment ceux qui se rapportent aux espèces macrobenthiques communes capturées par chalutage.

Matériel et méthodes

STATIONS ET CROISIÈRES

Des 91 stations d'échantillonnage benthique utilisées au cours de nos relevés, 84 sont situées dans la baie de Gaspé et 7 dans les parages du cap Bon Ami. Elles sont réparties (fig. 1) en un réseau de transects traversant la baie de Gaspé transversalement, et comportant des stations séparées par des intervalles d'un mille (1.6 km), et trois profils bathymétriques de stations rapprochées les unes des autres, échelonnées à intervalles de 5 mètres de profondeur, et orientées des abords de la côte (10-20 m de fond) vers le large.

Les stations régulières en transects ont été situées de façon à couvrir assez complètement la surface de la baie, et à permettre l'alignement sur des repères côtiers assez visibles, la profondeur enregistrée au sondeur hydroacoustique

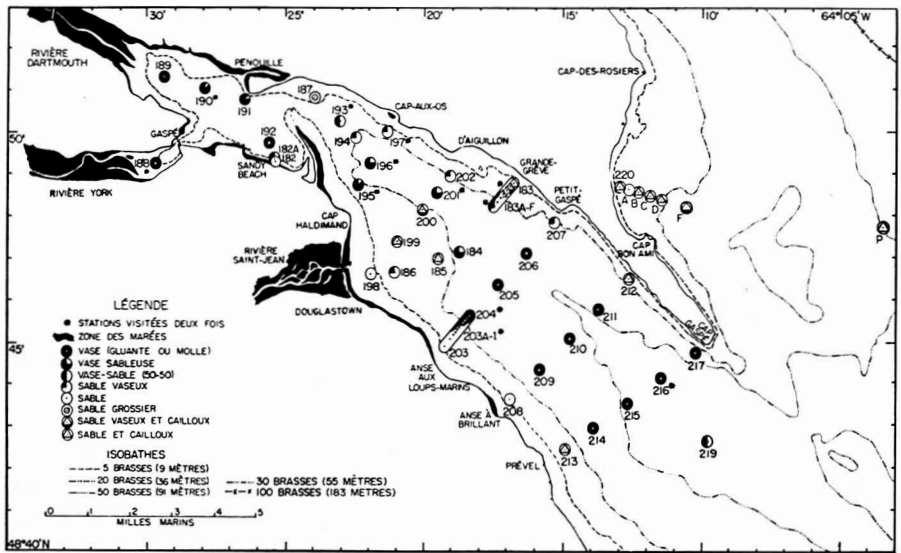


FIGURE 1. Positions des stations d'échantillonnage de la faune benthique dans la baie de Gaspé et les parages du cap Bon Ami, 1956-60. Les symboles représentent la nature du fond telle qu'estimée à l'oeil et au toucher, et par le volume de sédiments.

servant de repère complémentaire pour fixer la position de chaque station. J'ai ajouté les profils bathymétriques afin de déceler les transitions entre communautés, et les ai choisis dans l'espoir de dissocier l'effet de la stratification thermique de celui des sédiments sur l'étagement des communautés, par des combinaisons différentes de ces facteurs primordiaux. Il n'avait pas été possible de dissocier ces deux facteurs dans l'étude de la distribution bathymétrique des Amphipodes de la baie des Chaleurs (Brunel, 1956). Tous les profils traversent donc l'étagement de la thermocline, mais le profil de l'anse aux Loups Marins (HEC203-204) passe du sable fin infralittoral à la vase du large, celui de Grande-Grève (HEC183-184) en diffère par l'adjonction de graviers et de cailloux aux hauts niveaux, tandis que celui du cap Bon Ami (HEC220-220P), exposé à la force du courant de Gaspé, diffère des deux premiers par la faible teneur en vase jusqu'à 91 m de profondeur.

Les prélèvements benthiques ont été faits au cours de dix croisières d'été (du 18 juin au 15 septembre) réparties sur cinq ans (1956-60). Quarante-deux pour cent des échantillons d'endobenthos proviennent toutefois des années 1957 et 1958, et les 33 chalutages semi-quantitatifs des années 1958 et 1959; on trouvera au tableau I plus de détails sur les croisières et les prélèvements. Vingt stations, dont les dix du profil de l'anse aux Loups Marins, ont été échantillonnées deux fois. Et deux de ces stations (203A et 216) l'ont été trois fois.

TABLEAU I

Dates de prélèvement et nombres d'échantillons benthiques
et d'observations d'océanographie physique recueillis dans la baie de Gaspé
et les parages du cap Bon Ami, 1956-60

Dates	Numéros des stations d'échantillonnage benthique (cf. fig. 2) dans la baie de Gaspé (sauf indication contraire) et stations hydrographiques (Nos entre parenthèses)	Stations	Nombre		Traits de chélot	Stations hydrographiques
			simples (Holme, 1949)	doubles (Holme, 1953)		
13-15 août 1956	HEC192, 211-212, 214-217	7	—	31(26)	—	—
27-28 juin 1957	HEC203-210, 213	9	—	43(24)	—	—
1-3 juil. 1957	HEC194-202, 214	10	—	47(26)	—	—
8-9 août 1957	HEC 183, 183B, 183F, 184-185, 187-191, 193, 203A-I	20	—	96(55)	—	8
29-30 août 1957	HEC188, 190, 193	3	—	15	—	3
18-20 juin 1958	HEC195-197, (219 HEC191-219)	4	—	16	—	19
11-18 août 1958	HEC220, 220A-D, 220F (Cap Bon Ami)	6	—	23	5	1
"	HEC186, 201, 216 (HEC191-217)	3	—	14	3	16
19-22 août 1958	HEC183, 183A-E	6	—	22	7	—
25-29 août 1958	HEC183E-F, 203A-I, 204, 204A	13	61	—	11	—
14 octobre 1958	(HEC191-217)	—	—	—	—	16
13 juillet 1959	(HEC220A, G, I, P)	—	—	—	—	4
14-15 juil. 1959	HEC187, 188, 189, 216 (éch. 11-20)	4	—	—	4	—
	(HEC188-217)	—	—	—	—	21
4 août 1959	HEC216 (éch. 21-30)	1	—	10	1	—
12 août 1959	HEC220P (Cap Bon Ami: banc Norwich)	1	—	5	1	—
13 août 1959	HEC182, 182A	2	—	17	1	—
14 sept. 1960	HEC203, 203A	2	—	11	—	—
15 sept. 1960	(HEC188-217)	—	—	—	—	21
Nombre d'échantillons prélevés ou de stations		91	61	350	33	109
			411			
Nombre d'échantillons non détériorés par la pourriture (valables pour l'analyse quantitative)			280		33	

¹ Nombres entre parenthèses: échantillons conservés malgré une décomposition partielle, mais non quantitatifs.

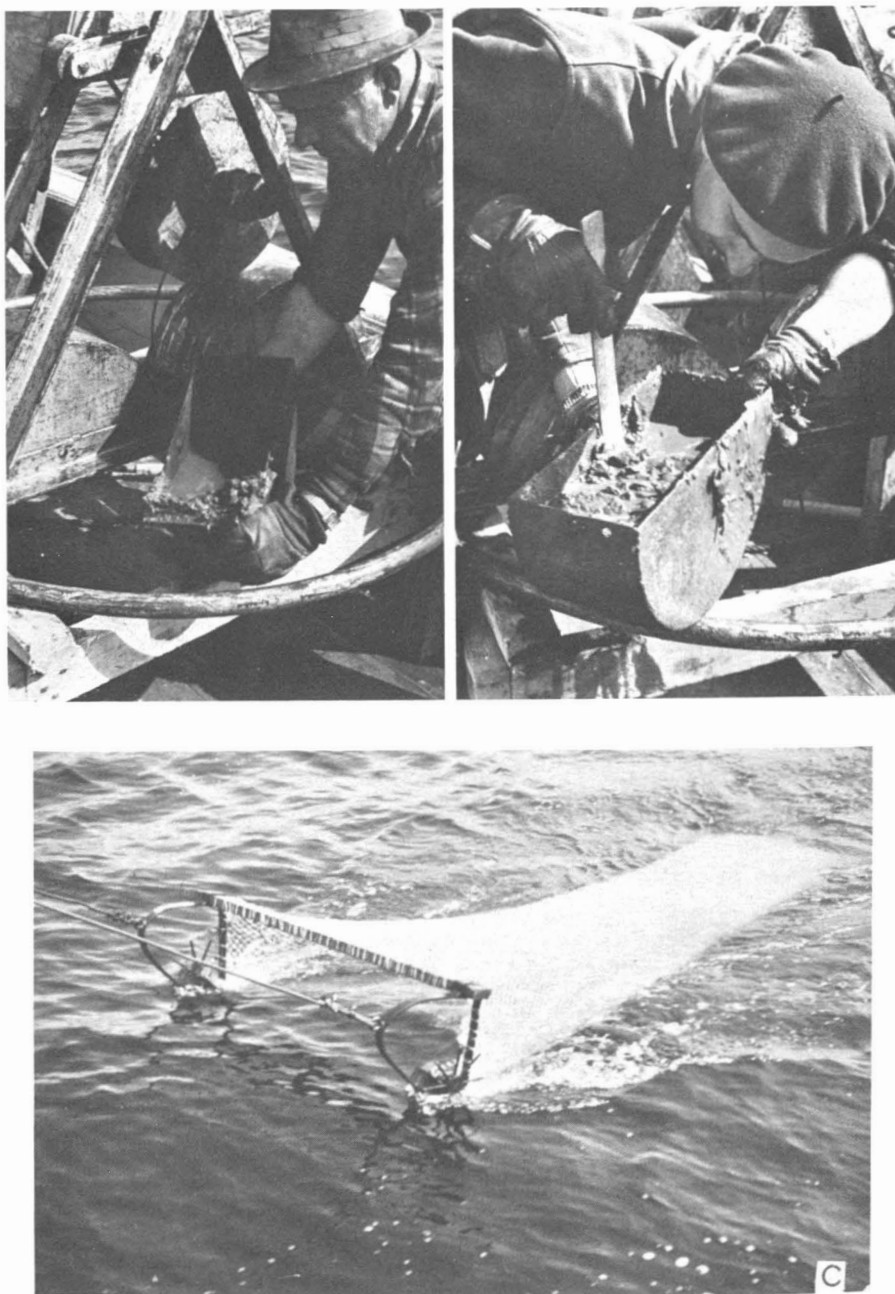


FIGURE 2. (A) L'échantillonneur de fond Holme à deux godets; un godet est retiré. (B) Mesure du volume de sédiments prélevé dans un godet. (C) Le petit chalut à vergue à roues odométriques.

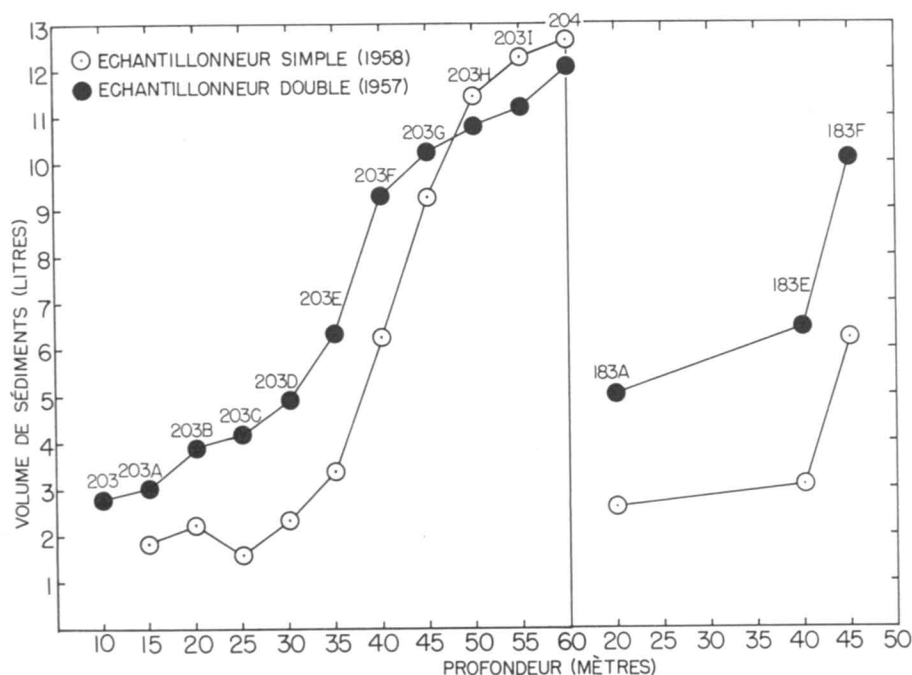


FIGURE 3. Volumes de sédiments rapportés par paire de godets de l'échantillonneur Holme double comparés aux volumes (multipliés par 2) rapportés par l'échantillonneur Holme simple aux mêmes stations.

APPAREILS

J'ai utilisé l'échantillonneur de fond Holme à deux godets (Holme, 1953), qu'avait aussi employé Corbeil en 1954, pour la grande majorité (85%) des prélèvements endobenthiques de mes recherches. Une photographie de l'appareil apparaît à la figure 2. Ce n'est qu'à la fin d'août 1958, après qu'un câble brisé eut fait perdre le modèle double qui avait servi jusque-là, qu'il a fallu travailler avec le modèle à godet unique (Holme, 1949) utilisé par Corbeil (1954a) en 1953.

Le fonctionnement de l'appareil de Holme s'est avéré très satisfaisant. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'un caillou empêchait le godet de se refermer complètement, et cet accident n'empêchait pas de récupérer un volume de sédiments virtuellement intact. Un peu plus souvent, mais encore peu fréquemment, l'appareil déclenchait prématurément durant sa descente lorsqu'une vague trop forte le secouait brusquement ou que la fiche de bois maintenant le godet ouvert était mal insérée ou trop fragile.

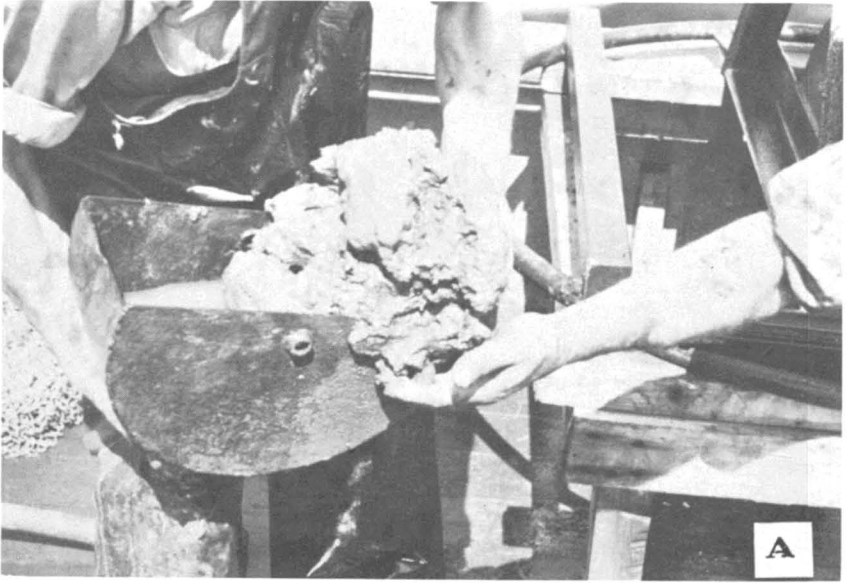


FIGURE 4. Traitement à bord du bateau des échantillons endobenthiques prélevés avec l'échantillonneur de fond Holme. (A) Le godet, débordant d'une vase cohésive qui a collé à sa paroi alors qu'il pivotait dans le sédiment, est retiré de l'échantillonneur et transporté vers les tamis. (B) La vase est désagrégée, par un jet d'eau finement pulvérisé, dans une série de trois tamis superposés, à mailles de dimensions décroissantes, placés sur des tables percées d'une grande ouverture laissant couler l'eau et la vase débarrassée des animaux.

La surface de fond échantillonnée par un godet de l'appareil de Holme est de $1/10 \text{ m}^2$ lorsque le godet pénètre au maximum dans le sédiment. Ceci ne se produit cependant que sur les fonds vaseux, d'où le godet extrait de 5 à 6.2 litres de sédiments. Le volume de sédiments prélevé est inversement proportionnel à la teneur en sable du sédiment, le minimum étant d'environ 1 litre dans les conditions normales de fonctionnement (fig. 3). À cause de la forme hémicylindrique des godets (fig. 2), la surface de fond échantillonnée est nécessairement plus petite dans les fonds durs, et il est nécessaire d'apporter une correction aux données quantitatives. On a tenté d'augmenter la pénétration des godets en alourdissant l'appareil par des pièces de fer soudées, et en soudant au bord d'attaque du godet un râtelier de dents métalliques pointues. Nous n'avons malheureusement pu réaliser les comparaisons méthodiques qui auraient permis de mesurer l'effet de ces changements, mais il semble qu'ils aient été mineurs.

Holme (1953) note que le modèle à deux godets de son échantillonneur ne prélève pas dans chaque godet un volume de sédiments supérieur à celui que prélève son modèle à godet unique. Mes résultats sont différents (fig. 3) : le long du profil bathymétrique de l'anse aux Loups Marins, j'ai utilisé les deux échantillonneurs aux mêmes stations, et l'échantillonneur double a rapporté de $1 \frac{1}{2}$ à $2 \frac{1}{2}$ fois plus de sédiments par godet que le modèle simple sur fonds de sable, de sable vaseux et de vase sableuse, mais légèrement moins sur fond vaseux (les deux godets du modèle double ont presque toujours prélevé un volume égal de sédiments). Il est possible que la différence provienne d'une différence de poids (non mesurée) entre les deux appareils utilisés, ou soit liée au fait que les deux séries d'échantillonnages furent effectuées pendant des années différentes.

Pour pêcher l'épibenthos et l'hyperbenthos, je me suis servi d'un petit chalut à vergue (fig. 2C) de 1.8 m (6 pieds) de largeur et d'environ 30 cm (1 pied) de hauteur dans la gueule, en filet à mailles de 15 mm (11/16 po), pourvu d'une poche interne terminale en filet de nylon à mailles de 3.4 mm ($\frac{1}{8}$ po). La ralingue inférieure était constituée d'une chaîne. Sur chaque patin métallique du chalut était assujettie une roue odométrique sans jante dont les révolutions, entraînées par le contact avec le fond, étaient enregistrées sur un compte-tours à cadran (Vevers Co.). Des essais de calibration de ces odomètres sur distance connue (Brunel, 1961a) ont révélé qu'ils sous-estimaient la distance réelle de façon importante (jusqu'à 4 fois moins) mais aussi très variable. De nouveaux tests sont donc requis.

PROTÉCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Les prélèvements à chaque station comportaient normalement cinq prises endobenthiques doubles à l'aide de l'appareil Holme à deux godets, et un

trait de chalut à vergue. Lorsqu'il a fallu employer l'échantillonneur Holme simple, le temps n'a pas permis de faire plus que cinq prises par stations, alors que les recommandations de Holme (1949), suivies par Corbeil (1954b), indiquent que dix prises sont préférables pour un échantillonnage adéquat. Les échantillons des deux godets de l'appareil double ont toujours été réunis : ils donnent donc une évaluation de la faune sur 1/5 m² de fond. Le trait de chalut, d'une durée de 5 minutes, était donné de façon à ce qu'il traverse l'emplacement de la station tout en suivant la même profondeur que celle-ci. Tous les échantillonnages ont été faits pendant le jour, généralement durant l'avant-midi en 1958-60.

TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Dès l'arrivée de l'échantillonneur sur le pont, les deux godets en étaient retirés et l'on mesurait le volume de leur contenu — soit dans un seau s'il était important, soit directement dans le godet pour les volumes plus faibles — par la distance du bord du récipient calibré à la surface du sédiment tassé. Sur les fonds de vase cohésive, celle-ci collait à la paroi du godet alors qu'il pivotait dans le sédiment, et elle risquait de déborder du godet lorsqu'on le retirait (fig. 4A). Un subéchantillon de sédiments de 300-400 cc était prélevé à ce moment et conservé en bocal dans le formaldéhyde à 4% neutralisé au borax pour l'analyse granulométrique subséquente. On n'a prélevé de sédiments que dans un ou deux échantillons lorsque ceux-ci étaient trop peu volumineux.

En 1956 et 1957 (sauf les 29-30 août), dans l'espoir d'économiser le temps passé à bord et d'améliorer l'opération du tamisage, les échantillons de sédiments ont été conservés dans des chaudières métalliques de 5 gallons contenant de l'eau de mer et de la formaline en concentration approximative. Ces échantillons ont été tamisés subséquentement au laboratoire, de deux jours à trois semaines après la croisière, dans des conditions de travail plus favorables qu'à bord. Ce n'est qu'en août 1957 que le grave inconvénient de ce procédé est apparu : la pénétration insuffisante de la formaline dans les vases fines et cohésives avait entraîné la pourriture des organismes les plus fragiles, détruisant le caractère quantitatif des échantillons. Dans le cas des sédiments plus grossiers, graviers, sables et sables vaseux, les échantillons se sont apparemment bien conservés. Environ 60% des échantillons prélevés en 1956 et 1957 ont probablement perdu leur caractère quantitatif à cause de cette décomposition, mais ils pourront quand même fournir des données qualitatives utiles. Au surplus, la plupart de ces échantillons proviennent des fonds vaseux qui paraissent prédominer dans la baie de Gaspé à des profondeurs supérieures à 50 mètres, et l'uniformité apparente de la communauté de ces fonds diminue la nécessité d'étudier de nombreux échantillons pour la décrire. La gravité de l'erreur s'en trouve atténuée.

Le tamisage des sédiments s'est fait au laboratoire jusqu'au 9 août 1957, à l'aide de trois tamis de laiton superposés, de 20 cm (8 po) de diamètre, et d'un jet pulvérisé d'eau douce émanant d'un boyau de jardin. Les trois tamis utilisés avaient des mailles de 1.65, .84 et .59 mm (tamis n^{os} 12, 20 et 30), sauf pour les échantillons des 8-9 août dont la fraction fine a été retenue sur un tamis n^o 35 (.50 mm) au lieu du n^o 30.

Les 29-30 août 1957 et en 1958-60, le tamisage des échantillons s'est effectué à bord. Cette opération avait généralement lieu au quai, dans l'après-midi et la soirée qui suivaient les prélèvements aux stations durant la matinée. Les trois tamis utilisés pendant cette période avaient les caractéristiques suivantes :

Tamis n ^o (U.S. Standard)	Dimension des mailles	Diamètre
3½	5-6 mm	38 cm (15 po)
7	2.83 mm	40.5 cm (16 po)
35	0.50 mm	± 60.5 cm (± 24 po)

Corbeil (1954b) avait aussi utilisé les tamis n^{os} 3½ et 7, mais son tamis le plus fin avait des mailles de 1 mm. Celles-ci laissent échapper une partie non négligeable du méiobenthos (Tanaidacés, Ostracodes, petits vers, etc.) qu'on tend à inclure dans les recherches benthiques contemporaines (Sanders, 1956 ; Sanders, Hessler & Hampson, 1965). Les sédiments étaient désagrégés dans le tamis grossier (fig. 4B) à l'aide d'un pistolet pulvérisateur produisant un jet conique et plein, alimenté d'eau de mer par un boyau raccordé au système de pompage du bateau. Le matériel retenu par chaque tamis, animaux et fraction du sédiment, était conservé en entier dans un bocal contenant du formaldéhyde à 4% neutralisé au borax. Des organismes fragiles ou à structures calcaires qu'on pouvait déceler étaient souvent conservés en fioles séparées, dans l'alcool éthylique à 70% pour les organismes calcifiés. Chaque échantillon a donc été séparé en quatre fractions (ou subéchantillons) :

Matériel retenu par le tamis n^o 3½

Matériel retenu par le tamis n^o 7

Matériel retenu par le tamis n^o 35

Subéchantillons de sédiments pour la granulométrie

Le tri de tous les échantillons et subéchantillons s'est fait avec des brucelles, sous le stéréomicroscope dans le cas du matériel le plus fin. Les animaux

d'un même taxon qu'on extrayait des trois fractions étaient conservés ensemble, mais on a déterminé le poids sec des débris de coquilles, et du résidu minéral et organique de chaque fraction, afin de procurer un contrôle des résultats de l'analyse granulométrique du subéchantillon de sédiments. Le volume de ce dernier est en effet souvent trop petit pour donner des valeurs significatives à certaines fractions granulométriques.

RELEVÉS HYDROGRAPHIQUES

Des observations océanographiques physiques – bathythermogrammes et déterminations de la salinité de l'eau près du fond – ont accompagné les prélèvements d'échantillons de fond à huit stations les 8 et 9 août 1957, et à trois stations les 29 et 30 août 1957. En 1958, 1959 et 1960, l'océanographie physique a été étudiée par cinq relevés hydrographiques de toute la baie effectués d'une traite en juin 1958, juillet 1959, août 1958, septembre 1960 et octobre 1958 (tableau I). Les échantillons d'eau de mer, prélevés dans une bouteille Nansen à renversement, ont été soumis à M. Marcel Tiphane (Département de Géologie, Université de Montréal), qui en a mesuré la salinité à l'aide d'un conductimètre portatif (Radiometer Instruments, Copenhague).

Océanographie physique

Seules les observations de 1957 ont été étudiées jusqu'à maintenant. Les quelques bathythermogrammes enregistrés cette année-là montrent que la thermocline était à peine perceptible au 9 août en dehors du bassin de Gaspé. Une légère chute de température avec la profondeur apparaissait vers 30 mètres aux stations 183F, 184 et 203F seulement. D'autre part, on note que les eaux froides (8.5°C) rencontrées à une profondeur de 32 mètres ou plus dans la partie principale de la baie sont refoulées à une profondeur moins grande d'environ 25 mètres dans le havre de Gaspé (station 191). Au 29 août, une thermocline paraissait s'être formée en dessous de la profondeur de 25-26 mètres dans la partie extérieure de la baie, si l'on en juge par les bathythermogrammes de la station 193. Cette stratification correspond à peu près à celle qui caractérisait la baie des Chaleurs en août 1955 (Brunel, 1956). Le 29 août 1957, on observe aussi le refoulement des eaux froides de la thermocline dans le bassin de Gaspé. Les observations indiquent que cette nappe froide, dont la température peut être de 5°C en août, recouvre le fond du bassin jusqu'à une profondeur de quelque 18 mètres, et pénètre jusqu'à la station 190. Il s'agit probablement d'un mouvement de va-et-vient dû à la marée, comme le suggère la différence entre les deux courbes thermiques enregistrées à la station 193. La température de l'eau près du fond aux stations 188 et 189 demeure probablement supérieure à 10°C pendant une

période assez longue de l'été, et la salinité du fond paraît conserver une valeur assez élevée (>25‰) à ces stations, malgré la proximité des rivières Dartmouth et York.

Nature des fonds

Les échantillons de sédiments n'ont pas encore été soumis à l'analyse granulométrique. J'ai donc provisoirement estimé la nature des fonds prospectés de deux façons à l'oeil et au toucher d'abord, et par les volumes de sédiments rapportés par l'appareil de Holme. Si l'on tient compte du fait que les godets de l'échantillonneur pénètrent plus facilement dans la vase que dans le sable et en rapportent des volumes plus considérables, on peut utiliser les volumes de sédiments comme indices grossiers, complémentaires à l'observation directe, de la composition granulométrique. Le profil bathymétrique de l'anse aux Loups Marins, à cause de la régularité du gradient granulométrique de ses sédiments, relativement libres des cailloux et des roches qui ailleurs peuvent fausser les mesures, s'est avéré particulièrement utile pour établir la correspondance entre les volumes prélevés de sédiments et leur texture. Par ailleurs, la pénétrabilité d'un sédiment, résultante du degré de cohésion de ses particules et de sa plus ou moins grande dureté, est en soi, pour la distribution du benthos, un facteur écologique qu'on peut distinguer de la granulométrie même s'il en dépend en partie (Ekman, 1947). Des volumes de 11 à 12.5 litres par paire de godets ont été prélevés sur fonds de vase molle ou cohésive, 8 à 11 litres sur vases sableuses, 5 à 8 litres sur sables vaseux, 2.5 à 5 litres sur sables ou sables peu caillouteux, et moins que 2.5 litres sur sables très caillouteux (détritiques).

Distribution de la faune et des fonds

Les animaux capturés au chalut ont tous été triés au moins jusqu'à la classe, et jusqu'à l'ordre dans le cas des Crustacés. On a identifié les espèces macrobenthiques les plus communes et les mieux connues, et compté le nombre d'individus de la plupart d'entre elles; les jeunes individus ont généralement été enregistrés séparément. Pour les échantillons endobenthiques, le tri, l'identification et les dénombrements ont été limités jusqu'à maintenant au profil bathymétrique de l'anse aux Loups Marins.

LE PROFIL BATHYMÉTRIQUE DE L'ANSE AUX LOUPS-MARINS

La majorité des efforts a porté jusqu'à maintenant sur le tri et l'analyse des échantillons du profil bathymétrique de l'anse aux Loups Marins (sta. HEC203-204) (fig. 1). Ce profil semble montrer un gradient représentatif de l'étagement des communautés benthiques de la baie en fonction de la profondeur, gradient traversant 3 ou 4 communautés différentes délimitées par

la texture des sédiments et la stratification thermique. Le profil comporte plus de stations (10) que les deux autres (7 chacun). Deux séries complètes d'échantillonnages endobenthiques (août 1957 et août 1958) et une série complète de chalutages (août 1958) y ont été effectuées, tandis que ces séries ont été moins nombreuses ou moins complètes le long des deux autres profils.

On trouvera aux tableaux II à V la distribution bathymétrique semi-quantitative des principales espèces macrobenthiques de quatre principaux groupes taxonomiques, les Polychètes errantes, les Echinodermes, les Mollusques Pélécytopodes et les Crustacés Décapodes, le long du profil de l'anse aux Loups Marins. Les chiffres indiquent le nombre d'individus capturés par trait de chalut à vergue de 5 minutes. Les espèces sont placées dans l'ordre approximatif de leur distribution verticale, les espèces des hauts niveaux étant situées en tête de liste. Les observations générales qu'on peut dégager de ces compilations sont de deux ordres. D'abord, la faune est plus pauvre en individus et en espèces, donc moins diverse, sur le sable infralittoral et sur la vase profonde sous la thermocline que sur les fonds mixtes intermédiaires, ce qui concorde avec les connaissances actuelles sur le sujet. En second lieu, on note que la diversité des groupes semble maximale à des niveaux différents. La diversité des Polychètes et des Mollusques est plus grande sur le sable vaseux que sur les autres substrats, alors que celle des Echinodermes paraît plus élevée sur la vase sableuse (surtout à cause des *Ophiura sarsi*), et que celle des Crustacés Décapodes augmente sur la vase et la vase sableuse.

Les nombres compilés dans les quatre tableaux II à V ont servi de plus à identifier les espèces caractéristiques des quatre communautés (définies plus bas) que traverse le profil bathymétrique. C'est aussi la seule contribution que peut fournir actuellement la distribution verticale quantitative des organismes dénombrés dans les échantillons endobenthiques.

CRITÈRES DES GROUPEMENTS ÉCOLOGIQUES

La faune benthique de la région étudiée est classée en communautés d'après le double critère de l'habitat et de la composition faunistique. Les deux facteurs majeurs de l'habitat que j'utilise, à la suite de la plupart des auteurs, sont la composition granulométrique des sédiments et la température estivale (la température est partout de l'ordre de -1°C à 0°C jusqu'à 100 mètres de profondeur en hiver). Les données granulométriques faisant défaut à ce stade de l'analyse, le volume de sédiments lui sera substitué à titre d'indice parallèle (voir plus haut). Les observations d'océanographie physique n'étant pas toutes analysées non plus, la profondeur servira de substitut à la stratification thermique, compte tenu de la relation entre les deux variables (Brunel, 1956). L'éclairement, troisième facteur écologique majeur, étant de plus inversement proportionnel à la profondeur, la valeur d'indice

TABLEAU II

Distribution verticale semi-quantitative des Polychètes errantes chalutées
à onze stations en série bathymétrique, dans la baie de Gaspé, août 1958

Station N° HEC	203	203A	203B	203C	203D	203E	203F	203G	203H	203I	204	Total
Profondeur (mètres)	10	15	20	25	31	36	41	43-47	49	54-57	62-64	
Nature du fond ¹	S	S	S	SV	SV	SV	VS	VS	VS	V	V	
<i>Syllidæ</i> (? <i>Pionosyllis</i>)	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
<i>Phyllodoce mucosa</i> Oersted	3	8	25	27	4	1	—	—	—	—	—	68
<i>Nephtys caeca</i> (Fabricius)	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Pholæ minuta</i> (Fabricius)	—	1	3	2	4	1	1	—	—	—	—	12
<i>Lepidonotus squamatus</i> (Linné)	—	—	1	5	2	1	—	1	—	—	—	10
<i>Autolytus alexandri</i> Malmgren	3	—	—	—	1	3	—	—	1	—	—	8
<i>Goniada maculata</i> Oersted	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	3
<i>Harmothæ imbricata</i> (L.)	—	—	5	20	15	22	8	14	—	1	—	85
<i>Arcteoebia anticostiensis</i> (McIntosh)	—	—	2	8	4	12	10	2	2	—	4	46
<i>Harmothoe extenuata</i> (Grube)	1	5	4	40	12	70	45	48	24	11	1	261
<i>Eulalia viridis</i> (Linné)	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
<i>Phyllodoce maculata</i> (Linné)	—	—	—	13	6	28	1	—	—	1	—	49
<i>Eulalia bilineata</i> (Johnston)	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	6
<i>Gattyana cirrosa</i> (Pallas)	1	1	6	9	7	68	56	28	14	13	—	203
<i>Phyllodoce groenlandica</i> Oersted	—	—	—	1	1	13	2	7	3	3	—	30
<i>Harmothoe nodosa</i> (M. Sars)	—	—	—	—	—	20	15	13	3	3	—	54
<i>Eteone longa</i> (Fabricius)	—	—	—	—	—	4	2	—	1	—	—	7
<i>Nephtys ciliata</i> (O. F. Muller)	—	—	—	—	—	1	3	2	1	—	1	8
<i>Gattyana amondseni</i> (Malmgren)	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	2
Nombre d'individus	12	15	48	126	63	245	144	116	49	34	7	859
Nombre d'espèces	5	4	9	10	12	14	11	9	8	7	4	19

¹ S: Sable SV: Sable vaseux VS: Vase sablonneuse V: Vase

TABLEAU III

Distribution verticale semi-quantitative des Echinodermes chalués
à onze stations en série bathymétrique, dans la baie de Gaspé, août 1958

Station N° HEC	203	203A	203B	203C	203D	203E	203F	203G	203H	203I	204	Total
Profondeur (mètres)	10	15	20	25	31	36	41	43-47	49	54-57	62-64	
Nature du fond ¹	S	S	S	SV	SV	SV	VS	VS	VS	V	V	
<i>Echinarachnius parma</i> (Lamarek)	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3
<i>Asterias vulgaris</i> Verrill	61	94	277	40	16	10	1	3	—	2	—	504
<i>Ophiopholis aculeata</i> (L.)	—	—	3	5	—	1	2	—	—	5	—	16
<i>Ophiura sarsi</i> Lütken	—	—	—	8	8	13	107	685	625	3	1	1450
<i>Ophiacantha bidentata</i> (Retzius)	—	—	—	—	3	2	12	20	3	1	—	41
<i>Strongylocentrotus</i> sp. (juv.) ²	—	—	—	—	1	3	5	2	1	8	1	21
<i>Psolus</i> sp. (juv.)	—	—	—	—	2	9	5	3	—	—	—	19
<i>Solaster endeca</i> (L.)	—	—	—	—	1	4	2	4	1	1	—	13
<i>Crossaster papposus</i> (L.)	—	—	—	—	1	2	—	2	1	—	—	6
<i>Henricia</i> sp.	—	—	—	—	1	1	—	1	—	1	—	4
<i>Leptasterias</i> sp.	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
<i>Stegophiura nodosa</i> (Lütken)	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	2	6
Nombre d'individus	63	94	281	53	33	45	138	721	632	21	4	2085
Nombre d'espèces	2	1	3	3	8	9	9	9	6	7	3	12

1 S: Sable SV: Sable vaseux VS: Vase sablonneuse V: Vase

2 Probablement *Strongylocentrotus pallidus* (G.O. Sars) (cf. Swan, 1962: Can. J. Zool., 40(7): 1211-1222).

TABLEAU IV

Distribution verticale semi-quantitative des principaux mollusques bivalves
chalutés à onze stations en série bathymétrique, dans la baie de Gaspé, août 1958

Chiffres sans parenthèses: Nombres de valves vides.

Chiffres entre parenthèses: Nombres d'individus complets.

Station N° HEC	203	203A	203B	203C	203D	203E	203F	203G	203H	203I	204	Total
Profondeur (mètres)	10	15	20	25	31	36	41	43-47	49	54-57	62-64	
Nature du fond ¹	S	S	S	SV	SV	SV	VS	VS	VS	V	V	
<i>Ensis directus</i> Conrad	—	6	6	2	2	—	3	—	—	—	—	19
<i>Spisula polynyma</i> Stimpson	—	2	11	56	33	24	4	3	—	—	—	133
<i>Cyrtodaria siliqua</i> Spengler	—	4	44	3	2	11	6	2	2	—	—	74
<i>Mya arenaria</i> Linné	—	—	(1)	3	—	11	22	1	—	4	1	42(1)
<i>Macoma bathica</i> (Linné)	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	6
<i>Macoma calcarea</i> Gmelin	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2
<i>Serripes groenlandicus</i> Bruguière	—	—	12	68	60	89	53	51	23	30	3	389
<i>Clinocardium ciliatum</i> (Fabricius)	—	—	12	19	23	116(1)	62	39	25	15	33	344(1)
<i>Chlamys islandicus</i> (Müller)	—	—	—	—	—	1(25)	8(1)	3(7)	1(2)	2(1)	2	17(36)
<i>Hiatella arctica</i> (Linné)	—	—	—	—	(2)	(10)	2(11)	(4)	1(4)	—	4(4)	7(35)
<i>Panomya arctica</i> Lamarck	—	—	—	—	—	4	5	7	2	—	—	18
Nombre d'individus	0	12	85(1)	157	122(2)	256(36)	165(12)	106(11)	54(6)	51(1)	43(4)	1051(73)
Nombre d'espèces	0	3	6	7	6	8	9	8	6	4	5	10

¹ S: Sable SV: Sable vaseux VS: Vase sablonneuse V: Vase

TABLEAU V

Distribution verticale semi-quantitative des Crustacés Décapodes chalutés
à onze stations en série bathymétrique, dans la baie de Gaspé, août 1958

Chiffre entre parenthèses: Nombre d'individus juvéniles

Chiffre sans parenthèses: Nombre d'individus adultes

Station N° HEC	203	203A	203B	203C	203D	203E	203F	203G	203H	203I	204	Total
Profondeur (mètres)	10	15	20	25	31	36	41	43-47	49	54-57	62-64	
Nature du fond	S	S	S	SV	SV	SV	VS	VS	VS	V	V	
<i>Crangon septemspinus</i> Say	8	8	9	1	—	—	—	—	—	—	—	26
<i>Cancer irroratus</i> Say	2	1(1)	10	6	1	3	4	6	1	—	—	34 (1)
<i>Pagurus acadianus</i> Benedict	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2
<i>Hyas araneus</i> (Linné)	—	—	0(4)	—	—	0(9)	—	—	—	—	—	0 (13)
<i>Hyas coarctatus</i> Leach	—	—	—	3(1)	—	—	—	—	1	0(6)	—	4 (7)
<i>Hyas</i> sp.	—	—	—	—	0(2)	—	0(8)	0(±15)	—	—	—	0(±25)
<i>Pandalus montagui</i> Leach	—	—	0(1)	4(20)	7	15	72	76	32	40	24	270 (21)
<i>Sabinea septemcarinata</i> (Sabine)	—	—	—	1	0(1)	10	35(122)	98	48	57(3)	14	263(126)
<i>Argis dentata</i> (Rathbun)	—	—	—	—	0(1)	0(2)	0(15)	0(18)	27	21(1)	19	67 (37)
<i>Pagurus arcuatus</i> Squires	—	—	—	—	—	1	—	—	0(1)	1(4)	—	2 (5)
<i>Pagurus pubescens</i> Krøyer	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1(2)	4 (2)
<i>Paragus</i> sp.	—	—	—	—	—	0(1)	13	0(±6)	—	—	—	13(±7)
<i>Eualus macilentus</i> (Krøyer)	—	—	—	—	—	—	6(13)	20	54(7)	0(106)	154	234(126)
<i>Chionoecetes opilio</i> (Fabricius)	—	—	—	—	—	—	0(1)	0(1)	0(20)	0(19)	1(12)	1 (53)
<i>Eualus fabricii</i> (Krøyer)	—	—	—	—	—	—	3	—	—	1	1	5
<i>Spirontocaris spinus</i> (Sowerby)	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	3	5
<i>Eualus gaimardi</i> (Milne-Edwards)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
Nombre d'individus	10	9(1)	19(5)	15(21)	10(4)	29(12)	135(159)	200(-40)	164(28)	122(139)	219(14)	931(243)
Nombre d'espèces	2	2	4	5	6	6	10	S	9	9	9	15

1 S: Sable SV: Sable vaseux VS: Vase sablonneuse V: Vase — et 0: Aucun individu

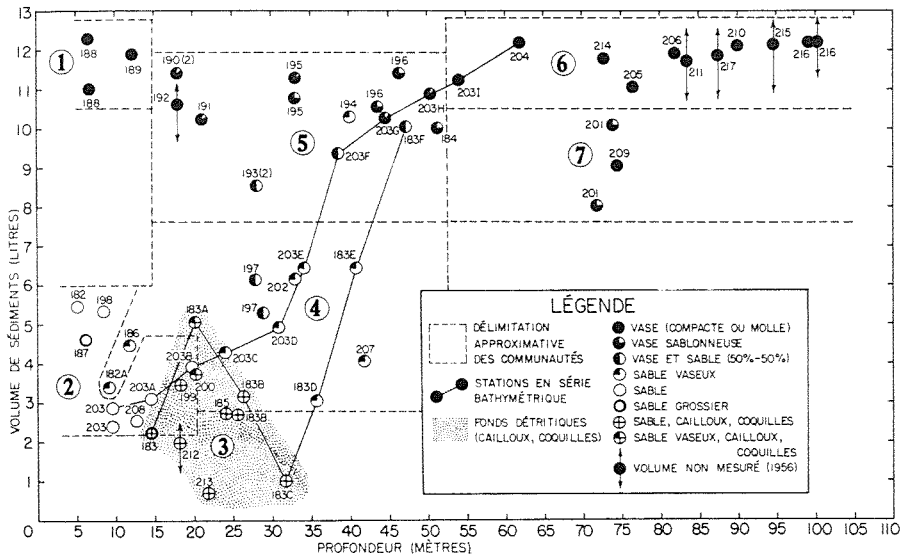


FIGURE 5. Répartition des stations d'échantillonnage de la faune benthique dans la baie de Gaspé en fonction de la profondeur et du volume de sédiments rapporté par l'échantillonneur Holme. La profondeur étant indicatrice de la température des nappes d'eau et le volume de sédiments étant fonction de sa granulométrie. Les stations sont provisoirement groupées en sept communautés: communautés euryboréales (1) des vases molles, (2) des sables, et (3) des fonds mixtes; communautés subarctiques (4) des sables vaseux, et (5) des vases sableuses; communautés arctiques (6) des vases cohésives, et (7) des vases sableuses et caillouteuses.

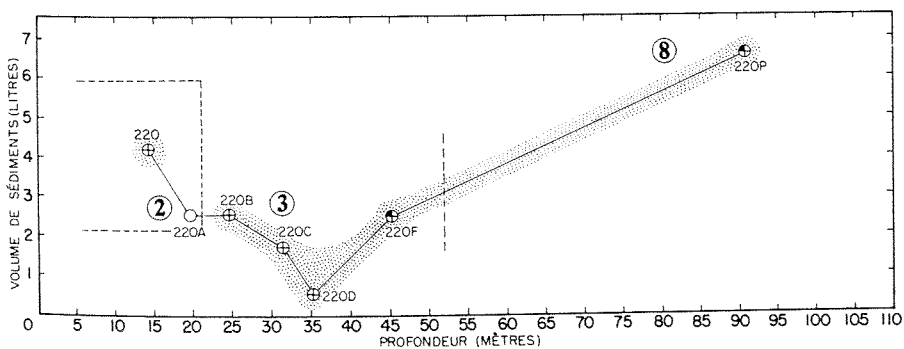


FIGURE 6. Répartition des stations d'échantillonnage de la faune benthique dans les parages du cap Bon Ami en fonction de la profondeur et du volume de sédiments rapporté par l'échantillonneur Holme. Les stations sont groupées, à l'aide des critères utilisés à la figure 5, en trois communautés, la dernière n'étant pas représentée dans la baie de Gaspé: (2) communauté euryboréale des sables, (3) communauté euryboréale des fonds mixtes, (8) communauté arctique des fonds mixtes.

écologique de cette dernière variable s'en trouve doublée. Deux diagrammes de dispersion du volume de sédiments en fonction de la profondeur (fig. 5-6), pour la baie de Gaspé (fig. 5) et pour les abords du cap Bon Ami (fig. 6), permettent de découper les fonds étudiés en habitats écologiques prédominants.

Il est très probable, d'après la distribution des Amphipodes (Brunel, 1956) et les observations présentées ici, que la stratification thermique des eaux en été entraîne une stratification correspondante des communautés benthiques. On pourrait alors distinguer des communautés boréales habitant la nappe superficielle jusque vers 20 mètres de profondeur (températures supérieures à 10-13°C), des communautés arctiques-boréales ou subarctiques habitant la nappe d'eau eurytherme comprise entre la limite supérieure de la thermocline et celle de la nappe d'eau froide, c'est-à-dire de 20 à quelque 50 mètres de profondeur (températures de 10-13°C à 4°C), et des communautés arctiques habitant la nappe d'eau froide à des profondeurs supérieures à quelque 50 mètres (températures de 4 à 0° C).

Le terme *euryboréal* est utilisé ici pour traduire l'expression « varying-boreal » de Hult (1941), qui décrit ainsi la forte amplitude thermique annuelle des eaux boréales superficielles. Ce terme s'oppose au terme *sténoboréal* (« constant-boreal » de Hult) qui décrit la grande constance thermique des eaux de la pente continentale. Ces eaux, qui sont celles du chenal laurentien, ont une température de 5° C dans le golfe Saint-Laurent : elles sont réellement trop froides pour être qualifiées de boréales. Nous croyons néanmoins à l'utilité d'une telle terminologie pour la biogéographie et la biocénétique marines, car elle tient compte du caractère tri-dimensionnel des masses d'eau (Brunel, 1956). On pourra toujours modifier ces termes pour leur donner une portée plus générale.

La *composition faunistique* des communautés a été évaluée à l'aide des données du profil bathymétrique de l'anse aux Loups Marins, par des observations qualitatives, notées au moment du tamisage, sur les espèces les plus grosses, les plus abondantes ou les plus connues, et par l'identification subséquente au laboratoire d'exemplaires de certaines espèces choisis au hasard. La plupart des espèces qui ont été le plus souvent observées dans les échantillons, ainsi que les espèces de grande taille, dans les deux cas généralement des Mollusques bivalves ou des Echinodermes, paraissent à première vue équivalentes écologiquement à celles qui sont couramment utilisées depuis Petersen comme espèces caractéristiques ou dominantes dans les communautés benthiques marines. Elles sont provisoirement considérées comme telles ici.

Je reconnais le caractère subjectif et artificiel de la classification déductive adoptée : celle-ci n'est que provisoire et sera mise en plus étroite conformité avec les faits à l'aide des données définitives et d'une analyse plus

rigoureuse. La nomenclature des communautés est inspirée de celle de Jones (1950).

LES COMMUNAUTÉS

Communauté euryboréale des vases molles. L'Amphipode *Casco bigelowi* (Blake) paraît caractéristique de cette communauté, rencontrée aux stations 188 et 189, et peut-être présente à la station 192. Une Polychète errante (*Nephtys incisa* Malmgren) semble typique également. Cette communauté, pauvre en espèces et en individus, occupe probablement une grande partie de l'étage infralittoral du havre de Gaspé, notamment vers l'amont des deux bassins, jusqu'à une profondeur approximative de 18 mètres. Elle est baignée par la nappe superficielle chaude (10-19°C) en été. La consistance molle de la vase indique une sédimentation rapide, caractéristique des estuaires. La communauté semble partager plusieurs espèces avec la communauté suivante : les Polychètes *Phyllodoce mucosa* Oersted, *Pholoe minuta* (Fabricius), l'Isopode *Chiridotea tuftsi* (Stimpson), le Cumacé *Diastylis polita* S. I. Smith, et même l'Amphipode *Casco*.

Communauté euryboréale des sables. L'Oursin plat *Echinarachnius parma* (Lamarck) est l'espèce la plus caractéristique de cette communauté, rencontrée aux stations 187, 198, 203, 203A, 208, et peut-être 203B et 213. Le Cumacé *Diastylis polita* Smith et l'Amphipode *Photis macrocoxa* Shoemaker étaient très abondants à 203 et 208 en 1957. D'autres espèces apparemment caractéristiques sont les Amphipodes *Phoxocephalus holbolli* (Krøyer), *Tmetonyx nobilis* (Stimpson) et *Hippomedon serratus* Holmes, les Isopodes *Edotea triloba* Say et *Chiridotea tuftsi* (Stimpson), l'Annélide polychète *Phyllodoce mucosa* Oersted, l'Ascidie *Bostrichobranchus pilularis* (Verrill), et une Actinie pivotante appartenant probablement à la famille des Halcampidae. Il est probable que la communauté soit l'habitat principal du gros Mollusque bivalve *Spisula polynyma* (Stimpson), difficile à capturer mais dont les coquilles vides transportées dominant en eaux un peu plus profondes sur les fonds mixtes de graviers et de coquilles. L'Étoile-de-mer *Asterias vulgaris* Verrill, le Crabe-tourbeau *Cancer irroratus* Say et la Crevette *Crangon septemspinus* Say fréquentent aussi ces fonds sans leur être inféodés. C'est dans cette communauté, en face de l'anse aux Loups Marins (sta. HEC103-203B), que les prises ont rapporté, pour la première fois dans l'Atlantique canadien, des représentants du petit embranchement des Phoronides (Brunel, 1961c). Cette communauté occupe les fonds de sable de l'étage infralittoral, probablement surtout le long de la rive sud de la baie. Elle paraît riche en individus, mais peut-être moins en espèces que la communauté subarctique des sables vaseux. Elle semble partager quelques espèces avec la communauté précédente (voir plus haut), mais la chose n'est probablement fréquente que

lorsque ces deux communautés sont adjacentes, comme cela se produit dans le bassin de Gaspé.

Communauté euryboréale des fonds mixtes. On trouve sur fonds de sable et de cailloux une communauté peu individualisée qui paraît tenir à la fois de la communauté précédente et de la communauté des fonds de roche (stations 183, 183B, 185, 199, 212 et 213). Les cailloux fournissent un substrat dur à une épifaune fixée (Bryozoaires, Hydriaires) ou vagile (les Ophiures *Ophiura robusta* Ayres et *Ophiopholis aculeata* L.). L'Oursin commun *Strongylocentrotus droebachiensis* Müller fréquente aussi ces fonds mixtes, alors que l'Oursin plat semble persister à certains endroits (stations 183 et 183B). Cette communauté paraît dominer sur le plateau alluvionnaire de la rivière Saint-Jean à des profondeurs de quelque 15 à 25 mètres, si l'on en juge par les échantillons rapportés des stations 185, 199 et 200.

Communauté subarctique des sables vaseux. Les Mollusques bivalves sont particulièrement abondants dans cette communauté : *Clinocardium ciliatum* Fabricius et *Serripes groenlandicus* Bruguière sont les espèces de grande taille, et *Thyasira gouldi* (Philippi), *Macoma calcarea* Gmelin (fréquemment infestée par l'hydraire *Monobrachium parasitum* Mereschkowski) et *Cerastoderma pinnulatum* (Conrad) les espèces plus petites. Cette communauté a été observée aux stations 193, 202, 203C, 203D, 203E et 207. L'Ophiure *Ophiura sarsi* Lütken et l'Amphipode *Leptocheirus pinguis* (Stimpson) y sont également fréquents. De nombreuses Polychètes (dont *Sternaspis scutata* (Ranyani), de nombreux Tanaidacés, Cumacés et Ostracodes (dont un gros *Philomedes*), et l'Hydraire *Corymorpha pendula* Agassiz ont aussi été rencontrés dans cet habitat. La présence de cailloux modifie un peu l'aspect de cette communauté : un Pélécy-pode du genre *Astarte* et une Polychète Opheliidae paraissent plus fréquents dans ces conditions. Cette communauté occupe probablement une bande de fonds formant ceinture autour de la partie principale de la baie. Les échantillons qui la révèlent proviennent de profondeurs comprises entre 24 et 42 mètres. Il est improbable qu'elle soit présente dans le havre de Gaspé, à cause de la prédominance de la vase à ces profondeurs.

Communauté subarctique des vases sableuses. L'Ophiure *Ophiura sarsi* Lütken (nettement plus abondante que dans la communauté précédente), les Mollusques bivalves *Yoldia norvegica* Dautzenberg & Fischer et *Nuculana pernula* (O. F. Müller), quatre Polychètes Polynoidae (*Harmothoe extenuata* (Grube), *H. imbricata* (L.), *H. nodosa* (Sars) et *Gattyana cirrosa* (Pallas), le Gastéropode *Aporrhais occidentalis* Beck, la crevette *Sabinea septemcarinata* (Sabine), l'Holothurie *Trochostoma* sp. et peut-être le Bivalve *Mya truncata* L. dominant dans cette communauté. Les deux dernières lui semblent exclusives d'après nos observations. Elle a été rencontrée aux stations

183F, 184, 190, 191, 194, 195, 196, 197 (?), 203F, 203G et 203 H, à des profondeurs comprises entre 28 et 52 mètres dans la partie principale de la baie, et à 18-21 mètres de profondeur dans le havre de Gaspé. Les espèces ou groupes suivants ont été observés dans les échantillons provenant de cette communauté : *Priapulus caudatus* Lamarck (Priapulien), *Macoma calcarea* et *Serripes groenlandicus* (Mollusques bivalves), *Maldane sarsi* Malmgren (Polychète), *Stegophiura nodosa* (Lütken) (Ophiure), nombreux Amphipodes, Cumacés et Ostracodes.

Communauté arctique des vases cohésives. Cette communauté, pauvre en individus et en espèces, paraît dominée par les vers Maldanidae, probablement tous des *Maldane sarsi* Malmgren. Les Amphipodes *Neohela monstrosa* (Boeck) et *Arrhis phyllonyx* (M. Sars), l'Étoile de mer *Ctenodiscus crispatus* (Retzius), le Crabe-araignée *Chinoecetes opilio* (Fabricius) et la Crevette *Eualus macilentus* (Krøyer) lui sont probablement caractéristiques, mais non exclusives. Des tubes d'une Polychète du genre *Spiochaetopterus* y sont fréquents, mais — fait bizarre — apparemment toujours vides. La communauté occupe la plus grande partie du lit de la baie de Gaspé, en surface de fond couverte. Nous l'avons observée aux stations 203I, 204, 205, 206, 209, 210, 211, 214, 215, 216 et peut-être 219, c'est-à-dire partout (sauf à la station 201) en eau plus profonde qu'environ 50 mètres.

Communauté arctique des vases sableuses et caillouteuses. En plus des six communautés qui viennent d'être mentionnées, dont la présence dans la baie de Gaspé est révélée par un bon nombre d'échantillons, il existe probablement une communauté arctique des vases sableuses et caillouteuses, confinée à des aires de très faible étendue en eau plus profonde que 50 mètres. Seule la station 201 révèle sa présence dans la baie de Gaspé, dans une gorge encaissée entre le talus du plateau alluvionnaire de la rivière Saint-Jean et le talus de la rive nord de la baie ; les courants y sont sans doute plus forts qu'ailleurs aux mêmes profondeurs. Nous y avons capturé des *Ophiura sarsi* et des *Boltenia ovifera* L. (Grosse Ascidie pédonculée). C'est la seule capture de cette Ophiure en eau plus profonde que 50 mètres, et l'unique capture de cette Ascidie, dans la baie de Gaspé.

Communauté arctique des fonds mixtes. Au nord-est du cap Gaspé et à l'est du banc Norwich, par 50 à 91 mètres de fond, le sédiment de sable légèrement vaseux est recouvert de cailloux et de coquilles brisées. Parmi nos pêches quantitatives, seules celles de la station 220P l'ont révélée, mais deux dragages qualitatifs avec une drague à pétoncles ont montré sa présence plus à l'ouest sur le banc Norwich. La grande majorité des coquilles sont des valves de pétoncles, *Chlamys islandicus* (O. F. Müller), parmi lesquelles il y a des individus vivants de la même espèce. Les Invertébrés de cette communauté, outre le Pétoncle, sont massivement dominés par les Ophiures *Ophiura*

robusta Ayres, *Ophiacantha bidentata* Retzius, *Ophiopholis aculeata* L. et *Ophiura sarsi* Lütken (dans la proportion de 68 : 8 : 3.7 : 1 à la station 220P), par l'Oursin *Strongylocentrotus pallidus* G. O. Sars et une éponge hyaline non identifiée. Parmi les autres Invertébrés bien représentés, on peut signaler :

Stomphia coccinea O. F. Müller
(Actiniaria)
Sertularella sp. (Hydroida)
Bryozoaires calcaires
Spirorbis cancellatus (O. Fabr.) (Polychaeta)
Onuphis conchylega M. Sars (Polychaeta)
Euphrosyne borealis Oersted (Polychaeta)
Harmothoe extenuata (Grube) (Polychaeta)

Solaster papposus L. (Asteroidea)
Henricia sp. (Asteroidea)
Lepeta caeca (O. F. Müller) (Gastropoda)
Hemithyris psittacea (Gmelin) (Brachiopoda)
Glaciarcula spitzbergensis (Davidson) (Brachiopoda)
Pandalus montagui (Leach) (Decapoda Caridea)

Il faut souligner ici la présence dans cette communauté de l'Ophiure *Ophiopus arcticus* Ljungman : c'est la première mention de cette espèce dans le golfe du Saint-Laurent hors du fjord du Saguenay, où elle est dominante sur les fonds de vase en amont (Drainville & Brassard, 1961). Il est assez clair que cette communauté est riche en individus et en espèces : elle participe surtout de la communauté des fonds rocheux (trois Ophiures dominantes, Actinies, Oursins), mais aussi de celle des fonds meubles (e. g. *Ophiura sarsi*). Cette communauté, qui n'est pas représentée dans la baie de Gaspé, tire sans doute son existence de la vitesse du courant de Gaspé et de son éloignement des sources de sédiments fins apportés par les rivières. On peut donc s'attendre à ce qu'elle soit très répandue sur le talus laurentien de la péninsule de Forillon et en général de la rive nord de la Gaspésie.

Discussion

Au stade actuel de l'analyse des résultats, aucune conclusion n'est encore permise quant à la biomasse et à la diversité animale des fonds étudiés. On ne peut que signaler l'impression de pauvreté que donne la communauté arctique des vases cohésives dans la baie de Gaspé.

La distribution et la composition faunistique des communautés fournit des impressions un peu plus nettes, notamment en ce qui a trait aux différences entre celles de la baie de Gaspé et celles du banc Miscou (Corbeil, 1956a, et données inédites). Les communautés de la baie de Gaspé semblent plus nettement stratifiées verticalement que celles du banc Miscou. La communauté des sables vaseux, observée entre 32 et 50 mètres de profon-

deur sur le banc Miscou, contient un plus grand nombre d'espèces que la communauté rencontrée sur des fonds semblables, entre 25 et 44 mètres de profondeur, dans la baie de Gaspé: en plus des espèces *Clinocardium ciliatum*, *Macoma calcarea*, *Ophiura sarsi* et *Serripes groenlandicus*, communes aux deux régions, les espèces suivantes s'ajoutent à cette communauté sur le banc Miscou où elles paraissent importantes: l'Oursin plat (*Echinarachnius parma*) et une Anémone pivotante (Halcampidae?), observés seulement en eau moins profonde que 25 mètres dans la baie de Gaspé, sont fréquents jusqu'à 48 mètres; les gros Bivalves *Spisula solidissima* et *Cyrtodaria siliqua* Spengler, qui n'ont pas été rencontrés dans la baie de Gaspé, et l'Ophiure *Stegophiura nodosa*, rencontrée seulement sur fonds de vase sableuse à 44 et 50 mètres de profondeur dans la baie de Gaspé.

Pour expliquer cette différence, nous ne pouvons offrir que des hypothèses destinées à orienter les recherches: les oscillations verticales quotidiennes de la thermocline observées à l'embouchure de la baie des Chaleurs (Lauzier, 1957) et attribuées à des marées internes, baigneraient successivement cet étage du banc Miscou d'eaux arctiques et d'eaux subarctiques et arctiques-boréales, qui seraient tolérées par certaines espèces, ou suffiraient à déclencher les mécanismes de la reproduction et à assurer la survivance des populations chez d'autres. Il est possible également que la fraction de vase soit plus faible dans les sédiments de Miscou que dans ceux de la baie de Gaspé, et que les courants et apports nutritifs y soient par conséquent plus importants.

La communauté des vases sableuses, rencontrée de 53 à 58 mètres sur le talus nord du banc Miscou, soit en eau arctique, et de 18 à 51 mètres dans la baie de Gaspé, soit en eau subarctique, dans les deux cas est dominée par l'Ophiure *Ophiura sarsi* et contient le Bivalve *Mya truncata*. Mais l'Holothurie *Trochostoma*, présente dans la baie de Gaspé, n'a pas été observée sur Miscou où, par contre, l'Ascidie pivotante *Pelonaia corrugata* Goodsir & Forbes et le Foraminifère *Hyperammina subnodosa* Brady sont très abondants. Il est probable que ces différences soient attribuables aussi à des courants plus actifs et à des sédiments plus sableux sur Miscou à des profondeurs comparables.

Il est intéressant de comparer la richesse persistante de la faune au-delà de la profondeur de 50 mètres sur le talus du banc Miscou, et sa pauvreté au-delà de la même profondeur dans la baie de Gaspé. Des chalutages qualitatifs effectués au large de Grande-Rivière (parages de la station hydrographique 112) à des profondeurs allant de 70 à 110 mètres permettent de croire à l'importance et à la richesse de la communauté arctique des vases sableuses et graviers dans cette région. Le Foraminifère *Hyperammina subnodosa*, l'Ascidie pédonculée *Boltenia ovifera* et surtout l'Ophiure *Ophiura*

sarsi, ces deux derniers rencontrés à ces profondeurs seulement à la station 201 dans la baie de Gaspé, y sont extrêmement abondants.

Ces observations, qui devront d'abord être vérifiées quantitativement, permettent d'entrevoir une explication possible de la différence de productivité entre les fonds arctiques de la baie de Gaspé et ceux de l'entrée de la baie des Chaleurs : elle peut être liée à une différence dans la texture des sédiments dominants, elle-même attribuable à une différence dans le régime des courants. Ces possibilités valent d'être examinées de près. Il y aura lieu notamment de comparer les changements saisonniers dans la composition biocénotique et la récolte *in situ* de la communauté arctique des vases (baie de Gaspé) et celle des vases sableuses (au large de Grande-Rivière) avec les changements saisonniers dans la quantité de zooplancton disponible à ces communautés.

Les résultats, tout préliminaires qu'ils soient, laissent pressentir des difficultés à faire le parallèle entre les communautés des eaux étudiées et celles d'autres régions, du moins selon les concepts actuellement en usage en biocénotique marine. Tout le groupe des Oursins plats (famille des Scutellidae), qui paraît fournir des espèces dominantes aux communautés infra-littorales des sables dans le Pacifique Nord et l'Atlantique occidental, est complètement absent dans l'Atlantique européen, où les Oursins irréguliers de la famille des Spatangidae dominent dans des conditions semblables. D'autre part, la communauté subarctique des sables vaseux est peut-être l'équivalente de la communauté à *Macoma calcarea* du littoral du Groenland et autres régions subarctiques, tandis que la communauté arctique des vases sableuses se compare grossièrement à la communauté *Maldane sarsi* — *Ophiura sarsi* ou à la communauté à *Yoldia hyperborea*. Tous ces rapprochements paraissent si imparfaits, cependant, qu'ils exigeraient probablement la description de nouvelles communautés ou faciès, processus qui nous paraît mener à un foisonnement sans fin des catégories, indésirable parce qu'il obscurcit la réalité et se fonde trop sur des appréciations subjectives. D'autres concepts ou méthodes sont nécessaires pour l'analyse des communautés.

Il nous semble plus profitable de comparer quantitativement par transects les gradients mesurables des communautés et ceux des facteurs écologiques évidents, tels la texture granulométrique des sédiments, la température et la salinité, et la pénétration de la lumière. On peut le faire en comparant deux séries d'échantillons prélevés le long de deux gradients écologiques différents, les autres gradients étant choisis aussi semblables qu'il soit possible d'en trouver dans la nature; en comparant entre eux des échantillons prélevés en série le long d'un gradient écologique donné, les autres facteurs écologiques étant choisis aussi constants que possible le long de ce gradient; et en com-

parant des stations ne différant entre elles que par un des facteurs écologiques considérés. Il est désirable d'utiliser des séries d'échantillons rapprochés les uns des autres afin de minimiser l'influence possible de facteurs écologiques autres que ceux qu'on envisage.

On peut noter à ce sujet la coïncidence entre la pénétration des eaux froides de la thermocline dans le havre de Gaspé et l'extension de la communauté subarctique des vases sableuses. Cependant, il y a aussi coïncidence entre cette pénétration et la distribution des vases sableuses, probablement toutes deux liées aux mouvements de va-et-vient de cette nappe d'eau. On ne peut donc distinguer l'influence de ces deux facteurs sur la distribution des communautés. Pour le faire, il faudrait prélever des échantillons sur vase sableuse en eau moins profonde que 15 mètres.

On associe généralement les communautés benthiques arctiques à une faible productivité des eaux de surface. La forte stratification thermique des eaux du golfe du Saint-Laurent modifie cette situation typique : la production estivale de zooplancton des eaux de surface est de type tempéré (Lacroix, comm. pers.), et la nourriture disponible aux communautés benthiques arctiques sous-jacentes serait donc plus abondante que dans les régions arctiques. Cette possibilité soulève donc le problème de l'utilisation de ces ressources nutritives par le benthos arctique du golfe : une partie de ces ressources reste-t-elle inutilisée ? Si oui, qu'en advient-il ? Sinon, le métabolisme et la croissance des organismes benthiques arctiques qui les utilisent sont-ils plus rapides que dans les régions arctiques ? Ou la diversité faunistique est-elle simplement augmentée ? On voit aussi l'intérêt de comparer, dans le golfe du Saint-Laurent, la production et le métabolisme des communautés benthiques boréales et des communautés benthiques arctiques voisines, qui y disposent de la même source, donc de la même quantité de plancton.

Remerciements

Je désire exprimer ma gratitude aux autorités de la Direction générale des pêches du ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec (M. Alexandre Marcotte, Directeur du Service de Biologie), qui m'ont fourni les moyens de poursuivre ces recherches à titre de biologiste à la Station de Biologie marine de Grande-Rivière, Gaspé. Aux assistants saisonniers, aux techniciens et à tout le personnel de la Station, dont la collaboration durant les années 1956-60 m'a été précieuse, je tiens à témoigner toute ma reconnaissance.

Je suis également redevable au Service canadien de la faune, ainsi qu'à la Direction des Parcs nationaux du Canada, dont l'assistance pécuniaire a contribué à mener ces travaux de recherche à bonne fin.

Références

- BELL, R., jr., 1859. On the natural history of the Gulf of St. Lawrence, and the distribution of the Mollusca of eastern Canada. *Can. Nat. Geol. Proc. Nat. Hist. Soc. Montreal*, **4**(3): 197-220, **4**(4): 241-242.
- BERGERON, J., 1961. Redfish explorations in the Gulf of St. Lawrence, 1957. *Rapp. P.-v. Cons. int. explor. Mer*, **150**: 122-123. (*Contr. Min. Pêch. Québec*, (85).)
- BOUSFIELD, E. L., 1954. The distribution and spawning season of barnacles on the Atlantic coast of Canada. *Bull. natn. Mus. Can.*, (**132**): 112-154.
- BOUSFIELD, E. L., 1955. Studies on the shore fauna of the St. Lawrence Estuary and Gaspé coast. *Bull. natn. Mus. Can.*, (**136**): 95-101.
- BOUSFIELD, E. L., 1958. Distributional ecology of the terrestrial Talitridae (Crustacea: Amphipoda) of Canada. *Proc. tenth Int. Congr. Ent.*, **1**(1956): 883-898.
- BOUSFIELD, E. L., 1964. Coquillages des côtes canadiennes de l'Atlantique. Ottawa: *Mus. natn. Can.*, 89 p.
- BRUNEL, P., 1956. The bathymetric distribution of the benthic Amphipoda (Crustacea, Malacostraca) of Baie des Chaleurs, Gulf of St. Lawrence, and its bearing on zoogeography. M.A. thesis, Univ. Toronto, Dept. Zool., 135 p.
- BRUNEL, P., 1960. Travaux effectués en 1959 sur les communautés benthiques marines. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1959**: 35-39.
- BRUNEL, P., 1961a. Travaux effectués en 1960 sur les communautés benthiques marines. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1960**: 45-49.
- BRUNEL, P., 1961b. Observations sur la biologie et la biométrie du crabe-araignée *Chionoecetes opilio* Fabr. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1960**: 59-67.
- BRUNEL, P., 1961c. Les Phoronides, embranchement animal nouveau pour l'Atlantique canadien. *Ann. ACFAS*, **27**(1959-60): 64.
- 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., 510 p.
- BRUNEL, P., 1970. Catalogue d'Invertébrés benthiques du golfe Saint-Laurent recueillis de 1951 à 1966 par la Station de Biologie marine de Grande-Rivière. *Trav. Pêch. Québec*, (**32**): 1-54.
- CARDINAL, A., 1967. Inventaire des algues marines benthiques de la baie des Chaleurs et de la baie de Gaspé (Québec). *Naturaliste can.*, **94**: 233-271, 447-469, 735-760. (*Trav. Pêch. Québec*, (**20**).)
- CORBEIL, H.-E., 1948. Les huîtres. Résumé du travail fait sur les huîtres de 1944 à 1947. *Rapp. Stn Biol. St-Laurent*, **1947**, 7: 65-68.
- CORBEIL, H. E., 1953. Analyse du contenu stomacal de la Morue *Gadus callarias*. In: *Rapp. Stn Biol. mar.*, **1952**. *Contr. Dépt. Pêch., Québec*, (**43**): 13-18.
- CORBEIL, H. E., 1954a. Inventaire de la faune benthique des bancs de pêche. In: *Rapp. Stn Biol. mar.*, **1953**. *Contr. Dépt. Pêch., Québec*, (**50**): 12-20 (Publié en 1956 en réalité).

- CORBEIL, H. E., 1954b. Analyse du contenu stomacal de la Morue (*Gadus callarias*). In: *Rapp. Stn Biol. mar.*, **1953**. *Contr. Dépt. Pêch., Québec*, (50): 48-59.
- DAWSON, J., 1858a. A week in Gaspé. *Can. Nat. Geol. Proc. Nat. Hist. Soc. Montreal*, **3** (5) : 321-331.
- DAWSON, J., 1858b. On sea anemones and hydroid polyps from the Gulf of St. Lawrence. *Can. Nat. Geol. Proc. Nat. Hist. Soc. Montreal*, **3** (6) : 401-409.
- DAWSON, J., 1860. On the tubicolous marine worms in the Gulf of St. Lawrence. *Can. Nat. Geol. Proc. Nat. Hist. Soc. Montreal*, **5** (1) : 24-30.
- DRAINVILLE, G. & L. BRASSARD, 1961. Les poissons de la rivière Saguenay. *Naturaliste can.*, **88** (5) : 129-147.
- EKMAN, S., 1947. Über die Festigkeit der marinen Sedimente als Faktor der Tierverbreitung, ein Beitrag zur Associationsanalyse. *Zool. Bidr. Upps.*, **25** : 1-20.
- HOLME, N. A., 1949. A new bottom-sampler. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **28** (2) : 323-332.
- HOLME, N.A., 1953. The biomass of the bottom fauna in the English Channel off Plymouth. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **32**: 1-49.
- HULT, J., 1941. On the soft-bottom isopods of the Skager Rak. *Zool. Bidr. Upps.*, **21**: 1-234.
- JOHANSEN, F., 1930. Marine Crustacea, Malacostraca and Pantopoda (Pycnogonida), collected in the Gulf of St. Lawrence, Newfoundland and the Bay of Fundy in 1919, 1922, 1923, 1925 and 1926. *Can. Field-Nat.*, **44** (4) : 91-94.
- JONES, N. S., 1950. Marine bottom communities. *Biol. Rev.*, **25** (3) : 283-313.
- LAUZIER, L. M., 1957. Variations of temperature and salinity in shallow waters of the southwestern Gulf of St. Lawrence. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, (111) : 251-268.
- LEDOYER, M., 1969. Aperçu sur les recherches benthiques entreprises dans le golfe du Saint-Laurent (Secteur de Grande-Rivière). *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1968**: 41-45.
- LEDOYER, M. Le peuplement des sables fins terrigènes dans la baie des Chaleurs (golfe du Saint-Laurent) comparé à celui de la Méditerranée occidentale. *Naturaliste canadien*, (sous presse).
- POIRIER, L., D. GRANGER, M. WEINSTEIN & P. BRUNEL, 1969. Pêches hyperbenthiques et planctoniques quantitatives à l'entrée de la baie des Chaleurs : protocole et méthodes en 1968. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1968**: 47-57.
- SANDERS, H. L., 1956. Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. X. The biology of marine bottom communities. *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, **15**: 345-414.
- SANDERS, H. L., R. R. HESSLER & G. R. HAMPSON, 1965. An introduction to the study of deep-sea benthic faunal assemblages along the Gay Head-Bermuda transect. *Deep-Sea Res.*, **12**: 845-867.
- SCHMITT, J., 1904. Monographie de l'île d'Anticosti (Golfe Saint-Laurent). Paris : Hermann, 367 p.
- STAFFORD, J., 1912a. On the fauna of the Atlantic coast. Third Report. — Gaspé, 1905-06. *Contr. Can. Biol.*, **1906-1910** (5) : 45-67.
- STAFFORD, J., 1912b. On the fauna of the Atlantic coast. Fourth Report. — Gaspé, 1905-06. *Contr. Can. Biol.*, **1906-1910** (6) : 69-78.

- STEELE, D. H., 1957. The redfish (*Sebastes marinus* L.) in the western Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **14** (6) : 899-924.
- TREMBLAY, J.-L., 1950. Rapport de la Station biologique du Saint-Laurent pour l'année 1949. In : *Rapp. gén. Dépt. Pêch., 1949-50. Contr. Dépt. Pêch., Québec*, (31) : 83-95.
- WHITEAVES, J. F., 1869a. On the marine Mollusca of eastern Canada. *Can. Nat. Quart. J. Sci., N.S.*, **4**(1) : 48-57.
- WHITEAVES, J. F., 1869b. On some results obtained by dredging in Gaspé, and off Murray Bay. *Can. Nat. Quart. J. Sci., N.S.*, **4** (3) : 270-273.
- WHITEAVES, J. F., 1870. Lower Canadian marine Mollusca. *Can. Nat. Quart. J. Sci., N.S.* **5**: 104.
- WHITEAVES, J. F., 1871. Deep-sea dredging in the Gulf of St. Lawrence. *Nature*, **5**: 8-9. (Aussi : *Can. Nat. Quart. J. Sci.*, 1872, **6**: 351-354.)
- WHITEAVES, J. F., 1872a. Report on a deep-sea dredging expedition to the Gulf of St. Lawrence. *Ann. Rep. Dept. Mar. Fish.*, **1871**: app. K, 90-101, (Canada, Sess. Pap. (5).)
- WHITEAVES, J. F., 1872b. Notes on a deep-sea dredging expedition round the island of Anticosti, in the Gulf of St. Lawrence. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, (4) **10**: 341-354.
- WHITEAVES, J. F., 1873. Report on a second deep-sea dredging expedition to the Gulf of St. Lawrence, with some remarks on the marine fisheries of the Province of Quebec. *Ann. Rep. Dept. Mar. Fish.*, **1872**: app. K, 113-132 (Canada, Sess. Pap. (8)).
- WHITEAVES, J. F., 1874a. Report on further deep-sea dredging operations in the Gulf of St. Lawrence, with notes on the present condition of the marine fisheries and oyster beds of part of that region. *Ann. Rep. Dept. Mar. Fish.*, **1873**: app. U, 178-204 (Canada, Sess. Pap. (4)).
- WHITEAVES, J. F., 1874b. On recent deep-sea dredging operations in the Gulf of St. Lawrence. *Am. J. Sci. Arts*, (3) **7** (39) : 210-219.
- WHITEAVES, J. F., 1875. Notes on a deep-sea dredging expedition round the island of Anticosti, in the Gulf of St. Lawrence. *Can. Nat. Quart. J. Sci., N.S.*, **7** (2) : 86-100.
- WHITEAVES, J. F., 1901. Catalogue of the marine Invertebrata of Eastern Canada. *Publs geol. Surv. Can.*, (722): 1-272.

LES FLUCTUATIONS QUANTITATIVES DU ZOOPLANCTON DE LA BAIE-DES-CHALEURS (GOLFE SAINT-LAURENT)

II. COMPOSITION DES COPÉPODES ET FLUCTUATIONS DES COPÉPODES DU GENRE *CALANUS*¹

GUY LACROIX² et GABRIEL FILTEAU

Département de biologie, Université Laval, Québec, Québec

Résumé

Le zooplancton de la Baie-des-Chaleurs est essentiellement composé de Copépodes, d'Euphausides, d'Hydroméduses, de Chaetognathes, de Cladocères et de Larvacés. D'autres groupes, comme les Ptéropodes, les Amphipodes hypérides et les organismes méroplanctoniques (Polychètes, Cirripèdes, Crustacés décapodes, Echinodermes et Poissons) sont généralement moins fréquents et beaucoup moins abondants. Les Copépodes dominent largement ce plancton. Le seul groupe qui puisse modifier substantiellement la valeur proportionnelle des Copépodes est celui des Larvacés, comme il fut possible de l'observer en juillet 1961. Sur le plan vertical, le plancton le plus diversifié est celui de la couche de surface (0-40 mètres), qui comprend des représentants de la plupart des groupes, et le plus monotone est celui de la couche profonde (80-110 mètres), composé, à toutes fins utiles, de Copépodes et d'Euphausides.

Parmi les Copépodes (25 espèces), quelques espèces seulement sont *très communes*, suivant des critères de fréquence et de densité : *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), *Pseudocalanus minutus* (Krøyer), *Temora longicornis* (Müller), *Calanus hyperboreus* Krøyer et *Metridia longa* (Lubbock). Ces espèces ont une fréquence générale supérieure à 40%, mais la densité moyenne n'est supérieure ou égale à 100 individus/m³ que pour les trois premières d'entre elles. Quatre espèces sont considérées comme *communes* : *Tortanus discaudatus* Thompson and Scott, *Acartia longiremis* (Lilljeborg), *Centropages hamatus* (Lilljeborg) et *Oithona* spp., constituée surtout de *Oithona similis* Claus. Quatre autres espèces sont estimées être *secondaires* (*Eurytemora herdmanni* Thompson and Scott, *Acartia clausi* Giesbrecht, *Metridia lucens* Boeck et *Euchaeta norvegica* Boeck) et douze autres, *rare*s ou occasionnelles.

La composition des assemblages varie dans le temps et dans l'espace. Le printemps (mai-juin) et l'automne (octobre-novembre) présentent

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec n° 34. Direction des Pêches. Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

2. Travail réalisé alors que le premier auteur était au service de la Station de biologie marine du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

une très faible diversité, tandis que l'été est, à cet égard, la période la plus riche. L'intérieur de la baie des Chaleurs est surtout caractérisé par la plus grande importance d'espèces comme *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Eurytemora herdmanni* et *Tortanus discaudatus*, tandis que l'extérieur présente des assemblages plus exclusivement formés de *Calanus finmarchicus*, *Calanus hyperboreus*, *Metridia longa* et *Pseudocalanus minutus*. Ces deux groupes d'espèces sont également caractéristiques, jusqu'à un certain point, des deux couches extrêmes sur le plan vertical, la couche de surface et la couche profonde.

Les fluctuations temporelles et spatiales de *Calanus finmarchicus* et de *Calanus hyperboreus* sont l'objet d'un examen plus particulier. Les variations annuelles et horizontales de *Calanus finmarchicus* sont beaucoup plus considérables que celles de *Calanus hyperboreus*. Cette dernière espèce habite surtout la nappe d'eau froide qui présente une grande stabilité. *Calanus finmarchicus* est plus largement répartie, et par conséquent, plus directement exposée aux changements des conditions hydroclimatiques — en particulier les conditions spéciales de 1960 et 1961 — et à d'autres changements qui en découlent, par exemple des modifications dans la compétition et dans la pression prédatrice. Les fluctuations de *Calanus finmarchicus* ne seraient pas explicables même partiellement par le mélange des populations, puisque de 12 à 17% seulement des populations sont attribuables à la forme *glacialis*.

Abstract

The zooplankton of the Baie des Chaleurs area is composed of several species of Copepoda, Euphausiacea, Hydromedusae, Chaetognatha, Cladocera and Larvacea. Other groups recorded less frequently and in smaller numbers were Pteropoda, Amphipoda and larval forms of Polychaeta, Cirripedia, Crustacea Decapoda, Echinodermata and Pisces. Copepods were numerically the largest group and only Larvacea were sporadically affecting their proportional value, as observed in 1961. In the surface layer (0-40 metres), there was a greater taxonomic diversity than in the deepest layer (80-110 metres), in which the plankton is made up principally of Copepods and Euphausiids.

Among Copepods (25 species), only a few were *very common* according to criteria of density and frequency: *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), *Pseudocalanus minutus* (Krøyer), *Temora longicornis* (Müller), *Calanus hyperboreus* Krøyer and *Metridia longa* (Lubbock). The relative frequency of these species was higher than 40%, but the mean density of the three former ones only was over 100 specimens per cubic metre. Four species were *common*: *Tortanus discaudatus* Thompson and Scott, *Acartia longiremis* (Lilljeborg), *Centropages hamatus* (Lilljeborg) and *Oithona* spp., primarily *Oithona similis* Claus. Four more species were of *second importance* (*Eurytemora herdmanni* Thompson and Scott, *Acartia clausi* Giesbrecht, *Metridia lucens* Boeck and *Euchaeta norvegica* Boeck) and twelve were *rare*.

The assemblage of Copepods shows some changes in seasonal, vertical and areal patterns. Much more species appeared in relative abundance in summer than in spring and fall. Although many species

had a widespread distribution in the area, it was evident that *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Eurytemora herdmani* and *Tortanus discaudatus* were generally the most characteristic species in the assemblage inside the Bay, while *Calanus finmarchicus*, *Calanus hyperboreus*, *Metridia longa* and *Pseudocalanus minutus* were more frequently encountered together in the fishing banks area. These two groups were also typical enough respectively of the surface layer and of the deepest layer in both regions.

The fluctuations in annual, seasonal and spatial distribution of *Calanus finmarchicus* and *Calanus hyperboreus* are particularly considered in this paper. Yearly and spatial variations were much more pronounced in *Calanus finmarchicus* than in *Calanus hyperboreus*. The latter species was almost restricted to the cold water layer, obviously a more stable layer. More widespread in the water column, *Calanus finmarchicus* was more exposed to changes in hydroclimatic conditions, particularly anomalously cold conditions in 1961 and partly of 1960, and other changes through competition and predation by several species. Such variations in *Calanus finmarchicus* did not appear to result from the mixing of its populations, since only 12 to 17% of the individuals were referable to *Calanus glacialis*.

Introduction

Dans un premier article (Lacroix et Filteau, 1969), nous avons présenté les conditions hydroclimatiques de la Baie-des-Chaleurs au cours des années 1960, 1961, 1962 et 1964, fait état de l'existence de variations annuelles significatives dans les volumes moyens de zooplancton et également de l'existence corrélative de différents régimes saisonniers de fluctuations quantitatives des stocks actuels de zooplancton. Nous suggérons alors qu'il existe une relation définie, directe ou indirecte, entre les caractéristiques hydroclimatiques et ces fluctuations temporelles.

Il s'avère difficile, sinon impossible, d'étayer une telle hypothèse, basée initialement sur les variations des stocks actuels, sans faire une description analytique des populations planctoniques particulières. C'est ce que nous entreprenons avec le présent article, en décrivant les fluctuations de deux Copépodes communs dans le plancton du golfe Saint-Laurent, *Calanus finmarchicus* (Gunnerus) et *Calanus hyperboreus* Krøyer. Nous poursuivrons cette analyse dans quelques autres articles en passant en revue tous les taxons importants, avant de donner, dans une tranche finale, une interprétation générale des fluctuations spatio-temporelles du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs.

Matériel et méthodes

Nous avons présenté en détail les méthodes de travail en mer et les méthodes de travail au laboratoire dans une publication antérieure (Lacroix et Filteau, 1969).

TABLEAU I

Composition générale de l'holoplancton de la Baie-des-Chaleurs, selon la proportion des principaux taxons supérieurs, exprimée en pourcentage du nombre total d'individus prélevés pour chacun des mois de chacune des années d'observation. Les taxons dont la valeur proportionnelle n'excède jamais 1% n'ont pas été retenus.

x : < 1%

Prof. (m)	Taxon	Mai	Juin				Juillet				Août				Septembre				Octobre				
		64	60	61	62	64	60	61	62	64	60	61	62	64	60	61	62	64	60	61	62	64	
0-40	Cnidaria	x	2	x	2	2	6	x	x	x	2	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	x	x
	Chaetognatha	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8	x	x	x	2	x	x	x	x	x	1	x
	Amphipoda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	0	0	x	x
	Cladocera	x	4	x	x	2	5	4	2	6	6	7	2	x	11	14	3	4	5	3	x	x	x
	Copepoda	93	77	97	92	84	80	54	88	89	86	79	95	99	76	78	93	95	84	83	87	98	98
	Euphausiacea	6	2	x	4	13	3	9	8	2	2	5	1	x	5	4	x	x	1	7	x	x	x
	Pteropoda	0	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3	0	0
	Larvacea	x	14	2	2	x	5	32	1	2	4	x	x	x	6	x	2	x	9	5	8	x	x
40-80	Cnidaria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	3	x	x	x	1	x	x	x	x	x	2	x	x
	Chaetognatha	3	x	x	x	x	x	x	x	x	1	x	x	x	x	x	x	2	x	x	2	x	x
	Amphipoda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cladocera	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	1	x	0	0	x	x
	Copepoda	95	98	99	96	98	95	69	92	96	92	96	98	97	93	96	97	94	83	92	88	98	98
	Euphausiacea	1	x	x	x	1	2	6	6	2	2	2	x	x	3	2	x	2	1	2	4	x	x
	Pteropoda	0	x	x	x	0	x	x	x	0	x	x	0	0	1	x	0	0	1	x	x	x	x
	Larvacea	0	x	x	x	x	x	24	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13	6	2	x	x
80-110	Cnidaria	0	2	0	x	x	x	0	x	x	2	x	x	x	x	0	x	0	1	x	2	x	x
	Chaetognatha	5	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	2	x	x	x	x	x	1	1	1
	Amphipoda	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	x	x	0	x	x	0	x	x	0	0
	Cladocera	0	0	0	0	x	0	x	0	x	0	0	0	1	0	0	0	x	0	0	1	0	0
	Copepoda	78	86	99	98	97	95	91	98	94	80	97	99	98	96	99	90	98	95	97	93	98	98
	Euphausiacea	17	5	x	x	1	x	6	x	6	14	2	x	x	2	x	8	x	x	2	1	x	x
	Pteropoda	0	5	x	x	0	x	0	x	0	4	x	x	0	0	0	0	0	3	0	x	0	0
	Larvacea	0	0	0	0	x	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	x	x	x	0	0

Apportons toutefois quelques précisions sur le traitement des échantillons quant à l'analyse particulière des Copépodes. Rappelons d'abord que la plupart des échantillons étaient l'objet d'une opération de subéchantillonnage par la méthode de la plongée et qu'en l'occurrence les Copépodes de 6% de l'échantillon total étaient identifiés à l'espèce et au stade de développement (*op. cit.*, p. 368). Nous avons procédé ainsi pour environ la moitié des échantillons (176 des 360 échantillons). Dans le cas des 184 autres échantillons, nous avons eu recours à un nouveau fractionnement au moyen, cette fois-là d'un partiteur à plancton Folsom (McEwn, Johnson et Folsom, 1954), car le nombre de Copépodes des premiers subéchantillons était trop élevé (souvent au-dessus de 5000 individus) pour permettre une analyse complète dans un temps raisonnable. Nous avons donc préparé, suivant la densité du matériel, des groupes de 4, 8, 16 ou 32 fractions et fait la détermination sur quelques-unes de ces fractions, en principe dans les rapports suivants : 2/4, 3/8, 3-4/16 et 4-6/32. Les échantillons ou subéchantillons fractionnés en 32 parties contenaient généralement entre 6,000 et 20,000 copépodes ; nous appliquions le fractionnement en 8 et 16 parties pour les quantités comprises entre 1500 et 10,000 copépodes. Ces catégories n'étaient cependant pas respectées rigoureusement, la décision finale reposant sur un examen préliminaire de l'échantillon.

Nous utiliserons, pour l'exposé des stades de développement, la nomenclature suggérée par Sømme (1934), qui fait abstraction des termes « nauplius » et « copépodite » et numérote les stades de 1 à 12. Au lieu donc de parler des copépodites 1, 2, 3, 4, 5, 6, nous parlerons des stades 7, 8, 9, 10, 11 et 12.

Composition générale du zooplancton

Même si plusieurs phylums sont représentés dans le plancton permanent de la Baie-des-Chaleurs, ce plancton est peu varié, comme on peut le constater à l'examen des divers pourcentages consignés dans le tableau I. Dans ce tableau, n'ont été retenus que les taxons supérieurs (sans tenir compte de la hiérarchie taxonomique) constituant, à un moment ou l'autre, au moins 1% de tous les individus faisant partie de l'*holoplancton* et dont la fréquence annuelle (présence de représentants dans un échantillon, exprimée en pourcentage) dépasse, au moins pour une année, la proportion de 50%.

Soulignons incidemment que deux de ces huit taxons sont, à chaque année, présents dans au moins 90% de tous les échantillons de notre série régulière (cf. Lacroix et Filteau, 1969, p. 362) : les Copépodes et les Euphausides. Deux autres taxons sont présents, à chaque année, dans plus de 70% de tous les échantillons de la série régulière : les Cnidaires et les Chaetognathes. La fréquence annuelle des Cladocères et des Larvacés oscille entre 50 et 90%. Les

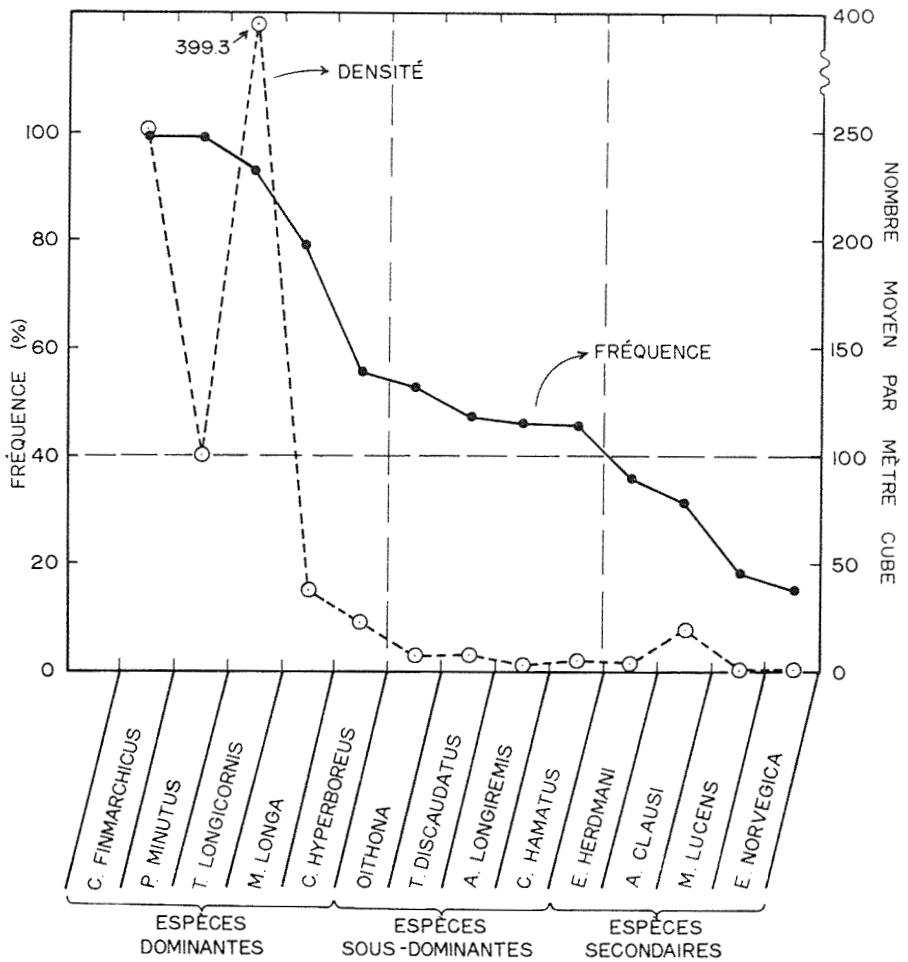


FIGURE 1. Fréquence (%) et densité (nombre/m³) quadriennales des principales espèces de Copépodes de la Baie-des-Chaleurs, 1960-1964.

Ptéropodes ont une fréquence supérieure à 50% en 1960, 1961 et 1962, mais non en 1964 (9%). La fréquence annuelle des Amphipodes varie entre 35 et 64%.

Bien que plusieurs de ces taxons soient représentés dans une très forte proportion des échantillons, leur densité relative est souvent très faible, de sorte que la dominance très tranchée des Copépodes — de 80 à 90% de tous les individus — est presque toujours de règle.

Dans l'étage supérieur (0-40 mètres), il arrive quelquefois que la proportion des Copépodes dans l'holoplancton soit plus faible, mais c'est exceptionnel. Le cas le plus remarquable est celui de juillet 1961 : les Copépodes constituent

alors 54% seulement de l'holoplancton et le groupe sous-dominant est celui des Larvacés, dont la valeur proportionnelle est de 32%. Outre les Copépodes et les Larvacés, les seuls taxons numériquement importants de l'étage supérieur sont les Euphausides, les Cladocères et les Cnidaires. Le rôle joué par les Chaetognathes, les Amphipodes et les Ptéropodes est beaucoup plus épisodique.

Dans l'étage intermédiaire (40-80 mètres), la dominance des Copépodes est encore plus accentuée. La seule exception se retrouve en juillet 1961 — tout comme dans l'étage supérieur —, alors que les Copépodes ne forment que 69% de l'holoplancton. Les Larvacés sont aussi, dans ce cas, le taxon sous-dominant (24% de l'holoplancton). En se référant uniquement à l'abondance relative, les seuls taxons vraiment importants de la couche intermédiaire sont donc les Copépodes, les Larvacés et les Euphausides, tous les autres groupes étant, en nombre, clairement marginaux.

Le zooplancton de l'étage profond (80-110 mètres) est encore plus monotone. Il est essentiellement composé de Copépodes et d'Euphausides. On notera toutefois l'importance relative des Ptéropodes en 1960.

Le *méropplancton* ne constitue toujours qu'une fraction infime du zooplancton total de la Baie-des-Chaleurs, si l'on s'en réfère à nos échantillons de la série régulière. Dans les eaux de la couche de surface (0-40 mètres) comme dans les eaux de la couche intermédiaire (40-80 mètres), le plancton temporaire ne représente *annuellement* (période de mai à novembre) qu'entre 0.3 et 3.7% des organismes du zooplancton total. Si l'on considère les échantillons *mois par mois*, l'on constate que l'importance proportionnelle des organismes méropplanctoniques est généralement beaucoup plus grande au printemps (de 9 à 16% du nombre total d'organismes en mai, et de 4 à 10% en juin dans l'étage supérieur) qu'en été. Pendant les mois de juillet, août, septembre et octobre des années 1960, 1962 et 1964, les organismes du méropplancton forment toujours moins de 2% du zooplancton total, mais en 1961, les proportions relevées en juillet, septembre et octobre sont plus élevées (respectivement de 5.7, 4.6 et 3.5%). À l'automne, la valeur proportionnelle du méropplancton par rapport au zooplancton total est encore plus faible (inférieure à 1%).

Quant aux taxons représentés dans le méropplancton, certains ont une extension temporelle très limitée, par exemple les Polychètes dont les *trochophores* sont particulièrement abondantes au printemps (mai et juin); les Cirripèdes, dont les *nauplii* et les *cypris* sont plus abondantes en mai, juin et juillet; les Echinodermes, dont les *pluteus* dominent le méropplancton de septembre. Les Poissons, représentés par des oeufs et des larves, les *zoés* de Décapodes, les *véligères* de Pélécy-podes et de Gastéropodes présentent une répartition temporelle beaucoup plus diffuse.

TABLEAU II

Classement des espèces de Copépodes suivant la fréquence (F) et la densité (D) moyennes générales, à l'intérieur et à l'extérieur de la baie des Chaleurs.

<p>A. Espèces très communes ou dominantes</p> <p>(F > 50% ; D = 20–400/m³)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Temora longicornis</i> (Müller) 2. <i>Calanus finmarchicus</i> (Gunnerus) 3. <i>Pseudocalanus minutus</i> (Krøyer) 4. <i>Metridia longa</i> (Lubbock) 5. <i>Calanus hyperboreus</i> Krøyer
<p>B. Espèces communes ou sous-dominantes</p> <p>(F = 40–60% ; D < 20/m³)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tortanus discaudatus</i> Thompson and Scott 2. <i>Oithona</i> spp. (?) 3. <i>Acartia longiremis</i> (Lilljeborg) 4. <i>Centropages hamatus</i> (Lilljeborg)
<p>C. Espèces secondaires</p> <p>(F = 10–40% ; D = 0.10–20/m³)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Eurytemora herdmanni</i> Thompson and Scott 2. <i>Acartia clausi</i> Giesbrecht 3. <i>Metridia lucens</i> Boeck 4. <i>Euchaeta norvegica</i> Boeck
<p>D. Espèces occasionnelles ou rares</p> <p>(F < 10% ; D < 0.10/m³)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bradyidius similis</i> G.O. Sars 2. <i>Scolecithricella minor</i> (Brady) 3. <i>Anomalocera patersoni</i> Templeton 4. <i>Pseudocalanus gracilis</i> G.O. Sars 5. <i>Parathalestris croni</i> (Krøyer) 6. <i>Harpacticus uniremis</i> Krøyer 7. <i>Harpacticus chelifer</i> O.F. Müller 8. <i>Microsetella norvegica</i> (Boeck) 9. <i>Tisbe furcata</i> (Baird) 10. <i>Monstrilla dubia</i> T. Scott 11. <i>Thaumaleus gigas</i> A. Scott 12. <i>Ergasilus sieboldi</i> Nordmann

Composition générale des Copépodes

Bien que notre travail fût dépourvu de toute visée taxonomique, nous n'en avons pas moins identifié 25 espèces de Copépodes dans nos collections, sans compter les formes dûment déterminées de certaines espèces. Dans le matériel régulier des années 1960-1964 cependant, nous avons pu constater que quelques-unes de ces espèces seulement sont importantes en nombre et en répétition, constatation analogue à celle de Filteau (1948), qui avait effectué des prélèvements semi-quantitatifs à une seule station dans les parages de

Grande-Rivière (la station Laval 290, assez rapprochée de notre station P 112). Si l'on considère l'ensemble des prélèvements faits pendant ces années 1960-1964, et sans faire intervenir pour le moment aucune distinction temporelle ou spatiale, nous notons que 13 espèces ont une fréquence supérieure à 10% (figure 1). Neuf de ces espèces ont une fréquence supérieure à 40% et 4 seulement, une fréquence supérieure à 60%, parmi lesquelles on retrouve *Calanus finmarchicus* (99%), *Pseudocalanus minutus* (99%) et *Temora longicornis* (93%). D'autre part, 11 de ces 13 espèces plus fréquentes ont une densité moyenne générale supérieure à un individu par mètre cube, mais 3 seulement ont une densité moyenne générale supérieure à 100 individus par mètre cube. Si l'on tient compte simultanément de la fréquence et de la densité moyennes générales, 5 espèces paraissent *très communes* ou dominantes *sensu lato*; 4, *communes* ou sous-dominantes; 4, *secondaires* et 12 autres, *rares* (tableau II).

Calanus finmarchicus et *Pseudocalanus minutus* sont présentes dans presque tous les échantillons, mais leur densité respective diffère beaucoup. *Pseudocalanus minutus* équivaut, dans nos échantillons, à moins de 50% du nombre des *Calanus finmarchicus*. Par ailleurs, *Temora longicornis*, dont la fréquence est légèrement inférieure à celle de *Calanus finmarchicus* et de *Pseudocalanus minutus*, a une densité moyenne générale au moins quatre fois supérieure à celle de *Pseudocalanus minutus* et une fois et demie supérieure à celle de *Calanus finmarchicus*. Par comparaison avec *Calanus finmarchicus*, on doit cependant noter que *Pseudocalanus minutus*, espèce plus petite, est sous-estimée par notre échantillonnage, puisque sont exclus à peu près systématiquement les plus jeunes copépodites (1 à 4), correctement prélevés dans le cas de *Calanus finmarchicus*. La même remarque s'appliquant à toutes les espèces de taille moyenne, on peut présumer que la très grande abondance de *Temora longicornis* est encore plus marquée que ne l'indiquent nos résultats. Pour aucune de ces espèces toutefois, nous n'avons dans nos échantillons une représentation quelque peu adéquate des nauplii: les quelques spécimens trouvés ici et là furent donc exclus systématiquement de toutes les compilations.

La fréquence de *Metridia longa* est élevée (près de 80%), mais la densité moyenne générale de cette espèce est faible, deux fois plus faible que celle de *Pseudocalanus minutus*. *Calanus hyperboreus* et *Oithona* spp. ont des fréquences voisines, mais des densités très différentes. On observera que nous avons classé *Acartia clausi* dans la faune secondaire, mais on aurait pu tout aussi bien l'inclure dans la faune commune ou sous-dominante, en attachant plus de poids à la densité qu'à la fréquence.

Un tel classement, on le voit, n'a rien d'absolu; il veut seulement être indicateur. Il est lié à une méthodologie particulière de prélèvement et résulte d'un échantillonnage forcément sélectif. Ainsi peut-on observer qu'*Oithona*

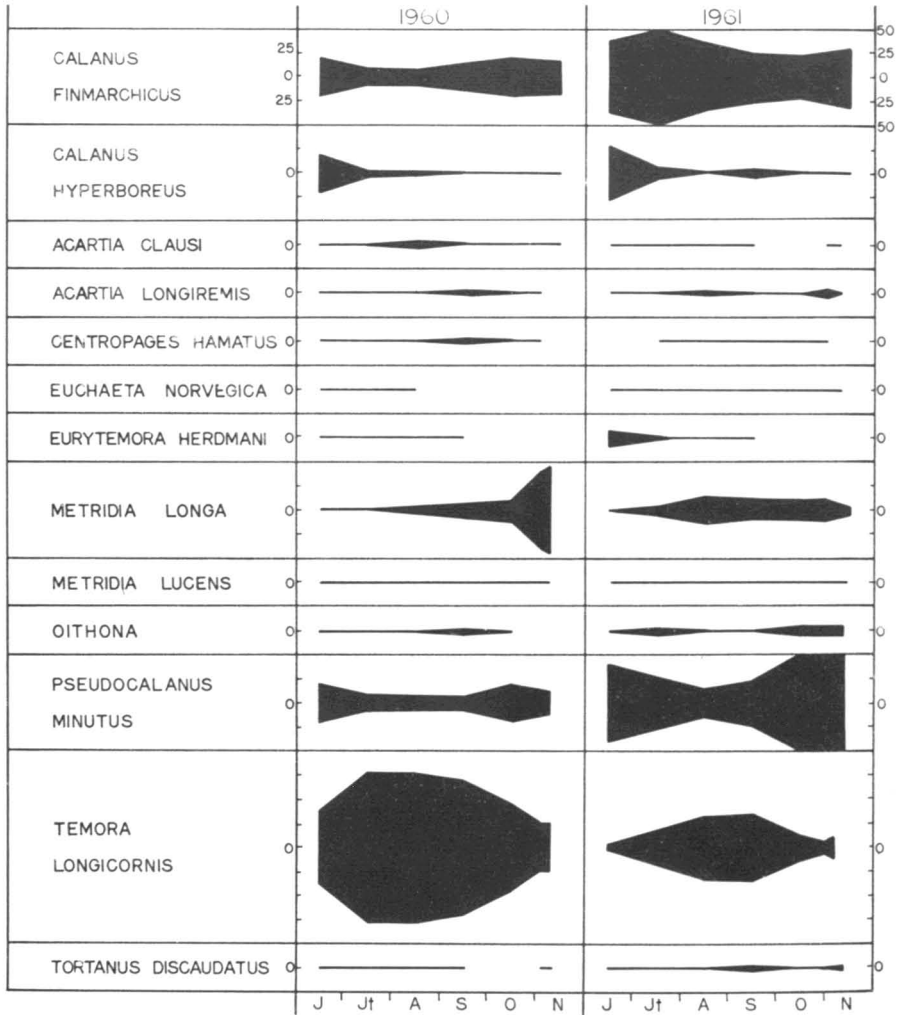


FIGURE 2. Variations saisonnières de la composition des Copépodes (en pourcentage du nombre total de chacun des mois d'observation), en 1960 et 1961. Les valeurs nulles sont indiquées par une interruption du diagramme, tandis que les valeurs très faibles (<1.5%) sont soulignées par un simple trait continu.

similis Claus est, selon Filteau (1948), la deuxième espèce importante du plancton de la station Laval 290, à l'entrée de la baie des Chaleurs, *Calanus finmarchicus* occupant la première place. Dans nos échantillons, prélevés à plusieurs stations de la baie des Chaleurs et de la région des bancs de pêche gaspésiens, les Cyclopoïdes du genre *Oithona* étaient relativement fréquents, mais jamais abondants. Leur taille (une section d'approximativement 0.2 mm) comme leur forme facilitaient leur passage à travers des mailles dont le vide était de 0.366 mm. Les filets utilisés par Filteau étaient faits de soie no 12 (vide de maille : 0.119 mm).

Une autre divergence apparaît si l'on compare l'ordre de priorité des principales espèces, tel que donné par Filteau, et notre classement selon des critères de fréquence et de densité. Nous considérons, quant à nous, *Metridia longa* comme l'une des espèces très communes, alors que, pour Filteau, il s'agissait d'une espèce plutôt secondaire. Nos prélèvements, s'étendant jusqu'à 110 mètres de profondeur, échantillonnaient certainement mieux cette espèce que les prélèvements de Filteau, limités à une profondeur de 75 mètres. Nous aurons l'occasion de voir ultérieurement les caractéristiques de la distribution verticale de *Metridia longa*.

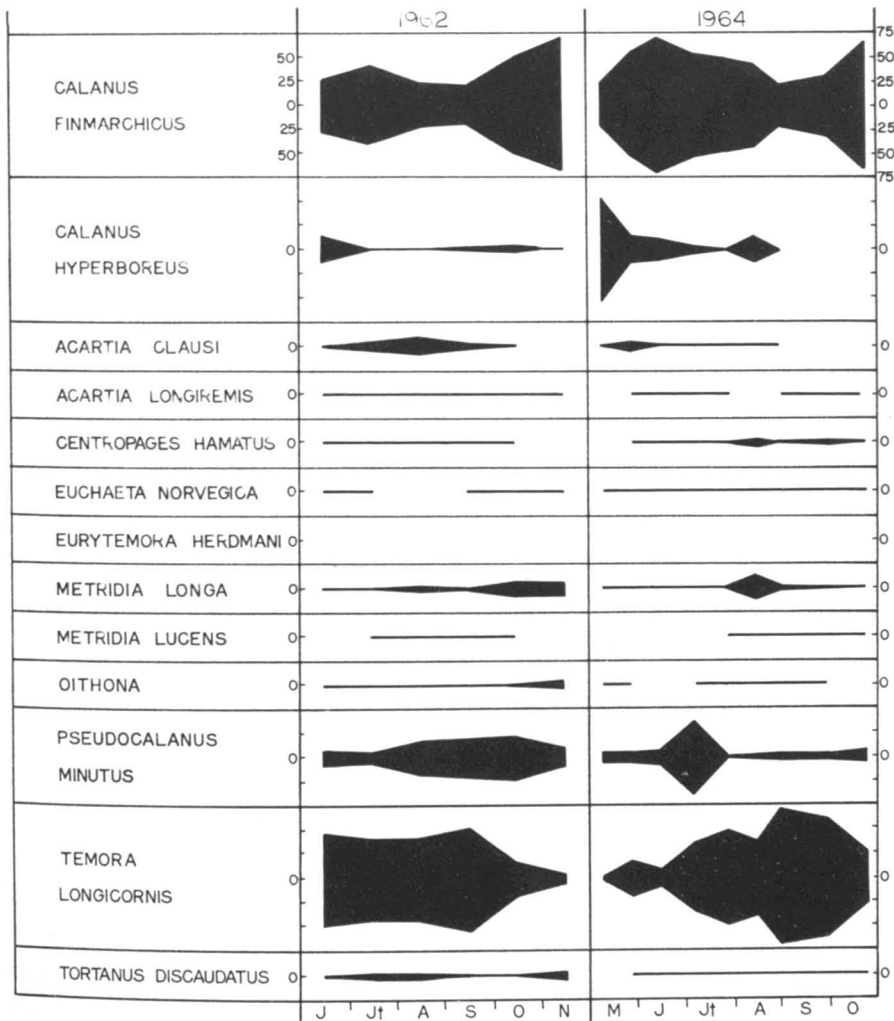


FIGURE 3. Variations saisonnières de la composition des Copépodes en 1962 et 1964. On notera l'étendue des observations en 1964; de mai à octobre, et non de juin à novembre.

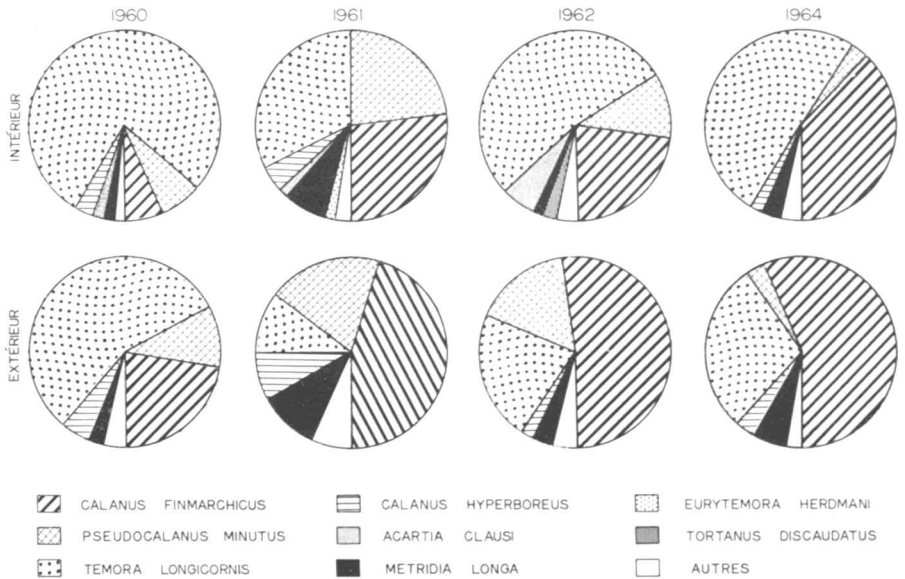


FIGURE 4. Composition des Copépodes (% du nombre total annuel par région) à l'intérieur et à l'extérieur de la baie des Chaleurs. Les espèces qui représentent moins de 1.5% sont généralement placées dans la catégorie « autres ».

Nonobstant toutefois ces divergences, explicables en grande partie par des raisons méthodologiques, on peut retenir ici les analogies quant à la position relative occupée par des espèces comme *Calanus finmarchicus*, *Pseudocalanus minutus*, *Temora longicornis* et *Calanus hyperboreus*.

VARIATIONS TEMPORELLES DE LA COMPOSITION DES COPÉPODES

Dans les paragraphes précédents, nous avons présenté le schéma général de la composition des Copépodes, schéma découlant de l'ensemble de nos échantillons. Bien qu'elle soit de nature apparemment peu diversifiée, cette composition varie sur le plan temporel comme sur le plan spatial. Les figures 2 et 3 en montrent les variations temporelles sur une base annuelle et saisonnière. On constatera d'abord que le plancton printanier (mai/juin) et le plancton automnal (octobre/novembre) sont plus largement dominés par un très petit nombre d'espèces de Copépodes que le plancton estival (juillet à septembre), qui présente un peu plus de variété.

Les espèces les plus abondantes du printemps sont, par ordre, en 1960 : *Temora longicornis*, *Calanus hyperboreus*, *Calanus finmarchicus* et *Pseudocalanus minutus*. En 1961, au contraire, *Temora longicornis* ne représente numériquement qu'une faible proportion des Copépodes de juin, *Pseudocalanus minutus*, *Calanus finmarchicus* et *Calanus hyperboreus* étant les espèces les mieux

représentées. En 1962, le plancton printanier ne diffère de celui de 1960 que par la plus large prédominance de *Temora longicornis* et *Calanus finmarchicus*. L'année 1964, qui comportait des prélèvements distincts en mai et en juin, permet de caractériser le plancton de mai, quant aux Copépodes, par *Calanus hyperboreus* et *Calanus finmarchicus*, tandis que celui de juin est davantage marqué par la très grande abondance relative des *Calanus finmarchicus*. Outre ces quatre espèces, très fortement dominantes au printemps — comme elles le seront d'ailleurs par la suite, mais dans des proportions variables — une seule espèce mérite d'être signalée : il s'agit d'*Eurytemora herdmanni* qui compte pour plus de 5% en nombre des Copépodes de juin 1961.

Le plancton estival présente un profil différent. Certes, à l'exception de *Calanus hyperboreus*, les espèces dominantes du printemps continuent de dominer substantiellement pendant l'été, mais les proportions sont parfois beaucoup moins nettes, le partage se faisant entre plusieurs espèces à la fois, y compris des espèces autrement sous-dominantes ou secondaires. C'est ainsi que nous pouvons constater quelques pullulements d'*Acartia clausi* (août 1960 et 1962, fin de mai 1964), d'*Acartia longiremis* (septembre 1960, août 1961), de *Centropages hamatus* (septembre 1960, août 1964), d'*Oithona* spp. (septembre 1960, juillet 1961) et de *Tortanus discaudatus* (septembre 1961, juillet et août 1962), pullulements qui occupent une certaine place dans l'image globale de la composition des Copépodes. Une autre espèce prend encore plus de relief au cours de l'été — et plus particulièrement aux mois d'août et septembre — : c'est *Metridia longa*.

Le nombre d'espèces abondantes est encore plus restreint à l'automne qu'au printemps. L'automne 1960 est caractérisé par la place considérable occupée par *Metridia longa*. *Pseudocalanus minutus* marque davantage l'automne 1961 ; *Calanus finmarchicus*, l'automne 1962 ; *Calanus finmarchicus* et *Temora longicornis*, conjointement, l'automne 1964. Notons toutefois qu'en 1964, nous n'avions aucun prélèvement rattaché franchement au mois de novembre. Outre les espèces généralement communes, nous avons pu noter, à l'automne 1961, de faibles poussées d'*Acartia longiremis* et d'*Oithona* spp.

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES DE LA COMPOSITION DES COPÉPODES

La composition des Copépodes — exprimée en pourcentages des nombres d'individus — varie non seulement suivant des dimensions temporelles, mais aussi suivant des dimensions spatiales, soit géographiques, soit verticales. Pour en dégager les traits les plus marquants, considérons la figure 4, dans laquelle on compare l'intérieur et l'extérieur de la baie des Chaleurs. Il est alors facile de constater que certaines espèces sont prépondérantes surtout à l'intérieur de la baie des Chaleurs, d'autres, surtout à l'extérieur de la baie. Les proportions de *Temora longicornis* sont, de façon constante, beaucoup plus élevées dans le plancton de la baie que dans celui de l'extérieur de la baie. *Acartia clausi*,

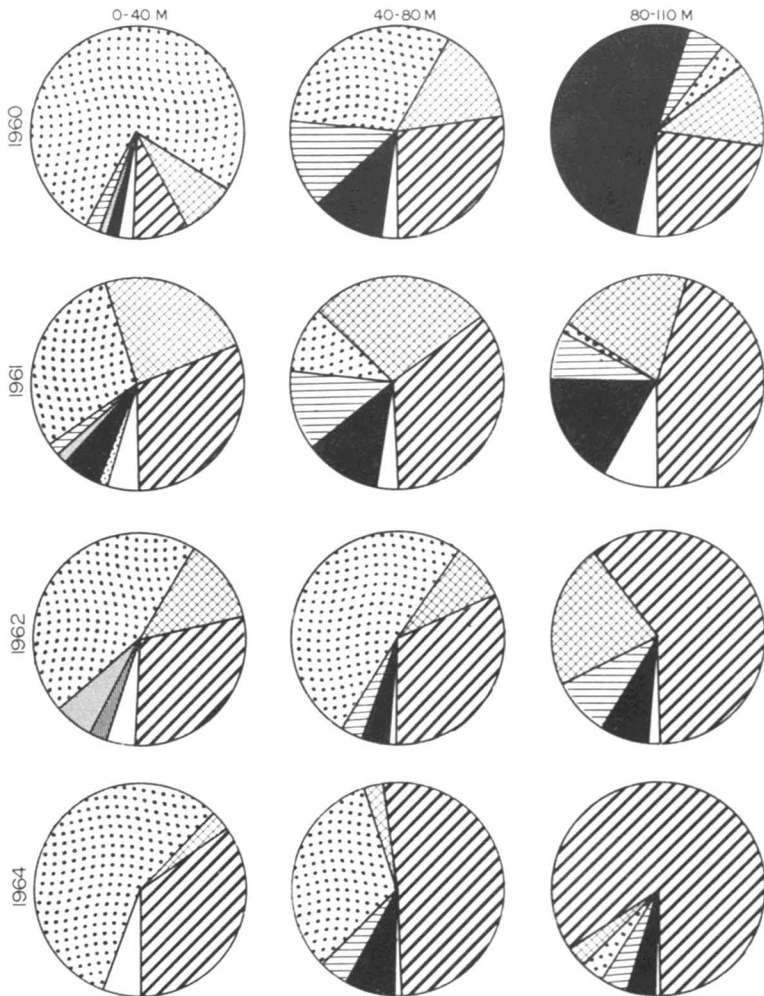


FIGURE 5. Composition des Copépodes (% du nombre total par étage) aux différents étages d'échantillonnage. Même codification que sur la figure 4.

Eurytemora hermani et *Tortanus discaudatus*, qui ne comptent que pour peu de chose à l'extérieur de la baie, prennent une importance relativement grande à l'intérieur de la baie. De même, plusieurs espèces, présentes à l'intérieur de la baie, affichent une plus large prédominance relative aux stations de l'extérieur de la baie : *Calanus finmarchicus*, *Calanus hyperboreus* et *Metridia longa*, pendant les quatre années d'échantillonnage ; *Pseudocalanus minutus*, en 1960 et 1962.

VARIATIONS VERTICALES DE LA COMPOSITION DES COPÉPODES

Sur le plan vertical, la composition des Copépodes présente des variations encore plus nettes que ce n'était le cas sur le plan géographique (figure 5).

Les étages extrêmes (0-40 mètres et 80-110 mètres) sont très fortement caractérisés par la prédominance de quelques espèces. Les espèces proportionnellement plus communes dans les eaux de surface que dans la couche profonde sont *Temora longicornis*, *Acartia clausi*, *Eurytemora herdmani*, *Tortanus discaudatus* et *Centropages hamatus*, soit essentiellement les espèces prédominantes de l'intérieur de la baie. Dans les eaux profondes (80-110 mètres), les espèces les plus caractéristiques sont *Calanus finmarchicus*, *Calanus hyperboreus*, *Metridia longa*, *Pseudocalanus minutus*, *Acartia longiremis* et *Euchaeta norvegica*, espèces dont nous avons, dans plusieurs cas, constaté précédemment la prédominance à l'extérieur de la baie des Chaleurs. Il y a moins de stabilité dans la composition des Copépodes de l'étage intermédiaire (40-80 mètres). On y retrouve, à titre d'espèces communes, tantôt des espèces de l'étage supérieur, tantôt des espèces de l'étage profond. Ainsi une espèce plutôt caractéristique des eaux de surface comme *Temora longicornis* compte-t-elle en 1962 pour plus de 50% des Copépodes de la couche intermédiaire, soit un plus fort pourcentage que celui des eaux de surface pour cette même année 1962. En 1960, *Calanus hyperboreus* représente 13% des Copépodes de la couche intermédiaire alors que cette espèce ne compte que pour 5% des Copépodes de la couche profonde. En 1964, c'est aussi le cas de *Metridia longa*. Dans la couche intermédiaire se mélangent donc les populations des eaux de surface et des eaux profondes. La composition de ses populations varie présumément suivant les conditions qu'on y retrouve, forcément plus instables que celles des eaux profondes, et contrôlées pour une grande part par les variations de la profondeur moyenne de la thermocline.

TABLEAU III

Fluctuations annuelles de *Calanus finmarchicus* (stades 8 à 12), aux différents étages d'échantillonnage, 1960-1964. Exprimées en nombres moyens par mètre cube.

Année	Profondeur en mètres			
	0-40	40-80	80-110	0-110
1960	79.50	108.03	104.21	88.83
1961	152.51	179.94	218.61	179.42
1962	516.95	284.11	305.48	446.43
1964	276.40	369.93	419.18	330.06

Fluctuations de *Calanus finmarchicus* (Gunnerus)

Comme nous venons de le souligner, *Calanus finmarchicus* est l'une des espèces très communes du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs. Sa fréquence

TABLEAU IV

Distribution verticale diurne de *Calanus finmarchicus* aux stations
P 107, P 110, P 112, P 113, P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Stade	Étage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
		1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
8	0-40	18.60	21.18	158.67	28.81	50.84	84.2
	40-80	4.58	19.46	6.35	3.62	8.05	13.3
	80-110	0	4.13	0.62	1.23	1.51	2.5
9	0-40	26.41	69.44	220.91	131.93	110.39	64.2
	40-80	23.95	34.34	51.19	32.90	34.64	20.2
	80-110	0.50	25.00	5.92	67.11	26.81	15.6
10	0-40	20.41	50.46	73.85	98.00	63.72	18.0
	40-80	54.16	92.96	163.80	193.29	130.84	37.0
	80-110	62.29	161.31	178.90	226.01	158.81	44.9
11	0-40	4.98	3.39	6.44	14.33	8.00	5.2
	40-80	22.90	21.83	58.92	124.48	63.51	41.4
	80-110	39.14	53.57	111.40	121.74	81.83	53.4
12 ♀	0-40	0.20	0.10	0.20	1.87	0.72	11.0
	40-80	1.73	1.78	3.23	5.39	3.25	49.7
	80-110	2.01	2.71	3.05	2.56	2.57	39.3
12 ♂	0-40	0.06	0	0.16	0.34	0.16	11.9
	40-80	0.42	0.32	0.51	1.52	0.78	57.8
	80-110	0.29	0.61	0.17	0.54	0.41	30.4

moyenne est très élevée (99.4%) et il y a, par conséquent, peu de variation de fréquence d'une année à l'autre. La densité de cette espèce est cependant soumise à des fluctuations annuelles prononcées (tableau III). Les deux meilleures années de prolifération pour *Calanus finmarchicus* sont les années 1962 et 1964, qui distancent par une bonne marge les années 1960 et 1961. La valeur annuelle moyenne de 1962, eu égard à toute la colonne d'eau, est de 1.3 fois plus élevée que celle de 1964, 2.5 fois plus élevée que celle de 1961 et 5.0 fois plus élevée que celle de 1960. Cette supériorité numérique de 1962 se retrouve dans la couche supérieure et dans la couche intermédiaire. Dans la couche profonde cependant, la valeur moyenne maximale est celle de 1964, 1.4 fois plus élevée que celle de 1962.

De telles fluctuations annuelles avaient déjà été notées par Filteau et Tremblay (1953) à la station Laval 290, au cours des années 1945-1949. Les années 1945, 1946 et 1949 étaient des années de relative abondance, l'année 1948 présentait une certaine pauvreté et l'année 1947, une très grande pauvreté. Filteau et Tremblay avaient établi des liens entre ces fluctuations d'abondance et le réchauffement vernal des eaux superficielles. Selon leurs observations, *Calanus finmarchicus* se reproduit trois fois entre le mois d'avril et la fin de septembre. La première poussée de reproduction est faible et contribue peu à établir l'abondance annuelle de la population. Quand le réchauffement vernal est suffisamment rapide, c'est la deuxième poussée de reproduction qui est la plus intense et détermine le niveau moyen d'abondance annuelle. Cependant, quand le réchauffement vernal des eaux est anormalement lent, c'est la troisième poussée qui devient la plus importante. Le refroidissement automnal et la moins grande abondance de nourriture peuvent alors nuire à la survie de cette génération. L'année de très grande pauvreté observée par Filteau et Tremblay présente ces caractéristiques et nous pourrions quant à nous, expliquer ainsi la faible abondance moyenne que nous avons observée en 1961, mais non la grande pauvreté de 1960. Nous reviendrons sur ce problème, après avoir analysé les variations saisonnières de cette espèce.

DISTRIBUTION VERTICALE DIURNE DE *CALANUS FINMARCHICUS*

Notre méthode d'échantillonnage a permis de prélever convenablement les individus de *Calanus finmarchicus* appartenant aux stades 8 à 12, mais non ceux des stades inférieurs. C'est pourquoi nous ne présentons au tableau IV que la distribution verticale des stades 8 à 12.

On peut le constater, il y a peu d'écart annuels dans la distribution verticale. Les tendances se maintiennent d'une année à l'autre, pour la plupart des stades. Il y a une forte concentration du stade 8 dans les eaux de surface (0-40 mètres). Le stade 9 est nettement en plus grande proportion dans les eaux de surface, mais les deux couches plus profondes en contiennent des

quantités substantielles. Avec le stade 10, nous assistons à un renversement, les eaux de surface ne contenant que 18% des individus de ce stade, ce qui contraste avec les proportions relevées dans les autres couches (37 et 45%). Au stade 11, les quantités sont encore plus faibles dans les eaux de surface (5%), et c'est la couche profonde (80-110 mètres) qui présente la plus forte proportion des individus rapportés à ce stade. Chose à première vue étonnante, les *Calanus finmarchicus* adultes (stade 12), tant mâles que femelles, sont en plus grande proportion dans la couche intermédiaire que dans la couche profonde. Si l'on examine les données d'un peu plus près, l'on remarque que ce type de structure verticale est surtout accentué dans les données de 1964, données dont le détail saisonnier est porté au tableau V. Ce tableau montre les transformations saisonnières de la répartition verticale des femelles, de mai jusqu'à novembre. En mai, il y a une abondance relative d'adultes plus grande dans les eaux de surface que dans les couches intermédiaire et profonde. En juin, ainsi qu'au début de juillet, c'est dans la couche intermédiaire que se trouvent les plus fortes proportions d'adultes. À la fin de juillet, on compte plus d'adultes dans la couche profonde que dans la couche intermédiaire. Il semble bien que se présente là un phénomène de migration verticale saisonnière liée à la reproduction, phénomène plusieurs fois mentionné dans la documentation (pour une revue de cette question, voir Marshall et Orr, 1955). Dans les mois subséquents les deux types de distribution se retrouvent; est-il impensable que le comportement plus pélagique que soulignent les distributions d'août et octobre (26-27) soit lié à des poussées reproductives? Filteau et Tremblay (1953) notent en effet qu'il est possible « que *Calanus* continue lentement à se reproduire en automne ».

TABLEAU V

Répartition verticale mensuelle des femelles adultes de *Calanus finmarchicus* en 1964. Exprimée en nombres par mètre cube et, entre parenthèses, en pourcentages.

Profondeur (mètres)	12-13 mai	17-18 juin	6-7 juil.	27-28 juil.	11-12 août	31 août - 1 sept.	28 sept. - 1 oct.	26-27 oct.
0-40	5.92 (42.9)	0.66 (4.9)	2.56 (15.7)	0.18 (5.7)	0 (0)	0.46 (11.6)	0.58 (12.4)	0.23 (4.1)
40-80	4.78 (34.6)	9.23 (68.9)	8.83 (54.2)	1.18 (37.3)	10.25 (91.1)	1.19 (30.1)	1.70 (36.3)	3.83 (67.7)
80-110	3.10 (22.5)	3.50 (26.1)	4.90 (30.1)	1.80 (57.0)	1.00 (8.9)	2.30 (58.2)	2.40 (51.3)	1.60 (28.3)

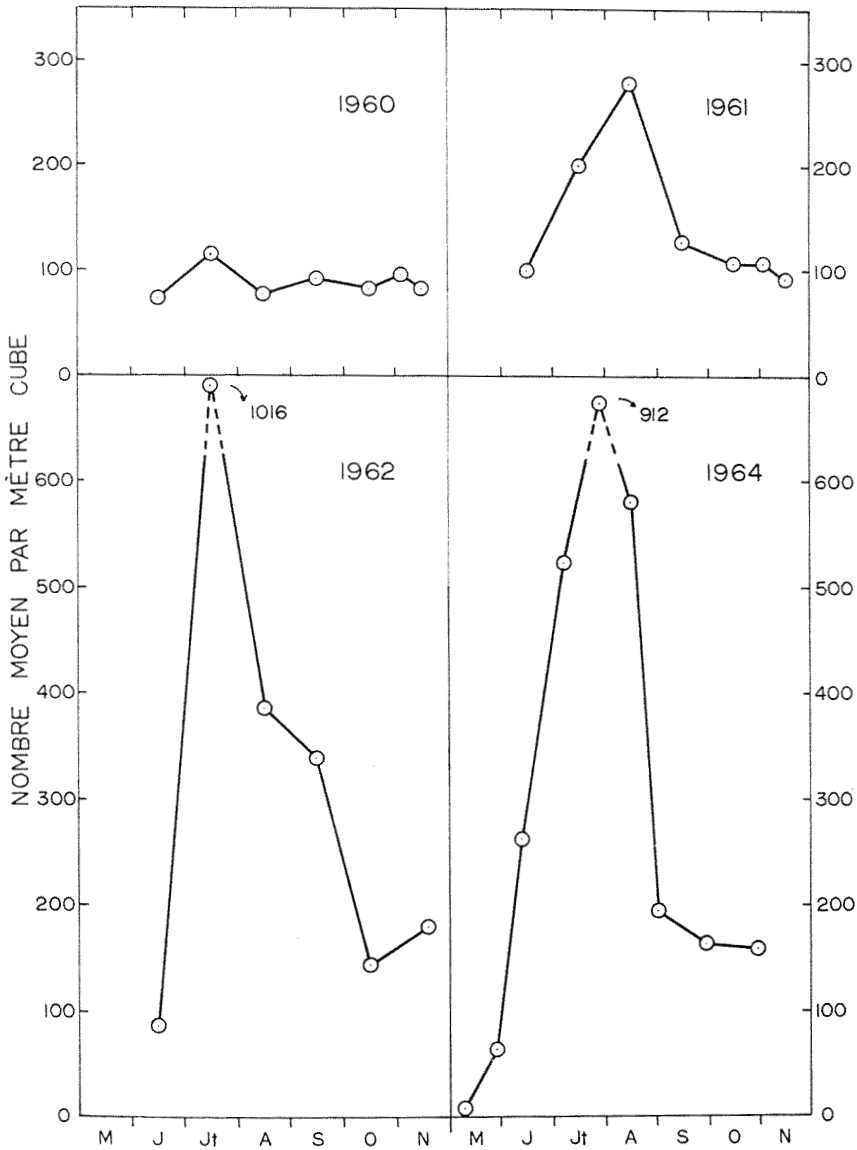


FIGURE 6. Variations saisonnières de *Calanus finmarchicus* (stades 8 à 12), d'après les moyennes mensuelles établies pour toute la colonne d'eau.

VARIATIONS SAISONNIÈRES DE *CALANUS FINMARCHICUS*

Pour l'étude des variations saisonnières de *Calanus finmarchicus*, nous procéderons en deux étapes. Nous considérerons d'abord la situation dans son ensemble, en exposant les variations totales du stock actuel de *Calanus finmarchicus*, indépendamment des étages d'échantillonnage et sans distinction des stades de développement (figure 6), puis nous verrons de quoi sont constituées

les populations aux différents mois de chacune de nos années d'observation, en présentant les fluctuations relatives des différents stades de développement, abstraction faite cependant des nauplii.

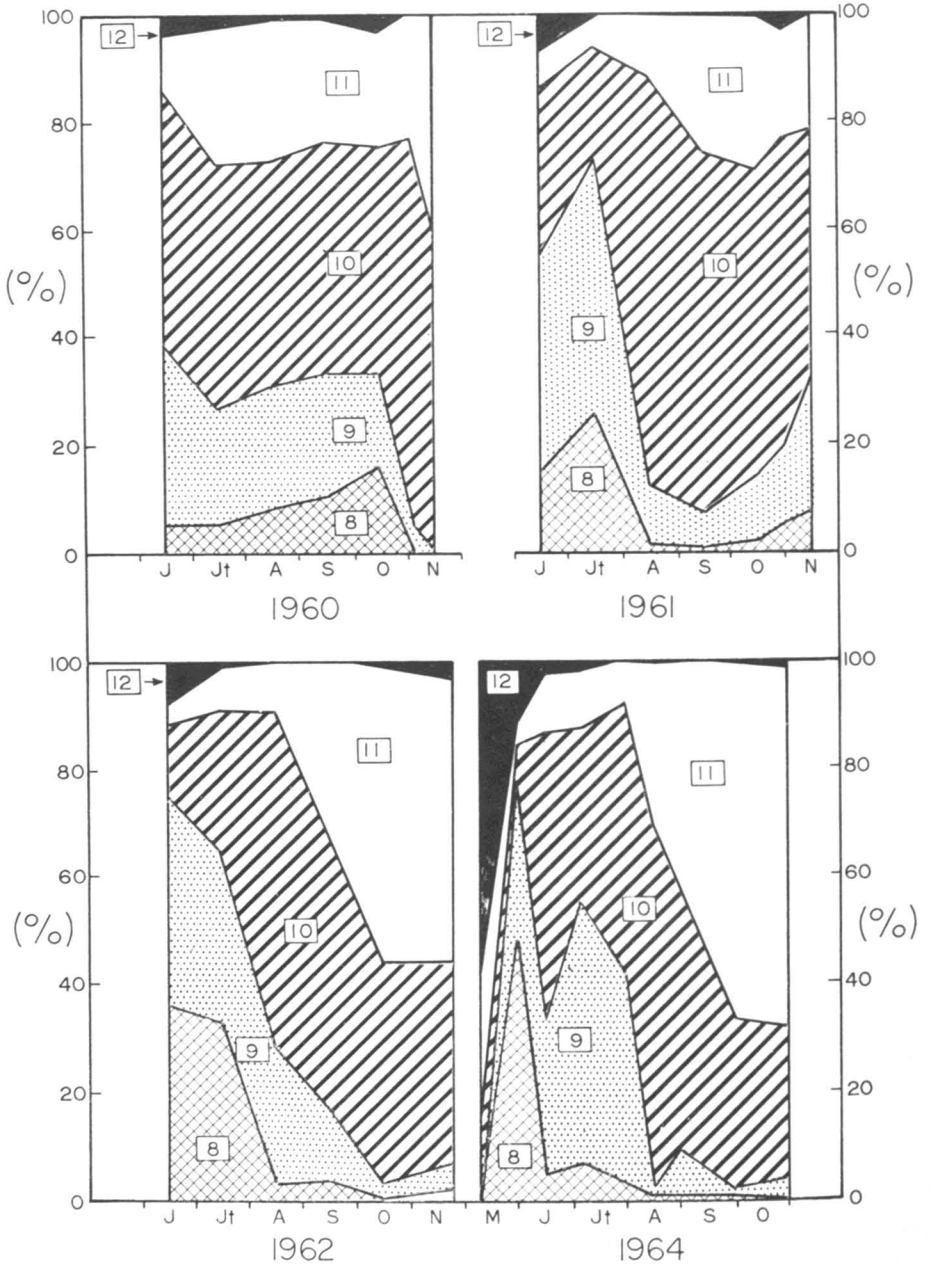


FIGURE 7. Variations annuelles et saisonnières de la composition démographique des populations de *Calanus finmarchicus*. Les chiffres encadrés indiquent le stade de développement (8 à 12).

Les valeurs utilisées pour la description des variations saisonnières fournissent une appréciation probablement correcte des variations saisonnières des copépodites, et plus particulièrement des stades 8 à 12. Mais la signification de ces valeurs en tant que représentations du stock actuel de *Calanus finmarchicus* doit être précisée. Dans ce but, nous avons utilisé une série de données de Filteau pour l'année 1949 (Filteau et Tremblay, 1953), données qui nous permettent d'établir la proportion des copépodites par rapport à tous les individus de la population de *Calanus finmarchicus*, à différents moments de l'année :

1 avril : 100 %	29 juin : 56.0%	11 août : 21.2%
2 mai : 3.6%	8 juillet : 30.0%	18 août : 63.3%
18 mai : 12.6%	15 juillet : 48.7%	23 août : 20.4%
30 mai : 35.1%	22 juillet : 53.3%	31 août : 49.1%
16 juin : 31.7%	26 juillet : 31.8%	8 sept. : 47.1%
20 juin : 44.5%	5 août : 36.3%	12 sept. : 36.8%

Il ressort de cette compilation que la proportion des copépodites varie considérablement dans le temps, par suite évidemment des différentes poussées reproductives et que ces variations sont plus prononcées au printemps lors de la première poussée reproductrice, alors que les populations sont à leur niveau le plus bas. Entre juin et septembre, les copépodites ne constituent que de 20 à 60% — plus fréquemment de 30 à 50% — de tous les *Calanus finmarchicus*. Pour apprécier correctement le stock actuel à tel et tel mois, on devra tenir compte de cette réserve.

La figure 6 illustre donc les fluctuations saisonnières des copépodites de *Calanus finmarchicus*. On constate que les nombres moyens les plus élevés sont obtenus en juillet 1960, 1962 et 1964, mais exceptionnellement, en août 1964. Le sommet de 1960 n'a guère de signification en lui-même, puisque les nombres moyens sont fort peu élevés et assez peu différents pendant toute la saison. Le décalage de juillet vers août observé en 1961 peut être une autre conséquence du décalage dans le réchauffement printanier des eaux (Lacroix et Filteau, 1969). Filteau et Tremblay (*op. cit.*) avaient eux-mêmes observé un tel lien pour l'année 1947, un retard du réchauffement printanier entraînant un retard dans le développement des larves et aussi une survie beaucoup plus faible. On ne saurait cependant, selon ces auteurs, parler de retard dans les poussées reproductives, car ils constatent : « . . . que les eaux s'échauffent plus ou moins rapidement, les poussées de larves surviennent chaque année à peu près aux mêmes dates, mais le succès des premières poussées de reproduction peut être compromis par un retard dans l'échauffement des eaux superficielles ».

Les tendances que montre la courbe de variations saisonnières de 1964 — nos observations les plus étendues dans le temps — correspondent à peu de choses près à celles que Filteau et Tremblay (*op. cit.*) décrivait : une très

faible densité dans la première quinzaine de mai, une faible augmentation dans la deuxième quinzaine de mai, des augmentations substantielles en juin et juillet, puis un déclin assez rapide en août. À compter de septembre, on enregistre une régression très lente. La courbe de 1962, moins élaborée, révèle des tendances générales identiques.

Les 12 et 13 mai 1964, nos échantillons contenaient presque exclusivement des individus des stades 11 et 12 (figure 7) et c'est à la fin de mai seulement que les stades 8 et 9 font leur apparition. Nous pouvons relever deux sommets de *Calanus* 8 (fin de mai et début de juillet) et trois sommets de *Calanus* 9 (fin de mai, juillet et début de septembre). Filteau et Tremblay (*loc. cit.*) ayant établi qu'il y a environ quatre semaines entre la ponte et les premiers copépodites dans les eaux de la Baie-des-Chaleurs, ces sommets de *Calanus finmarchicus* 8 et 9 proviendraient probablement d'une ponte printanière (fin d'avril) et d'une ponte estivale (début de juin). On remarquera qu'en 1964 la ponte printanière semble avoir réussi à fournir un meilleur stock de copépodites que la ponte estivale.

En 1962, les stades 8 et 9 comptent pour une part appréciable des *Calanus finmarchicus* de juin et juillet, mais il est impossible d'y faire la distinction entre la génération printanière et la génération estivale. Une légère inflexion dans la courbe, d'août à septembre, semble indiquer la possibilité d'une ponte en août. En 1961, il apparaît clairement que le sommet relativement élevé de juillet pour les stades 8 et 9 est le résultat d'une ponte estivale. À en juger par la progression des stades 8 et 9, d'octobre à novembre, une deuxième ponte (deuxième ou troisième ?) aurait eu lieu en octobre. En 1960, les stades 8 et 9 constituent, de juin à octobre, une proportion assez constante des *Calanus finmarchicus* ; nous n'observons de valeurs élevées qu'à la mi-juin et une autre tendance, dans cette direction, qui se manifeste faiblement en octobre. Il semble donc que la ponte estivale n'a que peu contribué au stock de copépodites de juillet et août, d'où, à notre avis, la très grande pauvreté en *Calanus finmarchicus* observée en 1960.

Les facteurs dont l'intervention nous semble possible pour compromettre le succès de la ponte estivale, le développement ou la survie des larves qui en sont issues, sont les suivants : 1) une intensité reproductrice moindre en juin ; 2) un rythme de réchauffement printanier des eaux défavorables au développement et à la survie des larves ; 3) des modifications substantielles dans la circulation des eaux ; 4) une plus grande prédation exercée sur les larves ; 5) une plus grande compétition pour la nourriture.

L'activité reproductrice de juin est pour une très grande part liée au nombre de géniteurs présents, et ce nombre est fonction lui-même du succès de

la ponte printanière, ainsi que du développement et de la survie de ses larves. Dans le cas de 1960, cette hypothèse nous semble devoir être exclue pour deux raisons : 1) bien que le nombre de *Calanus finmarchicus* observé en juin soit inférieur à celui de 1964, il ne diffère pas de façon significative de celui de 1962 ; 2) la composition des *Calanus finmarchicus* de juin 1960 indique une proportion de stades 11 et 12 peu différente de celle des autres années.

Nous avons vu qu'un rythme de réchauffement des eaux « anormalement » lent au printemps peut jouer un rôle dans le succès relatif de la reproduction, du développement ou de la survie des larves. En 1960 cependant, le réchauffement printanier fut rapide, si l'on considère l'ensemble de la baie des Chaleurs et de la région des bancs de pêche gaspésiens (Lacroix et Filteau, 1969). Un examen détaillé de la distribution horizontale des températures de surface de juin 1960 nous a amené à constater toutefois que l'effet de ce réchauffement rapide ne s'est pas fait sentir également dans toute la région. Les températures de l'extérieur de la baie et des stations méridionales de l'intérieur de la baie sont en effet élevées, mais il n'en va pas ainsi des températures relevées aux stations septentrionales de la baie. Les écarts entre les températures des stations septentrionales et méridionales sont même très considérables. Il n'est par conséquent pas impensable que de telles conditions aient pu nuire au développement des larves dans cette zone froide du côté nord de la baie des Chaleurs, mais il nous apparaîtrait quand même excessif d'attribuer la pauvreté générale en *Calanus finmarchicus*, à la seule influence directe de ces conditions, puisque tout le sud de la baie et la région des bancs de pêche offraient au même moment des conditions très favorables au développement des larves, soit des températures relativement très élevées.

L'année 1960 est une année d'exceptionnelle prolifération pour certaines espèces planctoniques : le Tunicier *Fritillaria borealis typica*, nous le verrons subséquemment, envahit littéralement la baie en juin 1960, à la faveur sans doute des basses températures du nord de la baie, tandis que le Cnidaire *Aglantha digitale* présente déjà en juin une grande richesse. Nous émettons l'hypothèse que la délicate balance décrite dans les pages antérieures entre les espèces dominantes du début de l'été (*Temora longicornis*, *Pseudocalanus minutus* et *Calanus finmarchicus*) peut avoir été ébranlée par le filtreur *Fritillaria*, compétiteur possible des larves de *Calanus finmarchicus*, et le carnivore *Aglantha*, l'un des prédateurs virtuels de ces mêmes larves.

MÉLANGE DES POPULATIONS DE *CALANUS FINMARCHICUS*

Willey (1919), dans son étude sur les Copépodes du golfe Saint-Laurent, note de grands écarts de taille chez les *Calanus finmarchicus*. Filteau et Tremblay (1953) rapportent, sans pouvoir en fournir une interprétation satisfai-

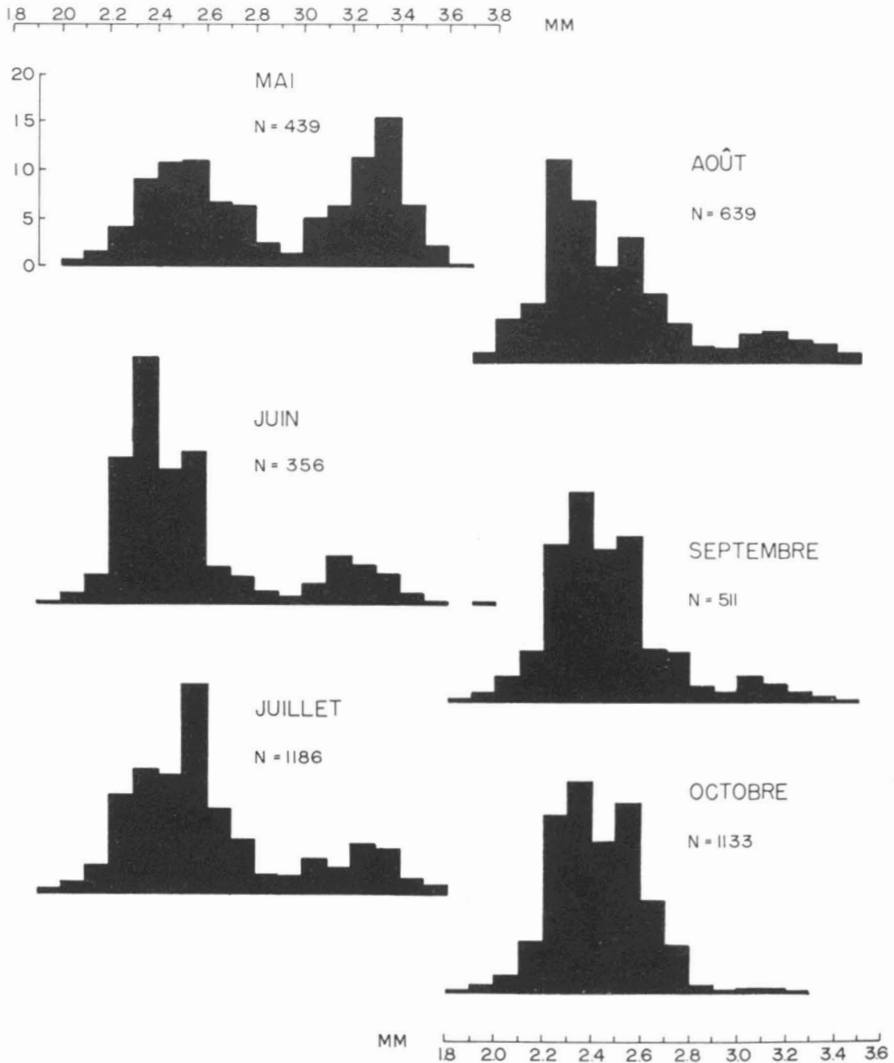


FIGURE 8. Fréquences en pourcentages des longueurs du céphalothorax de *Calanus finmarchicus*, stade 11, en 1964.

sante, une dualité de populations qui s'affiche dès le printemps et peut être retracée pendant toute la saison. Cette dualité serait due au fait que la première poussée printanière de reproduction est en réalité double, les progéniteurs arrivant à maturité en deux groupes différents pour une même espèce. Sans fournir de précision, McLellan (1967) mentionne avoir observé la présence dans la couche d'eau froide du golfe Saint-Laurent de femelles adultes de *Calanus glacialis* Yaschnov, espèce arctique décrite par Yaschnov (1955) qui englobe *grosso modo* les individus de grande taille de *Calanus finmarchicus* maintes fois observés dans les eaux nordiques.

Grainger (1961) attribue à *Calanus finmarchicus sensu stricto* de stade 11 des longueurs céphalothoraciques comprises entre 2.2 et 2.8 mm ; aux femelles adultes, des longueurs céphalothoraciques de 2.4 à 3.2 mm et aux mâles adultes, des longueurs céphalothoraciques de 2.6 à 3.0 mm. Par comparaison, les individus de stade 11 de *Calanus glacialis* ont des longueurs céphalothoraciques comprises entre 2.6 et 3.7 mm ; les femelles adultes, de 3.4 à 4.3 mm et les mâles adultes, de 3.7 à 4.0 mm.

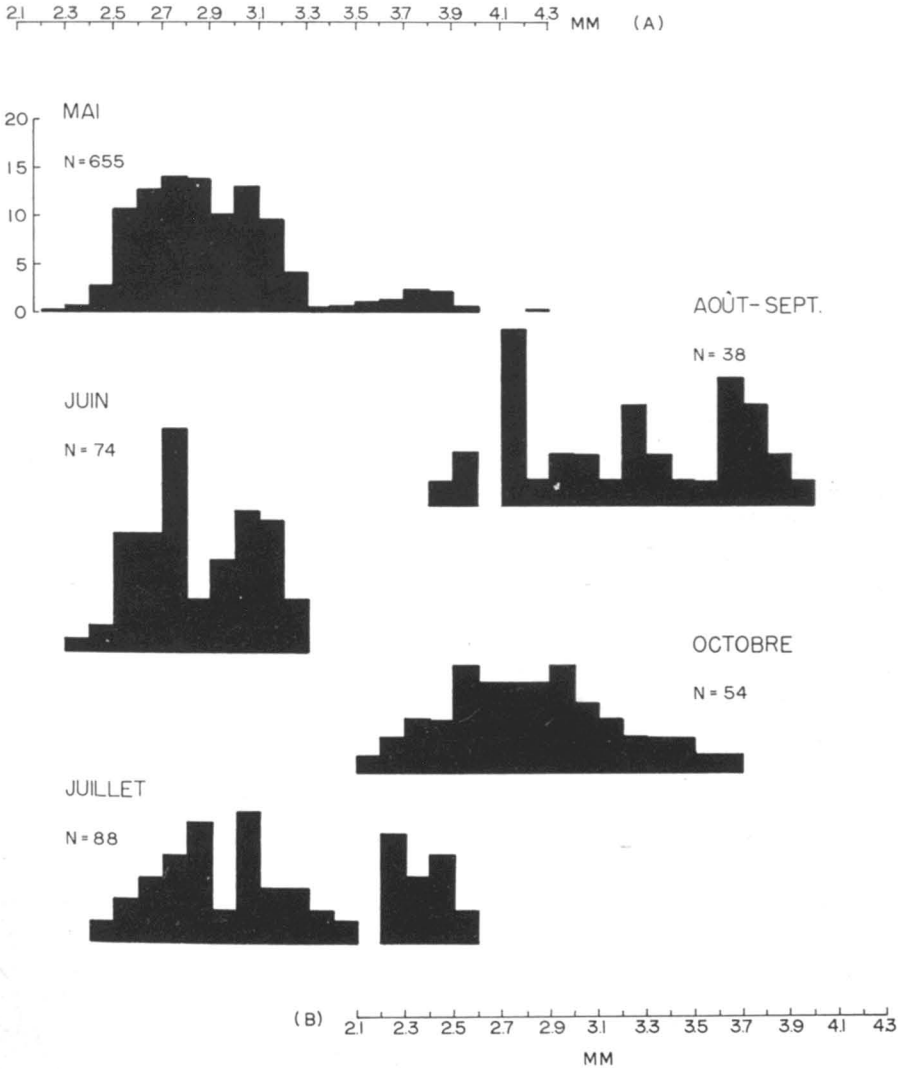


FIGURE 9. Fréquences en pourcentages des longueurs du céphalothorax des femelles adultes de *Calanus finmarchicus*, en 1964. L'échelle « A » s'applique aux mois de mai, juin et juillet ; l'échelle « B » s'applique aux mois d'août, septembre et octobre.

Dans le but d'établir jusqu'à quel point il y a mélange des deux espèces dans les eaux de la Baie-des-Chaleurs, nous avons mesuré, sous une loupe stéréoscopique (1 unité = 0.063 mm), le céphalothorax de quelques 4264 individus de *Calanus finmarchicus sensu lato* appartenant au stade 11, 1272 femelles adultes et 66 mâles adultes.

La figure 8 illustre les distributions de fréquence de longueur des *Calanus finmarchicus sensu lato* de stade 11, de mai à octobre 1964. Ces distributions présentent toutes une structure bimodale, très nette dans le cas de mai, juin, juillet et août et quelque peu diffuse dans le cas de septembre et octobre, alors que les « gros » individus (longueur du céphalothorax de 2.8 mm et plus) sont en nombre très réduit. On peut d'ailleurs observer une régression saisonnière constante en ce qui a trait à ces « gros » individus. Ils représentent 50% du total en mai, 19% en juin, 23% en juillet, 16% en août, 9% en septembre et 2% seulement en octobre. Dans l'ensemble (N = 4264), ces stocks de *Calanus finmarchicus* 11 sont constitués de 83% de « petits » individus, assimilables à *Calanus finmarchicus sensu stricto* et de 17% de « gros » individus, assimilables à *Calanus glacialis*.

Le nombre de femelles adultes de *Calanus finmarchicus* n'est élevé dans nos échantillons qu'au printemps. À cet égard, la distribution de mai 1964 (figure 9) est seule significative, bien que nous puissions observer dans la plupart des autres mois la présence des « petits » et « gros » individus. En prenant 3.4 mm comme limite inférieure du céphalothorax des *Calanus glacialis*, on peut constater que 8% des femelles adultes de *Calanus finmarchicus sensu lato* de mai 1964 peuvent être référées à l'espèce arctique *Calanus glacialis*. En intégrant toutes les données touchant les femelles adultes de 1964 (N = 947), on obtient une proportion de *Calanus glacialis* de 12%, du même ordre de grandeur donc que la proportion obtenue, en 1964, pour l'ensemble des individus appartenant au stade 11.

Les mâles adultes sont en petit nombre durant toute la période d'observation. En 1964, 18% des 207 mâles examinés ont une longueur céphalothoracique supérieure à 3.3 mm et pourraient être attribués à l'espèce *Calanus glacialis*. Assez étrangement cependant, des 115 mâles provenant des échantillons de mai 1964, aucun ne présente une longueur céphalothoracique supérieure à 3.2 mm. En juin, les 16 individus récoltés sont tous inférieurs à 2.0 mm. Les individus attribuables à *Calanus glacialis* ne furent retrouvés qu'en juillet (26 individus sur 41), en août (6 individus sur 9), en septembre (4 individus sur 9) et en octobre (1 individu sur 17).

Au cours des années 1960, 1961 et 1962, notre échantillonnage commençait tardivement en juin et les adultes de *Calanus finmarchicus* sont peu nom-

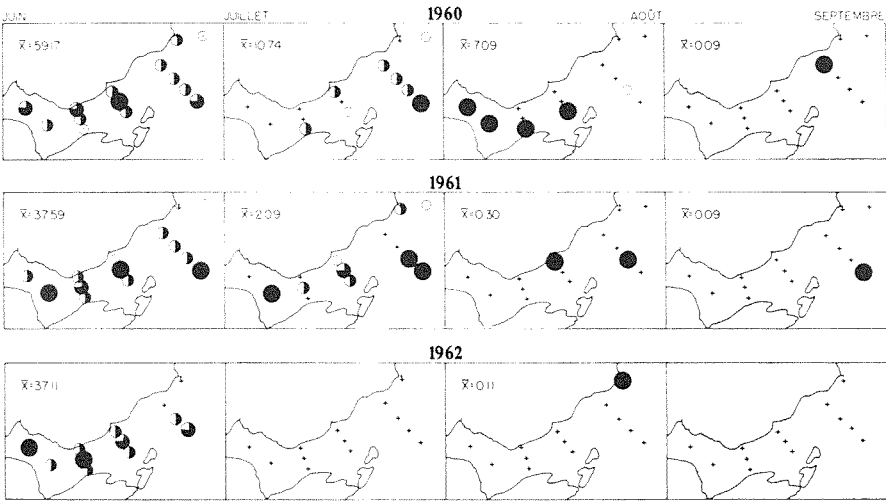


FIGURE 10. Variations géographiques des populations de *Calanus finmarchicus* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Cercle plein : $>2\bar{X}$; cercle plein aux $\frac{3}{4}$: $2\bar{X}$ à \bar{X} ; cercle à demi plein : \bar{X} à $\bar{X}/4$; petit cercle clair $<\bar{X}/4$.

breux dans les échantillons. Des 90 femelles de 1960, 21 appartiendraient à *Calanus glacialis* (23%), si l'on utilise les critères mentionnés précédemment; 10 des 17 mâles (59%) pourraient être attribués à cette espèce. En 1961, 31 des 141 femelles adultes (22%) et 3 des 18 mâles (17%) seraient des *Calanus glacialis*. En 1962, les proportions de *Calanus glacialis* seraient de 13/94 pour les femelles (14%) et 4/24 pour les mâles (17%).

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES DE *CALANUS FINMARCHICUS*

L'examen de la distribution horizontale de *Calanus finmarchicus*, dans la couche de surface, ne démontre aucune tendance constante pendant les différentes années d'échantillonnage (figure 10). Les cartes de 1960 laissent soupçonner une richesse plus grande à l'extérieur de la baie qu'à l'intérieur, au cours des mois de juillet, août et septembre. L'analyse statistique confirme cette tendance, puisque la densité moyenne juin-septembre de l'extérieur de la baie est significativement plus élevée que celle de l'intérieur de la baie (tableau VI). Un examen plus détaillé des cartes de distribution nous montre que l'écart entre l'intérieur et l'extérieur de la baie est surtout considérable en septembre, et qu'il est dû à un appauvrissement très net aux stations occidentales. Les distributions, stade par stade, permettent de constater que ce sont les individus des stades 8 et 9 qui sont impliqués davantage dans cet appauvrissement aux stations occidentales. Les moyennes de septembre à l'intérieur de la baie pour les stades 8 et 9 sont respectivement de 3.4 individus par mètre cube et 19.2 individus par mètre cube, tandis qu'à l'extérieur elles sont franchement plus élevées (38.4

individus par mètre cube pour le stade 8 et 59.7 individus par mètre cube pour le stade 9). Il apparaît donc clairement que la dernière ponte de la saison n'a produit que peu d'accroissement des populations à l'intérieur de la baie, probablement parce que cette ponte ne se produit que dans les eaux plus froides de l'extérieur de la baie et, de plus, que le transport vers l'intérieur est moins considérable à la fin de l'été qu'il ne l'était au début.

Les cartes de 1961 présentent peu de contraste, même si l'analyse statistique permet d'établir une différence significative entre les moyennes juin-septembre de l'intérieur et de l'extérieur de la baie. La densité moyenne, dans la couche de surface, est un peu plus élevée à l'intérieur de la baie qu'à l'extérieur. En 1962 et en 1964, la distribution horizontale et saisonnière dans la couche de surface offre une grande uniformité, confirmée d'ailleurs par l'application du test de Mann-Whitney aux données de l'intérieur et de l'extérieur (tableau VI).

Dans la couche intermédiaire, l'analyse n'a permis de noter aucune différence significative, au niveau de signification choisi, entre l'intérieur et l'extérieur de la baie.

TABLEAU VI

Comparaisons entre la densité moyenne des *Calanus finmarchicus* à l'intérieur de la baie (\bar{D}_i) et leur densité moyenne à l'extérieur de la baie (\bar{D}_e), au moyen d'un test non-paramétrique de Mann-Whitney (U).

La densité est exprimée en nombre par mètre cube.

Profondeur (mètres)		1960	1961	1962	1964
0-40	\bar{D}_i	62.75	187.12	546.45	429.46
	\bar{D}_e	107.02	132.33	525.92	202.80
	U_{ei}	252	296	266.5	126
	P^*	0.029	0.038	0.465	0.480
40-80	\bar{D}_i	140.04	145.40	374.99	385.74
	\bar{D}_e	102.48	237.26	241.65	414.80
	U_{ei}	34	35	29	73
	P^*	0.280	0.110	0.139	0.384

* P significatif pour $P \leq 0.05$

Calanus finmarchicus ne peut donc pas être considérée comme une espèce sténotropique, c'est-à-dire comme une espèce aux limites étroites de distribution, en ce qui a trait à la Baie-des-Chaleurs. Il est cependant remarquable que les écarts entre l'intérieur et l'extérieur de la baie se font sentir pendant les années de faible abondance seulement, 1960 et 1961. Les années 1962 et 1964, années d'abondance et très uniformes dans leur distribution horizontale, sont aussi celles qui offrent le moins de contraste dans les conditions hydro-climatiques.

Fluctuations de *Calanus hyperboreus* Krøyer

Cette espèce est fréquente, puisque nous l'avons récoltée dans 200 des 360 échantillons réguliers (56%) des années 1960 à 1964. Elle est présente dans tous les échantillons de la couche profonde, dans la très grande majorité des échantillons de la couche intermédiaire (81%), mais dans un nombre restreint des échantillons de la couche de surface (35%). Sous le rapport de la fréquence, il y a peu de variations d'une année à l'autre.

Malgré une fréquence générale élevée, la densité de cette espèce n'est cependant pas très grande : la moyenne quadriennale n'est que de 22.3 individus par mètre cube. Les années 1962 et 1964 ont des densités générales inférieures à la moyenne quadriennale (respectivement 15.0 et 17.3 individus par mètre cube), mais celles des années 1960 et 1961 lui sont légèrement supérieures (respectivement 26.8 et 28.3 individus par mètre cube). De telles différences, peu accentuées, indiquent une assez grande stabilité dans la production annuelle.

DISTRIBUTION VERTICALE DE *CALANUS HYPERBOREUS*

Les tendances que présente la répartition verticale de *Calanus hyperboreus*, aux stades 8 à 12, sont très constantes, comme on peut le voir au tableau VII. Les eaux de surface ne renferment en quantités élevées que les individus appartenant aux stades 8 et 9 : 46% des *Calanus hyperboreus* de stade 8 et 20% de ceux de stade 9 se retrouvent dans les eaux de surface. La très grande majorité des individus appartenant au stade 9 proviennent cependant des eaux froides de la couche intermédiaire et de la couche profonde. Il en va ainsi des stades 10, 11 et 12, à toutes fins pratiques absents de la couche de surface. Tous les individus de stade 12 sont des femelles. Nos échantillons ne contenaient aucun mâle, ces derniers n'étant présents que lors de la reproduction ou tout juste avant (Conover, 1965).

Etant donné le caractère nettement arctique de cette espèce, une telle distribution n'a rien d'étonnant, car nos échantillons furent pour la plupart prélevés pendant les mois d'été et d'automne, alors que les eaux sont plus ou moins stratifiées.

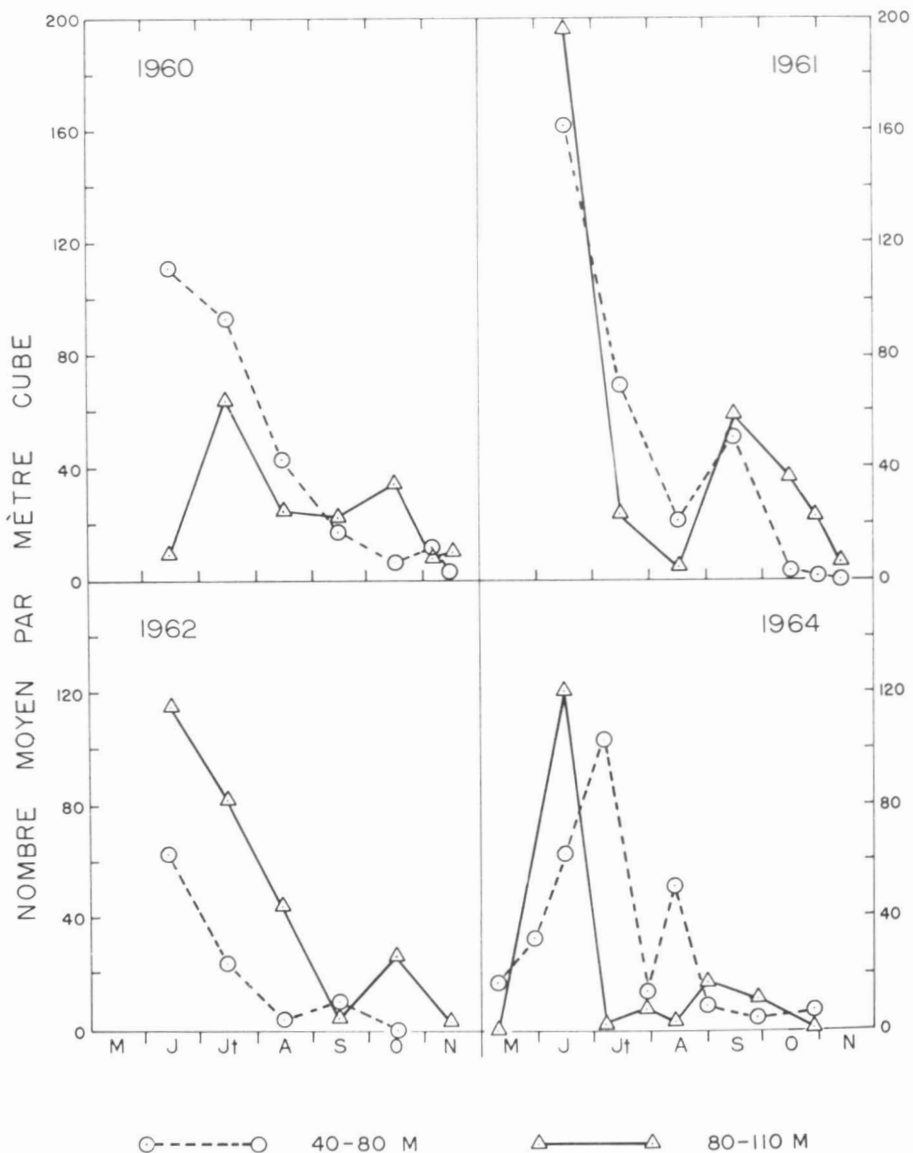


FIGURE 11. Variations saisonnières de *Calanus hyperboreus* (stades 8 à 12), aux étages intermédiaire et profond.

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES DE *CALANUS HYPERBOREUS*

Nous avons illustré sur la figure 11 les variations saisonnières de *Calanus hyperboreus*, dans la couche intermédiaire et dans la couche profonde, qui renferment les plus fortes concentrations de cette espèce. Dans la couche intermédiaire, on peut observer que la valeur maximale est atteinte en juin,

au cours des trois premières années d'échantillonnage, et en juillet, au cours de 1964. En 1961 et en 1964, un deuxième sommet, beaucoup moins élevé que le premier, se manifeste en août (1964) ou en septembre (1961). En 1960 et en 1962, il n'y a, dans les courbes que de légères inflexions en septembre et novembre, mais trop peu marquées pour permettre d'en inférer une recrudescence. Dans la couche profonde, la figure 11 met en relief deux sommets, le premier en juin (1961, 1962, 1964) ou juillet (1960), le second, en septembre (1961, 1964) ou octobre (1960, 1962). Sauf en 1960, le premier de ces sommets excède de beaucoup le second.

La présence de deux sommets, l'un élevé, l'autre relativement faible est-elle la conséquence de deux poussées reproductives ou seulement d'une réduction à la fin de l'été de la pression prédatrice exercée sur les larves de *Calanus hyperboreus*? Il nous faut rappeler ici que nos données ne concernent que les stades 8 à 12, comme c'était le cas pour *Calanus finmarchicus*, et qu'elles ne s'étendent que de mai ou juin à novembre.

Selon Filteau (1951, ms), *Calanus hyperboreus* ne se reproduit qu'une seule fois, en mai. Filteau a toutefois noté en 1949 la possibilité d'une poussée reproductrice antérieure à mai — à la fin de mars ou au début d'avril —, mais il la qualifie de "quasi abortive". D'autre part, le même auteur souligne que la transition entre les jeunes nauplii et les copépodites 4 (stade 10) est d'une durée d'environ six semaines. Conover (1962), de son côté, mentionne un écart d'environ deux mois entre l'oeuf et le copépodite 3 (stade 9) pour du matériel provenant du golfe du Maine.

Dans notre matériel (figure 12), les stades 8 ne sont présents qu'en mai (1964), juin (les quatre années) et juillet (1961). Les larves appartenant au stade 9 le sont jusqu'en août (1962 et 1964), ou jusqu'à l'automne (1960 et 1961). Quant au stade 10, c'est le stade dominant pendant les mois d'été et d'automne. Les seuls éléments notables de ces distributions nous semblent : 1) la reprise apparente du stade 9 en septembre et octobre 1960 ; 2) l'étalement temporel plus grand de la distribution des stades 8 et 9 en 1961. La recrudescence du stade 9 à l'automne 1960 n'est probablement pas liée à une ponte tardive, puisque nous ne retrouvons aucun individu du stade 8 après juin. L'étalement temporel de la distribution des stades 8 et 9 de 1961 est sans aucun doute la conséquence d'un développement plus lent lié aux conditions hydrographiques très particulières de 1961. Il n'y a donc aucune indication précise dans la distribution saisonnière des stades de développement avancés qui soit de nature à nous faire supposer une deuxième période de ponte. Il semble donc qu'on doive admettre sur la foi des données disponibles que les deuxièmes sommets observés dans les courbes de densité sont plutôt l'effet d'une réduction de la pression prédatrice.

TABLEAU VII

Distribution verticale, diurne, de *Calanus hyperboreus* aux stations P 107, P 110, P 112, P 113 et P 123 — mai à novembre 1960-1964.

Stade	Étage (m)	Nombre moyen par mètre cube				1960-1964	
		1960	1961	1962	1964	Moyenne	Pourcentage
8	0-40	1.00	1.76	3.74	4.69	2.95	45.7
	40-80	0.12	1.76	3.51	2.26	1.87	29.0
	80-110	0.11	0.89	6.15	0.20	1.63	25.3
9	0-40	6.81	5.86	5.72	1.31	4.56	20.1
	40-80	15.58	19.40	8.89	5.23	11.72	51.7
	80-110	4.10	9.05	9.15	4.04	6.41	28.2
10	0-40	5.05	0.71	0.16	0.06	1.42	3.1
	40-80	34.38	34.10	8.79	16.77	23.47	51.7
	80-110	19.61	26.60	23.18	13.90	20.49	45.2
11	0-40	0.18	0.02	0	0	0.05	1.1
	40-80	2.36	1.16	1.75	4.84	2.79	62.4
	80-110	0.66	1.13	3.57	1.48	1.63	36.5
12	0-40	0	0	0	0	0	0
	40-80	0.21	0.07	0.96	1.78	0.85	57.8
	80-110	0.09	0.39	1.62	0.54	0.62	42.2
8-12	0-40	13.04	9.89	9.64	6.06	9.33	10.7
	40-80	52.87	69.89	23.90	30.59	43.75	50.2
	80-110	24.59	49.17	45.85	20.16	34.03	39.1

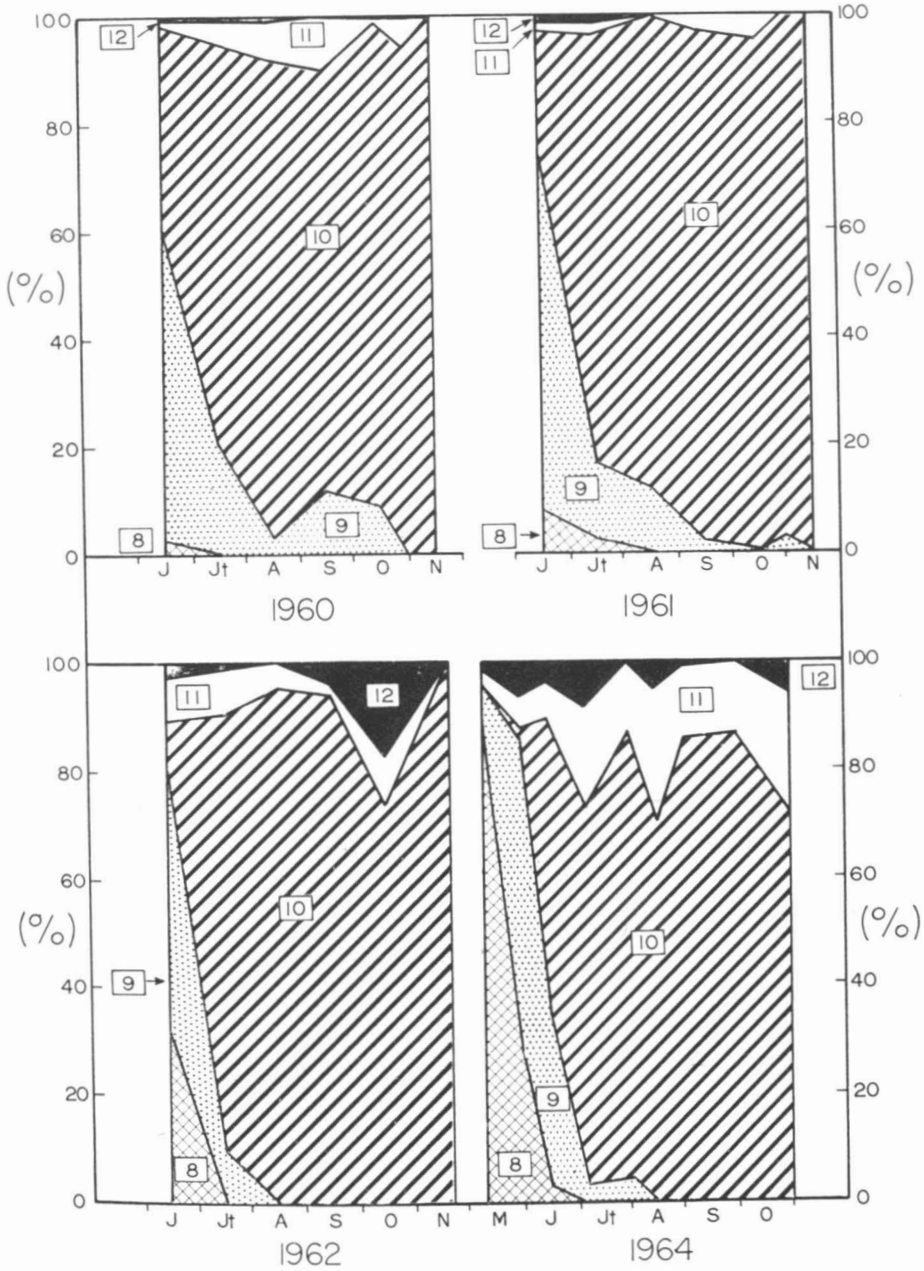


FIGURE 12. Variations annuelles et saisonnières de la composition démographique des populations de *Calanus hyperboreus*. Les chiffres encadrés indiquent le stade de développement (8 à 12).

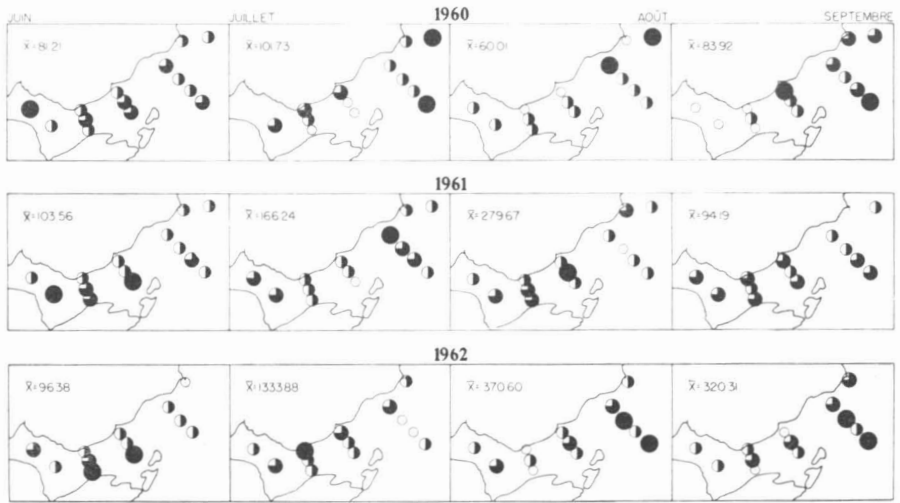


FIGURE 13. Variations géographiques des populations de *Calanus hyperboreus* dans la Baie-des-Chaleurs, en 1960, 1961 et 1962. Même codification que sur la figure 10.

TABEAU VIII

Comparaisons entre la densité moyenne des *Calanus hyperboreus* à l'intérieur de la baie (\bar{D}_i) et leur densité moyenne à l'extérieur de la baie (\bar{D}_e), dans la couche de surface et dans la couche intermédiaire, au moyen d'un test non-paramétrique de Mann-Whitney (U). La densité est exprimée en nombre par mètre cube.

Profondeur (mètres)		1960	1961	1962	1964
(mai-juin) 0-40	\bar{D}_i	73.30	46.00	46.80	5.39
	\bar{D}_e	40.33	27.97	17.73	28.33
	U_{ei}	15	14	7.5	14
	P^*	0.245	0.193	0.193	0.125
40-80 (mai-septembre)	\bar{D}_i	118.28	100.31	54.55	51.67
	\bar{D}_e	31.88	66.68	23.60	25.85
	U_{ei}	12	36	35.5	59
	P^*	<0.010	0.060	0.335	0.120

* P significatif pour $P \leq 0.05$

VARIATIONS GÉOGRAPHIQUES DE *CALANUS HYPERBOREUS*

Comme on peut le constater par la figure 13, *Calanus hyperboreus* est, dans la couche de surface, surtout présente au début de l'été. Au fur et à mesure que progresse la saison, cette espèce disparaît de la couche supérieure. On notera un séjour plus prolongé dans ces eaux de surface en 1960 qu'en 1961, et en 1961 qu'en 1962. Comme nous l'avons mentionné antérieurement, les eaux de surface contiennent surtout des individus de stade 8 et une faible proportion des individus de stade 9. Les cartes de la figure 13 ne montrent aucune distinction nette dans la répartition à l'intérieur et à l'extérieur de la baie des Chaleurs. Les densités moyennes de juin à l'intérieur de la baie sont supérieures à celles de l'extérieur de la baie (tableau VIII), mais ces différences ne se sont pas avérées significatives au niveau de signification de 5%. En 1964, au contraire, la densité moyenne de l'extérieur de la baie était beaucoup plus élevée que celle de l'intérieur de la baie, mais encore une fois il s'agit d'un écart non significatif, dû en grande partie à une valeur individuelle anormalement élevée.

Dans la couche intermédiaire, où les *Calanus hyperboreus* sont en grande abondance pendant toute la saison, les densités moyennes de l'intérieur de la baie sont toujours plus élevées que celles de l'extérieur de la baie, mais cet écart n'a de signification statistique qu'en 1960.

Ces comparaisons ne doivent cependant pas mettre dans l'ombre le fait que la couche profonde (80-110 mètres) est très importante quant aux quantités de *Calanus hyperboreus* qui y vivent pendant le jour et que des profondeurs de cet ordre ne se retrouvent qu'à l'extérieur de la baie.

Conclusion

Notre analyse des stocks actuels de zooplancton de la Baie-des-Chaleurs de 1960 à 1964 se propose surtout de comprendre et d'expliquer les fluctuations annuelles de ce zooplancton. Il est cependant difficile, sinon impossible, de discuter de ces fluctuations sans faire appel à la description détaillée des variations saisonnières et de la distribution spatiale des populations en cause. C'est pourquoi nous avons commencé, avec le présent article, un examen des fluctuations de ces populations, en présentant un aperçu global de la composition du zooplancton et de la composition particulière des Copépodes, ainsi qu'un exposé — le premier d'une série — sur deux espèces de Copépodes, *Calanus finmarchicus* et *Calanus hyperboreus*. La présente conclusion n'est que très partielle, puisque nous présenterons, au terme de la série, une interprétation et des conclusions générales.

Il se dégage nettement des résultats présentés dans les pages précédentes que le zooplancton de la Baie-des-Chaleurs, comme celui de la plupart des

régions tempérées froides, est assez peu varié, dominé par quelques taxons : les Copépodes, les Euphausides, les Hydroméduses, les Chaetognathes, les Cladocères et les Larvacés. La très grande prédominance des Copépodes n'est atténuée que par quelques pullullements épisodiques de Larvacés. D'autre part, l'image globale du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs présente un certain nombre de variantes temporelles et spatiales. Alors que le zooplancton estival est constitué de représentants de la plupart des taxons, le plancton du printemps comme celui de l'automne est d'une grande monotonie faunistique. Sur le plan spatial, nous avons relevé des différences assez nettes : le plancton des eaux superficielles (0-40 mètres) est clairement plus diversifié que celui des eaux plus profondes (40-110 mètres).

Comme le groupe des Copépodes est le plus important par le nombre de ses espèces comme par le nombre de ses individus, nous avons regroupé, quoique sans rigidité, ses espèces en différentes catégories, selon des critères de densité et de fréquence. Cinq espèces ressortent ainsi comme *très communes* (*Calanus finmarchicus*, *Pseudocalanus minutus*, *Temora longicornis*, *Calanus hyperboreus* et *Metridia longa*). Quatre autres espèces, moins fréquentes et moins denses, sont dites *communes* : *Tortanus discaudatus*, *Acartia longiremis*, *Centropages hamatus* et *Oithona similis*. Ces neuf espèces rendent compte à elles seules de la plus grande part des nombres de Copépodes du zooplancton étudié. Les seize autres espèces reconnues au cours de ce travail sont sporadiques : quatre d'entre elles sont dites *secondaires* (*Eurytemora herdmanni*, *Acartia clausi*, *Metridia lucens* et *Euchaeta norvegica*) et douze autres vraiment *rares*.

En se rapportant aux rares travaux antérieurs portant sur le zooplancton de la région, il apparaît que notre groupe d'espèces *très communes* diffère par l'introduction, dans notre liste, de *Metridia longa* et l'absence de *Oithona similis*, espèce fort mal échantillonnée avec nos méthodes de prélèvements. Par ailleurs, il nous fut possible de distinguer quelques assemblages caractéristiques pour chacune des deux régions de notre aire d'échantillonnage, l'intérieur de la baie des Chaleurs étant relativement bien caractérisé par un groupe constitué d'*Acartia clausi*, *Temora longicornis*, *Eurytemora herdmanni* et *Tortanus discaudatus*, tandis que la région des bancs de pêche (extérieur de la baie des Chaleurs) l'est surtout par un groupe constitué de *Calanus finmarchicus*, *Calanus hyperboreus*, *Metridia longa*. De plus, ces deux mêmes groupes caractérisent respectivement les eaux de surface (0-40 mètres) et les eaux profondes (80-110 mètres). Ces groupes ne sont pas constitués d'espèces forcément exclusives à une région ou à une couche d'eau, mais de leur assemblage particulier résultent des patrons distinctifs.

Dans notre premier article sur les fluctuations quantitative du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Lacroix et Filteau, 1969), nous avons fait état de

l'existence de variations annuelles significatives dans les volumes moyens de zooplancton et également de l'existence corrélative de différents régimes saisonniers de fluctuations quantitatives des stocks actuels de zooplancton. En étudiant de près les fluctuations de *Calanus finmarchicus* et de *Calanus hyperboreus*, il nous fut possible de constater que ces deux espèces *très communes* n'étaient pas également en cause dans ces variations du stock actuel. *Calanus finmarchicus* est soumise à des variations très prononcées, tant sur le plan annuel et saisonnier que sur le plan géographique, alors que *Calanus hyperboreus* ne présente que de très faibles variations annuelles et horizontales. La répartition verticale respective de chacune de ces espèces fournit déjà une première explication de cette différence : *Calanus finmarchicus*, à travers ses différents stades copépodites, est beaucoup plus dispersée dans toute la colonne d'eau alors que *Calanus hyperboreus* est presque confinée — et surtout pendant la saison estivale — à la nappe d'eau froide, qui constitue un milieu beaucoup plus stable que les eaux superficielles. *Calanus finmarchicus* est par conséquent beaucoup plus susceptible de subir l'effet des changements des conditions hydroclimatiques et les modifications du milieu biologique qui en découlent, comme les variations dans les populations des compétiteurs et des prédateurs virtuels, par exemple *Fritillaria borealis typica*, un herbivore et *Aglantha digitale*, un carnivore. Nous étayerons davantage cette suggestion au moment où nous aurons étudié les variations des deux organismes mis en cause.

Références

- CONOVER, R. J., 1962. Metabolism and growth in *Calanus hyperboreus* in relation to its life cycle. *Rapp. Proc.-verb. Cons. intern. Expl. Mer*, **153**: 190-197.
- CONOVER, R. J., 1965. Notes on the molting cycle, development of sexual characteristics and sex ratio in *Calanus hyperboreus*. *Crustaceana*, **8** (3) : 308-320.
- FILTEAU, G., 1948. Recherches sur les Copépodes marins de la Baie des Chaleurs. *Rapp. Sta. biol. Saint-Laurent* (Univ. Laval), n° 7 (année 1947), pp. 69-76.
- FILTEAU, G., 1951 ms. Étude écologique des copépodes pélagiques de la baie des Chaleurs. Thèse présentée à l'École des Gradués de l'Université Laval, pp. 1-236.
- FILTEAU, G. et J.-L. TREMBLAY, 1953. Écologie de *Calanus finmarchicus* dans la Baie des Chaleurs. *Naturaliste canadien*, **80** (1-2) : 1-82.
- GRAINGER, E. H., 1961. The Copepods *Calanus glacialis* Jaschnov and *Calanus finmarchicus* (Gunnerus) in Canadian Arctic-Subarctic waters. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **18** (5) : 663-678.
- LACROIX, G. et G. FILTEAU, 1969. Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent) 1. Conditions hydroclimatiques et analyse volumétrique. *Naturaliste canadien*, **96**: 359-397.
- McEWN, G. F., M. W. JOHNSON and R. T. FOLSOM, 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton splitter, based upon test observations. *Arch. Meteor. Geophys. Bioklimat.*, ser. A, **7**: 502-527.

- McLELLAN, D., 1967. The annual cycle of certain calanoid species in West Greenland. *Can. J. Zool.*, **45**: 101-115.
- MARSHALL, S. M. and A. P. ORR, 1955. The biology of a marine Copepod *Calanus finmarchinus* (Gunnerus). Edinburgh: Oliver & Boyd, pp. 1-188.
- SØMME, J. D., 1934. Animal plankton of the Norwegian coast waters and the open sea. *Fiskeridir. Skrifter*, ser. Havunder sok., **4** (9) : 1-163.
- WILLEY, A., 1919. Report on the Copepoda obtained in the Gulf of St. Lawrence and adjacent waters, 1915. *Can. Fish. Exp. 1914-1915*, pp. 173-220.
- YASCHNOV, V. A., 1955. Morphology, distribution and systematics of *Calanus finmarchicus* s.l. *Zool. J. (Acad. Sci. USSR)*, **34** (6) : 1201-1233 (traduction anglaise).

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^{1, 2, 3}

PIERRE BRUNEL

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

Résumé

De 1952 à 1962, on a fait des observations bi-hebdomadaires de température et de salinité à une station-pilote située à l'entrée de la baie des Chaleurs, par 90-100 m de fond, à l'aide de bathythermographes, de thermomètres à renversement et de bouteilles Nansen; nous en soumettons ici une analyse. Est aussi présentée une analyse des observations plus fréquentes faites en 1960-62 sur le vent, l'éclairement et les fluctuations journalières de la température et de la salinité de l'eau à une autre station-pilote de profondeur comparable située près de la première. Les variations saisonnières et annuelles de la stratification thermique, de la salinité et de la température de fond et de la salinité de surface sont décrites d'abord en tant que facteurs écologiques. La température et la salinité de fond étaient relativement homogènes: -0.5 à 1.4°C et 31.71 à 32.70‰ en 1960-62. La thermocline et, moins généralement, la limite supérieure de la couche froide (-1 à $+1^{\circ}\text{C}$) sous-jacente, se sont élevées en juillet 1955, 1956, 1961 et 1962, et un peu plus tard en 1952 et 1954. Les températures de fond ont augmenté graduellement de mai à octobre à chaque année de 1952 à 1962; c'est en 1961 et 1952 qu'elles ont été les plus froides. La salinité de fond a, soit augmenté graduellement de mai à octobre par advection (de la couche profonde ou du courant de Gaspé), soit conservé une certaine stabilité, soit atteint un maximum au milieu de l'été, soit varié considérablement. La salinité et la température de fond ont augmenté simultanément en juillet 1962, et l'une ou l'autre l'ont fait en juin ou juillet d'autres années. Nous avons observé les effets de courants anormalement fort en juillet 1962, au moment où les eaux de surface se refroidissaient de façon notable à Grande-Rivière et sur les bancs de pêche. La vitesse et la direction inhabituelles du vent durant la première moitié de juillet 1962 confirment, avec d'autres observations indépendantes, l'existence de remontées d'eaux profondes, qui ont pu se produire pendant le même mois d'autres

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec, n° 37. Direction des Pêches, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

2. Travaux de Biologie de l'Université de Montréal, n° 82.

3. Part of a Ph.D. dissertation accepted by the Marine Sciences Centre, McGill University, Montreal.

années. Une déviation du courant de Gaspé peut aussi expliquer les fluctuations importantes mais parallèles de salinité dans les eaux de surface et de fond à la station-pilote en 1954, 1955 et 1957.

Abstract

Temperature and salinity observations at a 90-100-metre deep monitoring station in the entrance to Baie des Chaleurs were made at approximately two week intervals from 1952 to 1962, with bathythermographs and reversing thermometers and Nansen bottles. More intensive observations on wind and light, and on 24-hour variations of water temperature and salinity at another nearby monitoring station of comparable depth, are analyzed for 1960-62. Seasonal and annual variations of thermal stratification, bottom salinity and temperature and surface salinity are described, mainly for ecological purposes. Bottom temperatures and salinities were relatively homogeneous: -0.5 to 1.4°C and 31.71 to 32.70‰ in 1960-62. The thermocline and, less generally, the upper limit of the cold sub-thermocline layer rose in July of 1955, 1956, 1961 and 1962, and a little later in 1952 and 1954. Bottom temperature tended to increase gradually from May to October in all years from 1952 to 1962: the coldest temperatures occurred in 1961 and 1952. Bottom salinity either increased gradually from May to October through advection (third layer or Gaspé Current), remained stable, reached a mid-summer maximum, or fluctuated widely. A slight short-term increase of both properties occurred simultaneously in July 1962, and of one or the other in June or July of other years. Effects of unusually strong currents were observed in July 1962, at which time surface waters cooled noticeably at Grande-Rivière and over the fishing banks offshore. Unusual wind speeds and direction in early July 1962 and other data clearly indicate upwelling, which may have occurred in other years in the same month. Lateral displacement of the Gaspé Current may also account for the wide but parallel fluctuations in the salinity of surface and bottom waters at the sampling station in 1954, 1955 and 1957.

Introduction

Since 1951, when the Station biologique du St-Laurent at Grande-Rivière was taken over from Laval University by the Québec Department of Fisheries, several intensive studies have been pursued on the oceanography of waters and fishing grounds located at the entrance to Baie des Chaleurs, in the western Gulf of St. Lawrence. This area is visited in summer by a now well-known stock of the Atlantic cod (*Gadus morhua morhua* L.) which breeds and feeds there on herring, capelin, euphausiids and benthic fauna. All of these animals are, from year to year and season to season, subjected, each in its preferred water layer, to the same complex regime of physical oceanographic properties. To this system I will refer as the Gaspé cod ecosystem. Without drawing for it boundaries which are likely to be very fluctuating,

one may describe it as extending mainly between Miscou Bank, Orphan Bank, American Bank and the southeastern Gaspé coast, from the surface down to depths of about 130 metres (70 fathoms) on the continental shelf (« Magdalen Shallows »).

Among the studies which have been made on this ecosystem, some went on for several years until 1969 and involved comparable observations repeated at more or less regular time intervals (from day-and-night to monthly), on weather, physical oceanography, phytoplankton, zooplankton, hyperbenthos, cod populations and cod feeding. The most extensive of these series is that of daily temperature measurements of the surface water at the Grande-Rivière wharf, compiled by Marcotte (1964b) and analyzed by Lauzier & Marcotte (1965). Another series of weekly or bimonthly observations on physical oceanography at two 90-119-metre deep monitoring stations off Grande-Rivière lasted from 1952 until 1962 and supplied most of the data for the present paper. These observations were collected by the late Robert Raymond, Marcel Poirier, and the author, and partly compiled by Boudreault (1967b), who also described their average distribution (Boudreault, 1967c).

The chief purpose of this work is, rather than to contribute to physical oceanography as such, to provide background information on environmental factors influencing the Gaspé cod ecosystem, during years when biological data were collected, often nearly at the same time and place. A description is given of the annual and seasonal variations of the temperature stratification characterizing the two main water layers influencing the Gaspé cod ecosystem, and of the salinity of these layers. Some attempt is made to interpret the observed trends, especially in the years 1960-62, when more intensive studies were made simultaneously on weather (present paper), zooplankton (Lacroix, 1968 ; Lacroix & Filteau, 1969), benthos and cod feeding (Brunel, 1968 and forthcoming papers in the present series) and fish (Brunel, *op. cit.*, and Marcotte, 1961, 1962, 1963).

Three water layers occur in the Gulf of St. Lawrence, as described by Lauzier, Trites & Hachey (1957), Lauzier & Bailey (1957) and Lauzier & Trites (1958). They are (a) the surface layer of coastal waters, warm (± 7 to 20°C) in summer, very cold (-1.5°C) in winter and of low salinity (25–31‰ away from estuaries), which extends from the surface down to a depth of about 50 metres and includes a sharp (drop of 1°C per metre of depth) thermocline ; (b) the intermediate layer, very cold (-1.5 to $\pm 7^{\circ}\text{C}$, but typically at about 0°C the year round) and saltier (31–33‰), occupying depths between about 50 and 100 metres ; and (c) the deep layer, warmer (0 to 5°C) and saltier (33–35‰), occupying the greatest depths (100 to 500 metres) of the Laurentian channel.

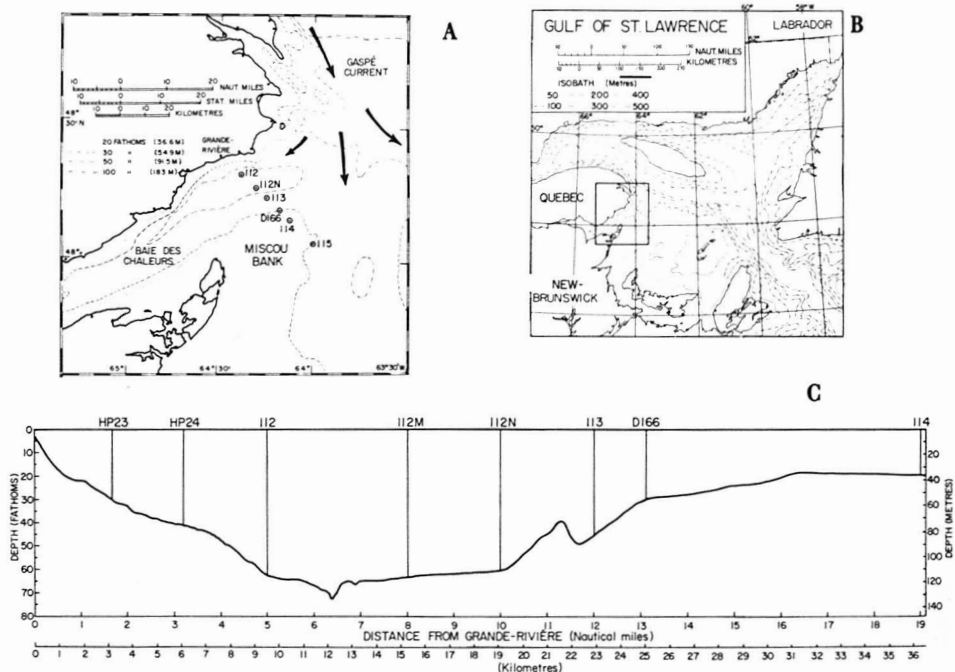


FIGURE 1. Position of hydrographic stations of the Station de Biologie marine used in the present work. (A) Geographic position along the Grande-Rivière—Miscou Bank transect crossing the entrance of Baie des Chaleurs. (B) Location of area A in the Gulf of St. Lawrence. (C) Bathymetric position of the stations along a profile of the transect.

The intermediate layer is also called the « subthermocline zone (or duct) » by Tully & Giovando (1963), who describe it as occupying the same depths in the North Pacific.

Equipment and methods

From 1952 to 1962, a bathythermogram was recorded and temperature and salinity observations at the standard depths of 0, 10, 20, 30, 50, 75 and 100 metres were made at monitoring station 112, located (fig. 1A) at $48^{\circ} 20' 38''$ N, $64^{\circ} 22' 15''$ W, 9.2 km (5 nautical miles) southeast of Grande-Rivière. This locality is in the lower part of the northern coastal slope of Baie des Chaleurs (fig. 1C). Soundings there varied from 90 to 100 m during the period under study.

From 1960 to 1962 a new monitoring station was added farther offshore in connection with my research on cod feeding and vertical migrations. This is sta. D112N, located (fig. 1A) at $48^{\circ} 17' 15''$ N, $64^{\circ} 19' 00''$ W, 16 km (10 nautical miles) to the southeast of Grande-Rivière, along a transect of four stations (112-115) extending from Grande-Rivière to Miscou Bank and

used regularly for various oceanographic and biological samplings since 1952 and even earlier. This station was selected because of its location (fig. 1C) on a vast muddy plateau occupying the middle of the entrance to Baie des Chaleurs. This was designed to ensure uniformity of depth (106-119 m, or 58-65 fath.) and physical oceanographic properties in the lower half of the water column, occupied by the cold intermediate layer.

Station D112N was occupied twice a month in 1960-62, for 24 hours at a time. Physical oceanographic observations were made at 4-hour intervals, at 09:00, 13:00, 17:00, 21:00 and 01:00 (plus 05.00 h. in 1960), Atlantic Standard Time. Each set of observations included a bathythermogram and surface temperature reading, and, beginning on 11-12 July 1961, bottom salinity and temperature measurements. The other work did not leave enough time to determine temperature and salinity at standard depths in midwater.

Temperatures were read on a reversing thermometer and water samples taken with Nansen reversing bottles. From 1952 to 1959, chlorinity was determined by titration with silver nitrate and converted to salinity with the Knudsen tables. From 1960 to 1962, salinity was determined in the laboratory with a portable conductivity meter (No. CDM2, Radiometer Instruments, Copenhagen). The bathythermograms taken at sta. 112 in 1959 gave erratic results, which may have been due to calibration problems: for that year, I have therefore omitted from the present paper the BT data, as well as the very scanty salinity data (Boudreault, 1967b). Difficulties in adjusting accurately the bathythermogram trace to the surface line of the reading grid may have introduced minor inaccuracies in 1960. The reversing thermometer readings of bottom temperature at sta. D112N removed these difficulties in 1961-62.

Boudreault (1966 and pers. comm.) believes that physical oceanographic properties of the cold layer are more typical and easily followed on a seasonal basis at sta. D112N than at sta. 112 because the former station is located in the core and maximum thickness of this layer as it penetrates into Baie des Chaleurs. It is also less subjected to extreme coastal effects such as upwelling or other disturbances of water stratification. This difference between the two monitoring stations must therefore be borne in mind before interpreting the data.

Also shown on the Grande-Rivière — Miscou Bank transect (fig. 1C) are other hydrographic stations (113 and 114) of the Station de Biologie marine, a third monitoring station (112M) used since 1968 by Poirier, Granger, Weinstein & Brunel (1969) and other stations (HP23, HP24) occupied regularly in 1968 by these workers, and a shallower 24-hour station

TABLE I
Observations on weather and waves at the sea surface
made before each trawl haul at stations D112N and D166 in 1960-62

Hour	Cloud cover ¹						Sunshine (S) or moonlight (M)						Sea disturbance ²						Fog (F) or rain (R)					
	05	09	13	17	21	01	05	09	13	17	21	01	05	09	13	17	21	01	05	09	13	17	21	01
19-20 May	0	0	0	0	0	—	S	S	S	S	0	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4 June	10	10	10	10	10	—	0	0	0	0	0	M	2	2	0	1	1	1	F	F	F	F	F	0
21-22 June	8	9	2	5	1	—	S	0	S	S	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6-7 July	1	1	8	6	3	—	S	S	0	S	M	M	2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
25-26 July	1	0	1	1	1	0	S	S	S	S	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20 August	1	2	0	1	—	0	S	S	S	S	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
29-30 August	2	8	8	9	—	—	S	S	S	S	0	0	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0
5-6 June	—	8	8	8	9	—	—	S	S	S	0	0	—	1	0	0	0	1	—	0	0	0	0	F
27-28 June	—	10	8	9	10	—	—	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	—	F	R	0	F	F
11-12 July	—	9	1	—	6	—	—	S	S	S	0	0	—	1	1	1	1	1	—	0	0	0	0	0
25 July	—	10	9	9	—	—	—	0	0	0	—	—	—	3	3	3	—	—	—	0	0	0	—	—
14-15 August	—	1	9	9	1	0	—	S	0	0	0	0	—	3	3	3	1	3	—	0	0	0	0	0
25-26 August	—	10	10	10	9	5	—	0	0	0	M	M	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0
5-6 September (D166)	—	2	10	1	10	0	—	S	0	S	0	0	—	0	0	0	0	1	—	0	F	0	F	0
8-9 September	—	5	1	1	1	1	—	S	S	S	0	0	—	1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	0
25-26 September	—	10	10	10	10	10	—	0	0	0	0	0	—	2	2	0	0	0	—	0	F	F	F	F
12 October	—	7	1	7	1	—	—	S	S	S	0	—	—	2	2	2	0	—	—	0	0	0	0	0
4 May	—	—	—	10	10	—	—	—	—	0	0	—	—	—	—	0	0	—	—	—	—	R	R	—
22-23 May	—	9	1	1	9	—	—	S	S	S	0	0	—	3	3	3	2	2	—	0	0	0	0	0
1-2 June	—	10	10	10	10	10	—	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	—	0	R	0	0	R
3-4 July	—	9	4	8	8	10	—	0	S	S	M	0	—	2	2	1	2	3	—	R	0	0	0	R
16 July	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	M	—	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	0	—
17-18 July	—	1	2	9	9	—	—	S	S	0	0	0	—	0	1	1	0	1	—	0	0	R	0	0

¹ Maximum: 10. A cloud cover of 0 or 1 at night (01: h) refers to a starry sky.

² Verry approximate estimates according to the Sea Disturbance Scale of mean wave height:

0: calm; 1: 0.15 m ripples; 2: 0.3-0.75 m wavelets; 3: 1.5 m waves, or swell.

³ Full moon, and moon eclipse at about 22:30 h.

⁴ Sunset at 17:18 h.

— No data (either not noted or impossible to obtain)

(D166) occupied in 1961 and referred to in a forthcoming paper of the present series.

Weather and light

WEATHER

Some information on meteorological conditions in 1960-62 is presented in this section. It is limited to two features which have a direct bearing on two physical factors likely to affect cod vertical migrations: wind, which is well known – and shown in the present work – to influence currents and hence physical oceanographic properties, and cloud cover, which has an effect on the amount of light available at the sea surface, and hence on the sea bottom.

In 1960-62, qualitative weather observations were made on board the research vessel as sampling went on at sta. D112N. Four types of observations were made which were likely to affect undersea light. These are cloud cover, the occurrence of sunshine or moonlight, fog or rain, and the extent of disturbance of the sea surface by waves. The results of these shipboard observations are presented in table I, cloud cover and sea disturbance being represented by code numbers on scales ranging from 0 to 10, which are in conventional use by meteorologists and mariners.

Daily meteorological observations and recordings have been made since 1952 at the Station de Biologie marine, Grande-Rivière, at 16 km (10 nautical miles) to the northwest of sta. D112N. These have included twice daily estimates of cloud cover since the beginning, and anemometer recordings of wind speed and direction started before 1960. Monthly values for wind speed and direction are presented in tables II and III for the three years under special study, 1960-62.

Well-defined wind patterns are evident from these tables, the patterns for 1960 and 1961 being rather similar, and different from that of 1962. In the former two years, the wind blew most of the time from two directions, northwest and southwest. Some northeast winds occurred, but generally not in the summer months. High wind speeds were more frequent in 1960 than in 1961; 1961 saw more fog, on the other hand (table I). In 1962, the wind still blew from the northwest much of the time, but not in the summer months, and the other prevailing direction had shifted from southwest to west, mostly in late summer and fall. Specially noteworthy is the northeast prevailing wind direction in July 1962: examination of the records showed that almost all of these winds, which were at the same time unusually strong, blew fairly continuously during the first half of the month only. Wind speeds were higher in 1962 than in 1961, much of these strong winds blowing from the northeast.

TABLE II

Monthly mean wind speed (miles per hour) from each of eight directions recorded with an anemograph at Grande-Rivière in 1960-62

Year	Dir.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1960	NW	12.1	7.4	10.3	10.2	—	—	(10.9)	8.4	10.0	11.8	—	—
	N	9.4	9.4	10.5	7.1	—	—	(7.1)	5.8	6.7	5.8	—	—
	NE	15.9	15.7	17.3	8.7	—	—	(8.1)	5.8	7.1	5.4	—	—
	E	12.0	15.9	11.2	5.5	—	—	(10.3)	8.5	10.8	8.5	—	—
	SE	8.2	10.9	8.2	5.6	—	—	(11.6)	5.8	8.5	11.7	—	—
	S	9.9	11.3	6.5	16.6	—	—	(13.3)	11.0	7.8	12.3	—	—
	SW	9.3	7.4	13.6	11.2	—	—	(11.3)	10.9	11.5	15.9	—	—
1961	W	3.7	6.0	10.0	12.8	—	—	(4.7)	5.3	7.3	9.2	—	—
1962	NW	—	—	(12.9)	8.9	9.3	9.7	7.3	6.9	7.4	8.6	?	?
	N	—	—	(8.0)	9.5	5.9	5.6	6.3	5.6	7.5	7.1	?	?
	NE	—	—	(11.6)	16.2	11.2	5.9	5.9	10.3	6.4	11.5	?	?
	E	—	—	(7.2)	5.9	10.1	10.1	7.7	8.9	7.8	8.7	?	?
	SE	—	—	(5.4)	3.8	8.4	5.0	4.8	4.7	7.7	6.9	?	?
	S	—	—	(6.0)	3.8	8.6	7.6	7.9	7.2	8.3	5.1	?	?
	SW	—	—	(8.7)	4.8	9.9	9.2	9.9	11.2	11.6	11.7	?	?
1963	W	—	—	(4.7)	3.7	7.8	6.3	4.7	6.4	6.9	7.4	?	?
1964	NW	12.8	10.1	11.3	8.7	10.9	7.2	6.9	6.0	6.5	9.5	9.5	10.9
	N	8.7	9.8	14.8	11.4	8.7	7.7	10.4	9.0	8.0	10.8	12.8	8.9
	NE	13.4	10.5	17.8	13.3	6.4	9.7	13.8	11.9	13.0	14.1	15.9	14.0
	E	21.3	10.7	6.8	11.8	7.7	7.2	8.1	7.7	15.1	15.3	12.0	20.8
	SE	8.4	4.6	5.4	4.4	6.2	5.9	3.6	4.0	4.0	8.0	0	0
	S	17.1	9.5	5.1	8.4	6.9	5.9	4.2	3.0	1.0	3.0	0	0
	SW	17.9	8.9	6.5	12.4	6.9	8.3	9.1	3.5	5.8	3.4	0	0
1965	W	15.9	9.2	8.5	7.6	6.1	5.9	7.9	7.5	11.0	12.2	10.0	14.8

-- No data because of an anemograph failure

— Data for less than 15 days only

() Second half of the month only

Bold face > 10.0 mi./h

TABLE III

Prevailing wind directions at Grande-Rivière in 1960-62, as given by the cumulative monthly number of miles of wind recorded with an anemograph from each of eight directions

Year	Dir.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1 9 6 0	NW	4770	999	2142	1179	--	--	(534)	1922	2757	3258	--	--
	N	1082	425	1123	229	--	--	(135)	216	270	151	--	--
	NE	2904	4405	3015	496	--	--	(277)	187	475	92	--	--
	E	48	716	192	138	--	--	(185)	291	530	94	--	--
	SE	107	919	263	296	--	--	(174)	217	366	141	--	--
	S	219	712	112	320	--	--	(372)	253	205	396	--	--
	SW	112	319	643	975	--	--	(1130)	1777	1703	1485	--	--
W	15	18	53	781	--	--	(118)	188	369	574	--	--	
1 9 6 1	NW	--	--	2374	1204	1315	1418	1002	1187	1387	1518	?	?
	N	--	--	(178)	237	141	196	308	214	262	291	?	?
	NE	--	--	1075	4582	1725	677	491	1035	670	1774	?	?
	E	--	--	(372)	220	606	817	778	589	631	384	?	?
	SE	--	--	(136)	169	581	378	316	147	410	207	?	?
	S	--	--	(42)	60	334	237	126	201	208	36	?	?
	SW	--	--	(450)	284	1717	1680	2184	2411	1843	1586	?	?
W	--	--	(89)	125	210	291	255	401	422	445	?	?	
1 9 6 2	NW	2487	1935	2427	1470	1860	868	458	693	620	1489	1839	2357
	N	555	1920	3438	1272	750	604	959	908	713	1562	2461	1055
	NE	294	568	2255	1434	307	688	2726	763	1206	1027	1333	894
	E	319	320	205	983	996	883	989	748	1930	1175	505	1647
	SE	67	88	87	120	335	107	65	28	4	8	0	0
	S	411	352	149	329	413	88	83	12	1	3	0	0
	SW	1571	383	298	1031	612	695	521	91	23	24	12	0
W	4757	903	348	739	564	579	662	1915	2223	2413	1607	3465	

-- No data because of an anemograph failure

— Data for less than 15 days only

() Second half of the month only

Bold face > 10.0 mi./h

LIGHT

Before presenting data on light in the study area, it is pertinent to obtain first an idea of the amount of light available to and likely to be perceived by cod at the maximum depth of 119 metres (65 fath.) found at sta. D112N. Nicol (1963) expresses the opinion that the fish "eye is so sensitive that in coastal waters, having absorption coefficients of around 0.13, a fish at 100 m can still perceive objects from sunrise to sunset on the darkest winter day (region of Plymouth)". Measurements of water transparency in the area of sta. D112N were obtained with a Secchi disk by Lacroix (pers. comm.) between 19 June and 2 Sept. 1959, and found to range from 6 to 12 metres. Converting these values by the approximate formula of Poole & Atkins (1929), $k = 1.7/D$ (where k is the extinction coefficient of light in sea water, and D is the maximum depth of visibility of the Secchi disk in metres), values of k ranging from 0.14 to 0.28 are obtained. From the formula $K = 2.3 (\log p_1 - \log p_2)d$ (where p_1 and p_2 are the percentage illuminations at two points differing in depth by d metres) given by Nicol (1960), it is found that light at a depth of 110 metres would represent about 0.0005% of that received at the surface, given the clearest water with $k = 0.14$. This figure would decrease rapidly to a very much smaller fraction of surface light with more turbid water. Plotting this rate of extinction on the light penetration into the sea given by Clarke & Denton (1962, fig. 1), and assuming with Woodhead (1966) that demersal fish can probably see with a light intensity of 10^{-8} uW/cm², it may reasonably be supposed that even moonlight can be detected by cod near the bottom at sta. D112N, when the transparency of sea water is highest.

This means that under optimal conditions the effective photoperiod might extend between nautical twilight times, which roughly give the same illumination (0.1 Lux) as a full moon (Craig & Craig, 1965). However, the light intensity necessary to elicit a particular response from the fish may be much higher. Blaxter, Parrish & Dickson (1964), for instance, found a light intensity of 1.0–1.0 Lux to be necessary for the herding effect of a trawl on various fish, including cod, to take place. This requires a light intensity of $10^4 - 10^5$ Lux (or .14–.43 cal-g/cm₂/min. at the surface), values which may often not be available in the area, on overcast days or in the autumn, or which are available during a limited part of sunlit days, according to local pyranometer measurements (table IV) and the general data given by Craig & Craig (1965).

It is of course impossible here, with the available information, to do more than point out the very wide range of light intensities within which cod may be influenced, down to the greatest depth under study, 119 metres (65 fath.). The selected data of this section are thus given to help interpretation which

TABLE IV

Monthly distribution of mean incident solar radiation at Grande-Rivière in 1963
(in g-cal./cm²/min.) (after Boudreault, 1964)

Hour	Jan.	Feb.	Mar	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05	—	—	—	—	—	.08	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	.01	.05	.06	.03	.02	—	—	—	—
07	—	—	.02	.11	.27	.23	.15	.14	.07	.02	—	—
08	—	.02	.16	.03	.45	.52	.30	.32	.22	.11	.02	—
09	.04	.13	.36	.44	.63	.66	.46	.47	.39	.30	.08	.05
10	.15	.29	.54	.58	.76	.87	.57	.59	.55	.40	.18	.16
11	.25	.42	.67	.70	.86	1.09	.70	.71	.63	.48	.05	.29
12	.31	.50	.76	.72	.96	1.05	.82	.73	.63	.55	.31	.35
13	.33	.55	.79	.71	1.00	1.10	.86	.72	.70	.57	.57	.36
14	.31	.53	.75	.69	.92	1.03	.84	.70	.65	.50	.05	.33
15	.21	.42	.62	.64	.79	.89	.69	.62	.57	.39	.17	.22
16	.12	.29	.46	.50	.63	.71	.54	.53	.45	.05	.08	.10
17	.03	.13	.28	.36	.47	.55	.42	.41	.30	.10	.02	.01
18	—	.02	.09	.18	.32	.37	.27	.23	.12	.01	—	—
19	—	—	—	.05	.15	.19	.13	.08	.02	—	—	—
20	—	—	—	—	.03	.05	.04	.01	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Atlantic standard time.

further knowledge may make possible, however limited is the use to which they can be put in my research.

No light measurements were taken in 1960-62 either at the sea surface or near the bottom, either at sta. D112N or at the Station de Biologie marine. Information on light as an ecological factor in the present study must therefore be obtained from the qualitative weather observations made on board the vessel while sampling went on (table I), and from the quantitative observations made at the Station de Biologie marine in other years.

From table I, the overall annual differences in availability of daylight at the surface in 1960-62, during the sampling periods, may be grossly summarized as follows :

	Mean cloud cover	Hauls in sunshine	Hauls in fog or rain	Mean sea disturbance
1960	3.7	79%	12%	0.85
1961	6.4	50%	23%	0.91
1962	7.2	54%	30%	1.13

It is clear from these figures that more daylight was available at the surface during sampling in 1960 than in the other two years the difference between 1961 and 1962 was probably not great enough to be of any important consequence.

The daily light pattern on 25-26 August 1961, as appearing in table I, deserves special attention. It is seen that there was a completely overcast sky during the diurnal trawl hauls, but that the sky cleared at night to let pass moonlight from a full, if somewhat hazy, moon. A moon eclipse was added to this rather reversed pattern.

In the autumn of 1962, a recording pyranometer was installed at the Station de Biologie marine, and has provided since that time quantitative measurements of incident hemispheric solar radiation (i.e. radiation from the sun and sky on a plane surface). Monthly means of these measurements for each hour of the day have been published in the « Rapports annuels de la Station de Biologie marine ». The data of 1963 (Boudreault, 1964) are reproduced here (table IV) in the form in which similar measurements for the European arctic seas were presented by Mosby (1932) and later converted to Lux by Trout (1957). These data may be used to derive a general idea of the light intensities to be expected at the surface in the Gaspé fishing banks area. From cloud cover observations, 1963 was a sunnier year than 1961 and 1962.

TABLE V

Photoperiodic data pertaining to the Gaspé fishing banks area on the dates of sampling at Sta. D112N in 1960-62
(From Brown's Nautical Almanach for 1958, interpolated for 48°N, 20 km (17 naut. mi.) south of sta. D112N)

Date	Atlantic Solar Time for						Photoperiod (hours: minutes)			Relative duration of sunrise-sunset photoperiod (% of 21 June maximum)
	A.M. nautical twilight	A.M. civil twilight	Sunrise	Sunset	P.M. civil twilight	P.M. nautical twilight	Sunrise to sunset	Sunrise to civil twilight (P.M.)	to PM nautical twilight	
4 May 1962	03:15	04:00	04:36	19:18	19:54	20:39	14:42	15:18	17:24	91.6
19 May 1960	02:48	13:39	14:15	19:36	20:16	21:05	15:21	16:01	18:17	95.7
23 May 1962	02:42	03:35	14:12	19:41	20:20	21:12	15:29	16:08	18:30	96.5
1 June 1962	02:30	03:26	04:06	19:51	20:30	21:26	15:45	16:25	18:56	97.8
4 June 1960	02:26	03:21	04:05	19:54	20:34	21:31	15:49	16:29	19:05	98.6
21 June 1960	02:18	03:18	04:01	20:04	20:46	21:45	16:03	16:45	19:27	100.0
28 June 1961	02:20	03:20	04:02	20:03	20:44	21:43	16:01	16:42	19:23	99.9
3 July 1962	02:25	03:24	04:05	20:04	20:42	21:41	15:59	16:37	19:16	99.5
7 July 1960	02:29	03:27	04:08	20:00	20:40	21:37	15:52	16:32	19:08	98.8
11 July 1961	02:34	03:31	04:09	19:58	20:38	21:33	15:49	16:29	18:59	98.6
17 July 1962	02:42	03:38	04:15	19:54	20:33	21:26	15:39	16:18	18:44	97.5
25 July 1960-61	02:57	03:48	04:26	19:45	20:26	21:13	15:19	16:00	18:16	95.5
14 Aug. 1961	03:35	04:19	04:54	19:15	19:51	20:32	14:21	14:57	16:57	89.4
19 Aug. 1960	03:44	04:26	05:00	19:06	19:41	20:22	14:06	14:41	16:38	88.3
25 Aug. 1961	03:53	04:34	05:07	18:55	19:27	20:08	13:48	14:20	16:15	86.0
29 Aug. 1960	04:00	04:40	05:12	18:47	19:19	19:59	13:35	14:07	15:59	84.6
5 Sept. 1961	04:11	04:50	05:22	18:33	19:04	19:44	13:11	13:42	15:33	82.1
8 Sept. 1961	04:16	04:55	05:27	18:27	18:58	19:36	13:00	13:31	15:20	81.0
25 Sept. 1961	04:42	05:18	05:51	17:52	18:22	18:59	12:01	12:31	14:17	75.0
12 Oct. 1961	05:07	05:45	06:16	17:18	17:49	18:22	11:02	11:33	13:15	68.8

According to Craig & Craig (1965), the approximate intensity of blue-green light available just below the sea surface is 0.1 Lux at nautical twilight, 2 Lux at civil twilight, and 200 Lux at sunrise or sunset.

¹ Sun at 12° below the horizon.

² Sun at 6° below the horizon.

The seasonal change of the daily photoperiod during the present study is another important aspect of light as an ecological factor. Table V gives some information on this aspect for the dates of sampling in 1960-62. They were computed from Brown's Nautical Almanach for 1958, by interpolating the given hours to 48°N. The figures of course apply to any other year within a very small margin of error.

Craig & Craig (1965) give the same values of sub-surface intensity of blue-green light at sunrise and sunset, and for both twilight periods. The pyranometer recordings at the Station de Biologie marine show however that incident solar radiation in 1963 was consistently lower in the morning than in the evening : at sunrise, radiation on cloudless days was 0 cal.-g/cm²/min., whereas it was very slightly lower than 0.02 cal.-g/cm²/min. at sunset, the zero value occurring only at civil twilight, about half an hour later. This difference is presumably due to the greater amount of water vapor in the atmosphere over the sea in the morning. The « effective » photoperiod can therefore be increased by about half an hour to civil twilight in the evening, as given in one column of table V.

It may be seen from table V that the trawl hauls of 05 :, 09 :, 13 : and 17 : h were all made between sunrise and sunset, except that of 17 : h on 12 Oct. 1961, which was started before and completed after sunset. If nautical twilight is considered as the demarcation between day and night, it is seen that between 19 May and 25 July, a varying portion of the 17 : h sample not exceeding 75% (on 21 June 1960) was taken between the hours of civil and nautical twilight, i.e. at potential light intensities slightly greater than that given by a full moon. However, with the cloud cover noted in this period, especially in June (table I), it seems unlikely that such weak light could have altered the overall nocturnal character of these evening tows.

Physical oceanographic observations

Uniformity in the cold layer

Uniformity of physical oceanographic properties in the cold layer is best shown at sta. D112N (1960-62), located far enough offshore to reach the east-west axial core of that layer in Baie des Chaleurs. However, the bathymetric core of the cold layer, defined by minimum temperatures, is located at an average depth of 60 m (33 fath.) (Boudreault, 1967c), some 50 m (27 fath.) above the sea-bed at sta. D112N. Bottom temperatures and salinities at sta. D112N, given in table VI, came therefore from the lower part of the cold layer, where influences from the deep layer may be expected (Lauzier & Bailey, 1957).

As shown in table VI, these bottom temperatures generally remained very close to 0°C throughout the main part (1961-62) of the present study. The range of variation did not exceed 1.0 C° in these two years, temperature, as read on a reversing thermometer, varying between -0.5 to 0.5°C. In 1960, however, it increased to about 1.1°C, as indicated by bathythermograms alone¹, increasing the total range for 1960-62 to 1.6 C°. Salinity, which was not determined in 1960, varied in 1961-62 from 31.71 to 32.70‰ (table VI).

Turning to sta. 112 in the period 1952-62, the data indicate the same general uniformity of temperature and salinity (table VII). From May to August, when the density of observations is sufficient for comparisons between years, the overall temperature variation was 2.61 C° for all years and never exceeded 1.50 C° in any one year. The range in salinity values is 1.66‰ for the entire 10-year period, but was never larger than 1.3‰ during one year.

The vertical extent of this hydroclimatic uniformity in the cold layer was determined with a bathythermograph. The thermal stratification prevailing throughout my study of cod vertical migrations at sta. D112N is depicted in fig. 5 for 1960-62. For 1952-58, it is shown in fig. 2-4, these data having been taken at sta. 112 and compiled by Boudreault (1967b). It can be seen from these figures that the uniformly low temperatures of the subthermocline zone extended well away from the bottom: taking the 1°C isotherm as a reference, the zone generally extended up to at least a depth of about 50 metres (27 fathoms) until September, which means that it occupied about half the height of the water column above the sea-bed.

Daily variations of temperature and salinity

Daily variations of temperature and salinity at sta. D112N were also noted at all depths in 1960-62. They were most prominent, as shown by temperature (fig. 5), in the upper half of the water column, generally at the thermocline level. The variations there sometimes involved the entire thermocline itself, bringing about in a matter of hours differences of temperature of the order of 3 C° at a given depth. Such short-term variations of temperature (and salinity) at the nearby sta. 112, studied by Lauzier & Filteau (1948) and Lauzier (1957a) in 1946-47, were found by these authors to occur at depths between 20 and 50 metres, and to be the result of tidal fluctuations in the vertical structure of the water masses. Near the bottom, the daily variations of temperature and salinity in 1960-62 were small (table VI); the range for one day never exceeded 0.60 C° and 0.45‰, the mean daily range in 1961-62 being 0.19 C° and 0.20‰.

1. The difficulties in reading bathythermograms in 1960 pointed out above were not so great as to create this warming trend as an artifact.

TABLE VI

Bottom temperatures and salinities at a depth of 110-119 m (60-65) fms) at Sta. D112N in 1961-62

Temperatures were read on a reversing thermometer, and salinities determined by conductivity in the laboratory, from Nansen bottle samples.

Hour (Atlantic Standard Time)

Date	Temperature (°C)							Salinity (‰)							
	09:00	13:00	17:00	21:00	01:00	Mean	Range	09:00	13:00	17:00	21:00	01:00	Mean	Range	
11-12 July	—	-0.16	-0.20	-0.20	—	-0.19	.04	—	32.25	32.70	32.52	—	32.49	.45	
25 July	0.00	0.00	0.05	—	—	-0.02	.05	32.43	32.52	32.43	—	—	32.46	.09	
14-15 Aug.	0.05	0.02	—	0.00	0.25	0.08	.25	32.48	32.41	—	32.39	32.29	32.39	.19	
25-26 Aug.	-0.10	—	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0	32.12	—	32.29	32.18	32.27	32.21	.17	
8-9 Sept.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	32.34	32.47	32.34	32.34	32.43	32.38	.13	
25-26 Sept.	-0.30	-0.20	0.30	0.30	0.30	0.08	.60	32.45	32.32	32.32	32.23	32.16	32.29	.29	
12 Oct.	0.00	0.00	0.20	0.10	—	0.08	.20	32.14	32.23	32.20	32.20	—	32.19	.09	
1961															
Mean							0.004						32.34		
Range	-0 to 0.30						0.50	32.12 to 32.70						0.58	
Mean (July)						-0.06							32.47		
Range (July)	-0.20 to 0.05						0.25	32.25 to 32.70						0.45	
22-23 May	-0.50	-0.20	-0.40	-0.40	-0.50	-0.40	.30	31.76	32.00	32.07	31.71	32.07	31.92	.36	
1-2 June	-0.50	-0.40	-0.40	-0.40	—	-0.43	.10	32.00	32.14	32.07	32.14	—	32.09	.14	
3-4 July	-0.20	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.12	.10	32.07	32.00	31.98	32.01	32.10	32.03	.12	
16 July	—	—	—	0.50	—			—	—	—	32.61	—			
17-18 July	0.20	0.00	0.15	0.20	0.10	0.19	.50	32.47	32.60	32.41	32.59	32.60	32.55	.20	
1962															
Mean						-0.16							2.		
Range	-0.50 to 0.20						0.70	31.71 to 32.61						0.90	
Mean (July)						0.05							32.31		
Range (July)	-0.20 to 0.50						0.70	31.98 to 32.61						0.63	

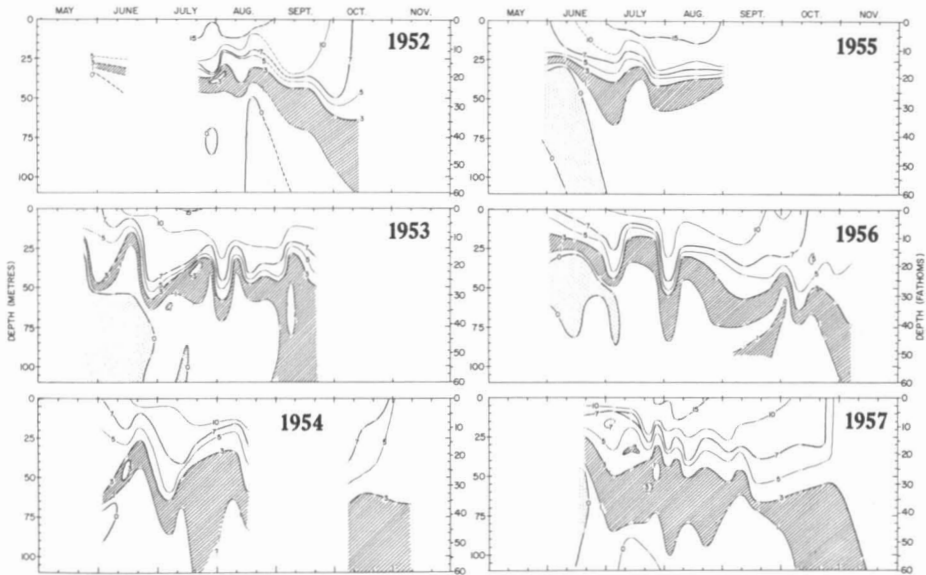


FIGURE 2. Seasonal distribution of temperature with depth at sta. 112 in 1952-54, as measured with reversing thermometers. Isotherms in degrees Centigrade. Stippled depth zones have water at negative temperatures, hatched zones have water at 1-3°C. Data from R. Raymond, compiled by Boudreault (1967b).

FIGURE 3. Seasonal distribution of temperature with depth at sta. 112 in 1955-57, as measured with reversing thermometers. Isotherms in degrees Centigrade. Stippled depth zones have water at negative temperatures, hatched zones have water at 1-3°C. Data from M. Poirier, compiled by Boudreault (1967b).

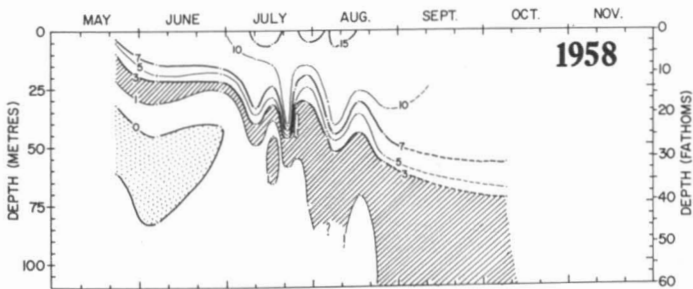


FIGURE 4. Seasonal distribution of temperature with depth at sta. 112 in 1958, as measured with reversing thermometers. Isotherms in degrees Centigrade. Stippled depth zones have water at negative temperatures, hatched zones have water at 1-3°C. Data from M. Poirier, compiled by Boudreault (1967b).

TABLE VII

Range of bottom temperatures and salinities at a depth of 99-117 m (54-64 fath.) at Sta. 112 in 1952-62

Year	May — August						September — October					
	Temperature (°C)			Salinity (‰)			Temperature (°C)			Salinity (‰)		
	Min.	Max.	Range	Min.	Max.	Range	Min.	Max.	Range	Min.	Max.	Range
1952	-0.33	0.12	0.45	31.76	32.30	0.54	0.47	1.16	0.69	32.01	32.56	0.55
1953	-0.42	0.63	1.05	31.98	32.48	0.50	1.08	?	?	32.47	?	?
1954	0.64	1.10	0.46	31.83	32.86	1.03	?	2.90	?	—	—	—
1955	0.06	0.51	0.45	31.92	32.63	0.71	—	—	—	—	—	—
				(30.99)		(1.64)						
1956	-0.04	0.80	0.84	31.20	32.03	0.83	0.51	1.28	0.77	31.08	31.71	0.63
1957	0.41	1.91	1.50	31.89	32.61	0.72	0.69	1.95	1.26	31.55	32.63	1.08
					(34.09)							
1958	-0.03	1.11	1.14	31.5	32.5	1.0	—	—	—	—	—	—
1960	-0.1	1.4	1.5	—	—	—	0.5	1.0	0.5	—	—	—
	BT	BT	BT				BT	BT	BT			
1961	-0.7	0.5	1.2	31.72	32.39	0.67	0.0	0.4	0.4	—	—	—
							BT	BT	BT			
1962	-0.5	0.4	0.9	31.82	32.20	0.38	0.4	0.7	0.3	—	—	—
1952-62	-0.7	1.91	2.61	31.20	32.86	1.66	0.0	2.90	2.90	31.08	32.63	1.55

Figures between parentheses are unusually large (see fig. 7) and probably due to strong advection.

BT: Data obtained with a bathythermograph.

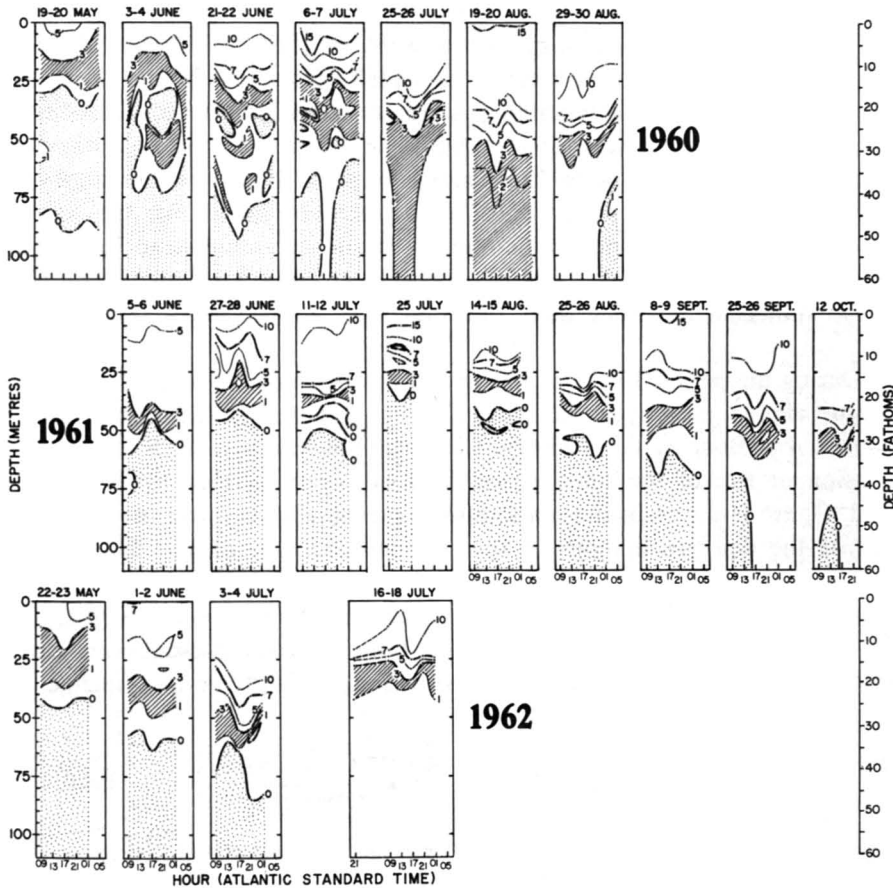


FIGURE 5. Daily and seasonal distribution of temperature with depth at sta. D112N in 1960-62, as recorded with a bathythermograph. Isotherms in degrees Centigrade. Stippled depth zones have water at negative temperatures, hatched zones have water at 1-3°C.

Seasonal and annual trends

Seasonal and annual trends were the most noteworthy hydrographic features in the area of study. The main purpose of their study is to distinguish between different classes of seasonal trends in the oceanographic regime according to their duration and intensity and to their recurrence from year to year: trends showing virtually constant recurrence, trends recurring only in some years — which are thereby characterized — and asporadic or unpredictable events.

THEMAL STRATIFICATION

Some interesting seasonal features of thermal stratification and water masses are revealed by fig. 2-5. Considering first the years 1960-62 (fig. 5),

it is seen that in July the sub-thermocline zone (as defined by water colder than 1°C , expanded or was displaced upward in 1961 and 1962, but not in 1960. This rise or expansion actually coincided with a rise in the thermocline and also with a salinity-temperature increase near the bottom (see below). This rise is evidently quite different from the daily fluctuations in the depth of the thermocline which have been associated with tidal processes by Lauzier & Filteau (1948) and Lauzier (1957a). It must be noted that the existence of such a seasonal rise in the thermocline or in the sub-thermocline zone is best ascertained from 24-hour observations in an area — such as the Gaspé area — subjected to strong daily fluctuations of thermocline depth.

During the period 1952-58, this rise of the thermocline nonetheless seemed to occur almost every year at sta. 112 (fig. 2-4 and bathythermograms reproduced by Boudreault, 1967b). However, indications of a simultaneous expansion or rise of the sub-thermocline zone, again defined by water colder than 1°C , are less certain than in 1960-62, presumably because of the masking effect of the daily oscillations in the thermal structure of the water masses. If water colder than 3°C is included in the sub-thermocline zone, suggestions of such an expansion appear in August 1952, late July — early August 1954, July 1955 and 1956. It must be noted however, that these events do not coincide well in time with an increased salinity in the sub-thermocline zone

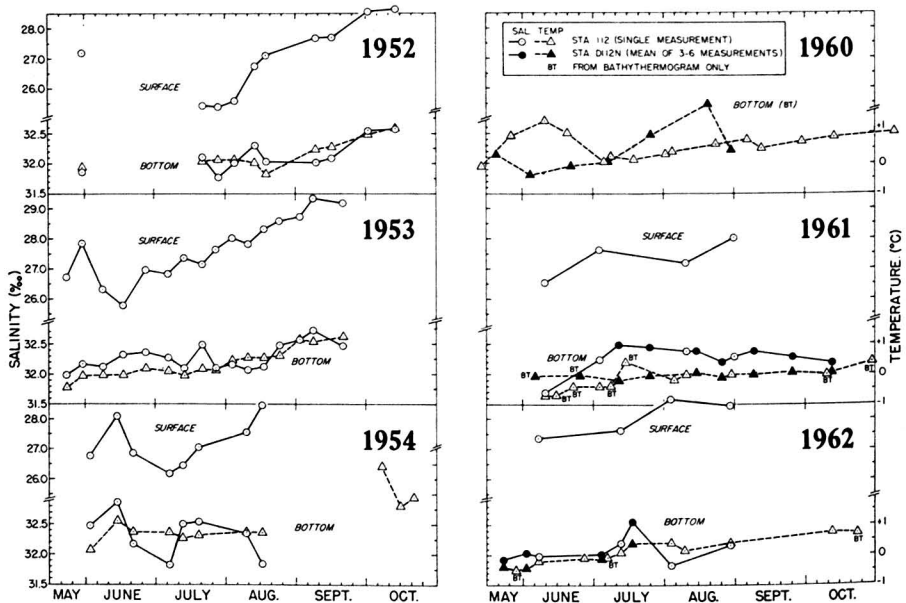


FIGURE 6. Seasonal variations of surface salinity and bottom (100 m) temperature and salinity at stations 112 and D112N in 1952-54 and 1960-62. The data for sta. 112 in 1952-54 are from R. Raymond, compiled by Boudreault (1967b), those of 1960-62 from Tiphane (1962a, b) and Boudreault (1967a).

(fig. 6-7), except in 1955, and occur more gradually and somewhat later than those of 1961-62.

From inspection of the bathythermograms (Boudreault, 1967b) and to some extent of fig. 2-5 (the 7°C isotherm is generally in the thermocline in July-August), the sharpness and depth of the thermocline may be estimated

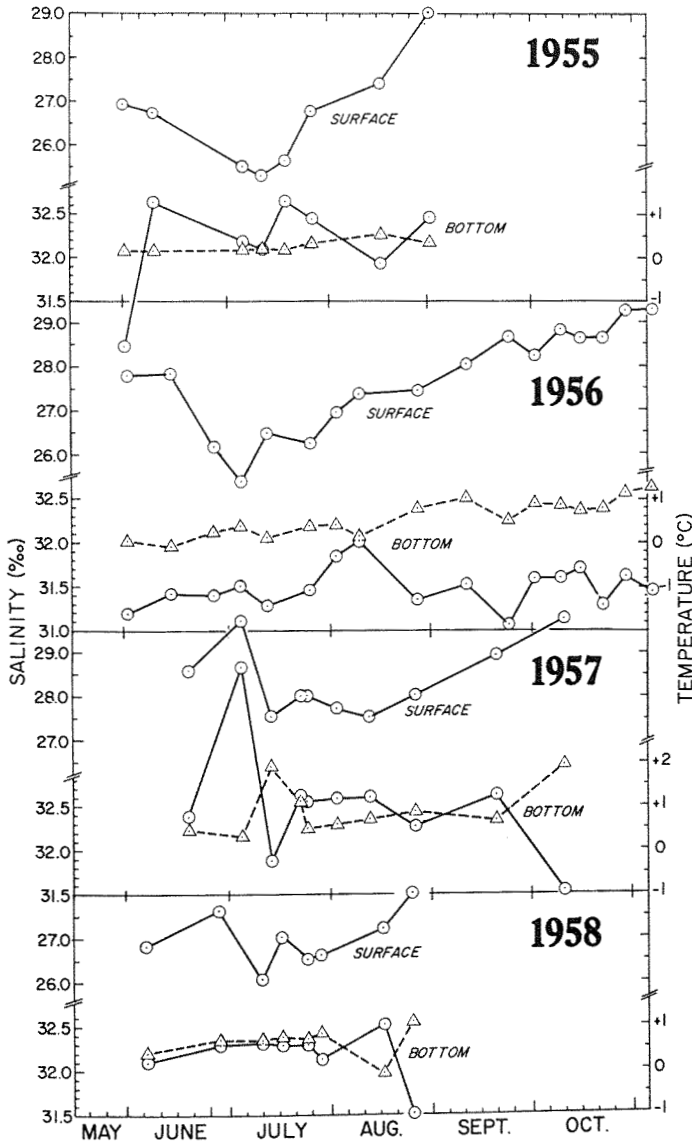


FIGURE 7. Seasonal variations of surface salinity and bottom (100 m) temperature and salinity at sta. 112 in 1955-58. Triangles and broken line: temperature. Circles and continuous lines: salinity. Data from M. Poirier, compiled by Boudreault (1967b).

and compared qualitatively for the ten years under study. In 1952-58, warmer surface waters coincided with a sharper and shallower thermocline, and colder water in the sub-thermocline zone (1952, 1955), whereas a diffuse thermocline was accompanied by colder surface and warmer bottom water (1954 and remaining years). In 1960, the thermocline was very poorly defined and relatively deep until 25 July, whereas it was well-defined and deep very early in 1961, maintaining itself and rising thereafter. In 1962, it formed gradually as in 1960, being however somewhat sharper and shallower in June and extremely sharp and shallow on 16-18 July.

BOTTOM SALINITY AND TEMPERATURE

Seasonal variations of bottom salinity and temperature at sta. 112, at depths of 90-100 metres, are shown in fig. 6 for the years 1952-54 (from Boudreault, 1967b) and 1960-62 (from Tiphane, 1962a, b; Boudreault, 1967a) and in fig. 7 for the years 1955-58. Those of 1960-62 are compared (fig. 6) with my own at sta. D112N, at a similar depth (110-119 m).

The data of 1961-62 for sta. 112 generally agree with mine for sta. D112N. Two kinds of trends can be described for the seasonal variations of bottom salinity during the years 1952-62. The general trend on a six-month (May to October) scale, is one in which salinity either increases gradually and fairly regularly (1952, 1953, 1956, 1958?), remains more or less stable (1962), increases first and then decreases slowly and regularly (1961, 1956 perhaps here also), or fluctuates widely and irregularly, seemingly toward lower autumn values (1954, 1955 and 1957).

On a shorter term basis (two weeks or a month), it is possible to observe that salinity in some years tends to show a mid-summer peak. This is best shown by the statistically more reliable data of 1961-62. In 1962, the increase was more sudden (first half of July) than in 1961, and the subsequent decrease is not supported by observations as reliable as those of 1961. In the years 1952-58, such a mid-summer increase of salinity appears in 1953 (whether in late June or late July), 1955 (late July) and 1956 (early August). The large increases of early June 1954, early June 1955 and late June 1957 seem to be of a quite different nature by their very magnitude and timing. Other years either do not show the mid-summer increase (1958) or do not provide the data (1952, 1960). Since the observations of 1952-60 have not been replicated on a 24-hour basis, they are of course more open to question than those of 1961-62.

Bottom temperatures at stations 112 and D112N (fig. 6-7) were obtained from the same sources as salinities, except for some additional bathythermograms which were obtained at sta. 112 by Lacroix (unpubl.) in 1960-62 (cf.

Boudreault, 1967a). Two features mark these seasonal and annual variations. Firstly, temperatures tended to increase from spring to autumn in every year. From June to August, the increase ranged from 0.5 to 1.5 C°, with two exceptions, in 1952 when temperatures remained stable and in 1960 when they decreased from a peculiar May-June peak at sta. 112 but increased to an equally unusual August peak at sta. D112N (fig. 6). After August, the information is scantier, but the general trend is a continuing increase of about 0.75 to 1.0 C°. Secondly, there were cold, average and warm years in the cold layer, determined both by the temperature of that layer in May and by the amount of subsequent warming. Years can be roughly ranked as follows according to these two criteria, warmer years always being cited first: 1957, 1958 and 1954 were warm years, average years were 1960 (which had wide temperature variations), 1956 and 1955, and 1962, 1953, 1952 and 1961 were cold years.

Temperature-salinity relationships are used as labels for water masses. Whereas T-S diagrams cannot be studied systematically here, it may be interesting to observe that the mid-summer peak of salinity in the sub-thermocline zone, which has been noted above, seems to be accompanied by a slight increase of temperature. This is particularly clear in July 1962 and June 1954, and may perhaps have occurred also in June and July 1953. In 1961, the relation is less certain because it involves a difference between sta. 112 and sta. D112N. In 1956, 1957, and July 1954, on the other hand, there was an inverse relation between temperature and salinity. Finally, the wide salinity variations of 1954, 1955 and 1957 do not appear to be matched by variations of temperature which are as large as, or bear any relation to them.

CURRENTS

Still other physical oceanographic events appeared to occur in July, as shown by observations pertaining to currents which were recorded on board the boat at sta. D112N. In 1960, two incidents occurred on 25-26 July: at 13:00 h, an otter-trawl door apparently sunk into the mud upon touching the ground, and the whole launching maneuvers had to be started again; at 21:00 h, currents threw the boat off course over bottom depths of 83 metres (45 fathoms), during a temporary failure of the echo-sounder. In 1961, gill-nets were entangled on the bottom, presumably by currents, according to the fisherman in charge, on 27-28 June at night, on 11-12 July in the day, and to the point of being torn on 25 July in the day. In 1962, exceptionnally strong currents were felt on 3-4 July and 17-18 July. These currents threw the boat out of control at 14:00 h on 3 July, and sunk the gill-net buoys completely out of sight on 3-4 July in the day and especially on 17-18 July, both in the day and at night. The gill-nets were thoroughly entangled on both occasions, rendering night fishing impossible on 4 July, and could not even be located with the

Decca Navigator on the morning of 18 July. It is worth noting that no such incidents occurred on other dates in 1960-62.

SURFACE TEMPERATURE

Sea surface temperature, as measured daily at the Grande-Rivière wharf since 1938, provides a useful index of seasonal and annual variations in other ecological parameters which cannot be measured so frequently. Lauzier & Marcotte (1965) have studied monthly means of these surface temperatures from 1938 to 1962, as compared to other localities in and out of the Gulf of St. Lawrence. For reasons which become clear below, the monthly means for 1963, taken from Marcotte (1964b), are given here :

Month	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mean	0.1	-0.2	-0.4	0.0	3.9	9.3	13.1	14.2	10.9	7.5	4.5	1.0

Lauzier & Marcotte (1965), on the basis of deviations of May-to-August monthly means for each year from the monthly means for 1938-62, classify the years considered in their study as warm, average or cold years. Their grouping, for the ten years studied here, is as follows, warmer years being listed first in each group, and 1963 being added from the data given above :

Warm years : 1952, 1951 (mostly in Aug.-Sept), 1955, 1960 (mostly in June)

Average years : 1963, 1953, 1958

Cold years : 1961 (mostly in May-June), 1954 (mostly in August), 1956, 1957, 1962 (mostly in July)

Winter temperatures, available only since 1955, show that the coldest winter was evidently that of 1961 (in which year the ice cover in the Gulf was most extensive), followed by 1962 (with a cold spell and ice in February) and 1960, which may both be considered as average winters, whereas the winter of 1963 (data given above) was decidedly warm.

Marcotte (1964a) gives yearly curves of daily temperature fluctuations at Grande-Rivière. Especially noteworthy on these curves are some sudden and considerable declines of temperature occurring in the summer. In 1962, a decrease from 12°C to 6°C took place between 17 July and about 25 July. In 1961, there were two smaller but significant decreases, from 12 to 8°C between 27 June and 8 July, and from 14° to 11°C from 12 to 22 July. In 1960, surface temperatures at the Grande-Rivière wharf fluctuated widely, and no one instance of cooling stands out as being more important than the others. There were two temperature declines in July 1952, none in 1953, a large but brief one in early July 1954, two in 1955 (second half of July, first

half of August), two in 1956 (end of July, end of August), one in 1957 (mid-July), and none of outstanding importance in 1958. Tremblay & Lauzier (1942) have discussed a similar sharp temperature decrease which occurred in July 1940 at Grande-Rivière. Such mid-summer cold spells in the local surface waters are therefore common in the area.

Surface temperature in the Gaspé fishing banks area was measured on a number of occasions in 1960-62 by researchers of the Station de Biologie marine. In addition to providing a broader geographical basis than the determinations at the Grande-Rivière wharf, these observations are better suited to reveal the main trends of the oceanographic regime in the sampling area. To the data which I obtained at sta. D112N and D166 were added those which Tiphane (1962a, b), Lacroix (unpubl.) and Marcotte (unpubl.) (largely compiled by Boudreault, 1967a) secured at the four hydrographic stations of the Grande-Rivière — Miscou Bank transect (fig. 1). The measurements, averaged on a semimonthly basis, are summarized in table VIII.

In 1960-61, temperature rose steadily from the beginning of May to the summer maximum (table VIII). The latter took place 2-3 weeks later in 1961 than in 1960. In 1962, a different pattern set in : after slow warming until mid-June and very rapid warming in the second half of June, the water cooled in the first half of July, and the summer maximum was not attained until 2-3 weeks later than in 1961. One may observe also that in 1960-61 a second and smaller maximum followed the main maximum by about a month. As compared to the temperatures observed at Grande-Rivière (Marcotte, 1964a), those of the fishing banks area were generally 1-2 C° higher. Their first maximum occurred about 2-3 weeks later than at Grande-Rivière in 1960, but in the same period in 1961 and 1962. In the latter year, the mean temperature in early July was about the same offshore and at Grande-Rivière ; in the latter place, it did not assume the pattern of a minimum for semimonthly means, but the curve of daily readings given by Marcotte (1964a) did show a leveling off from the middle of June, and the sudden drop in the second half of July which has been mentioned in a previous paragraph.

SURFACE SALINITY

It is of interest to compare the seasonal variations of surface salinity with those of the other oceanographic properties described above, because of the value of salinity as an indicator of the Gaspé Current (Lauzier & Marcotte, 1965, and discussion below). These variations have also been plotted on fig. 6-7, using data given by Boudreault (1967b) for 1952-58, and by Tiphane (1962a, b) for 1961-62. No data are available for sta. 112 in 1960. The general trend, discussed in more detail by Lauzier & Marcotte (1965), is one in which salinity decreases to a mid-summer minimum which is never below

TABLE VIII

Semimonthly means of surface temperature in the Gaspé fishing banks area (Stations 112, D112N, 113, D166, 114 and 115, as shown on Fig. 1) in 1960-62

All measurements were made with a thermometer in a bucketful of surface water.

The 24-hour measurements at sta. D112N were averaged together before being combined with those of other stations.

The data for stations 112, 113, 114 and 115 were obtained from Tiphane (1962a,b), Lacroix (unpubl.) and Marcotte (unpubl.), those for sta. D112N, in the present study.

	Year	May		June		July		August		September		October	
		1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31
Temperature (°C)	1960	3.35	6.03	9.10	11.94	14.96	<i>15.50</i>	14.51	15.28	11.73	12.15	6.25	—
	1961	—	—	7.51	10.50	12.61	15.87	<i>16.26</i>	13.98	14.71	10.70	9.73	7.40
	1962	3.75	5.43	6.49	12.85	10.85	12.50	13.93	<i>14.58</i>	—	—	9.68	8.90
Number of stations and (measurements)	1960	4(4)	1(6)	5(10)	5(10)	5(14)	4(9)	4(8)	5(16)	4(7)	4(4)	4(4)	0(0)
	1961	0(0)	0(0)	5(10)	5(9)	5(14)	1(3)	5(12)	5(9)	2(10)	1(5)	5(8)	1(1)
	1962	1(2)	3(7)	4(8)	4(4)	5(10)	1(6)	4(8)	4(4)	0(0)	0(0)	4(4)	1(1)

Notes: The maximum temperature in the given year appears in *italics* 1(1) always refers to sta. 112, whereas 1(2-6) applies to sta. D112N.

¹ Station D166 was visited only once, on a 24-hour basis, in the period 1-15 Sept. 1961, with D112N.

25.5‰, and increases gradually afterwards. Surface salinity minima occurred in June 1953, early July 1954, late August (or earlier) 1952, and mid-July 1955 and 1956. In 1957 and 1958, the minima were weak and diffuse in time. None appear in 1961-62, although the data are obviously scarcer for these years. Lauzier & Marcotte (1965) indicate that 1952 and 1960 were years of low summer salinity (minimum of 25.8‰), as compared to other years of high salinity (minimum of 28.2‰). For 1960, some measurements by Tiphane (Boudreault, 1967a) at sta. 109 (off Port-Daniel, inside Baie des Chaleurs) do indicate a low salinity of 26.04‰ on 11 July and 26.60‰ on 29 July.

Gradual seasonal trends

The normal trend from spring to fall is for the bottom water off Grande-Rivière to slowly warm up and become more saline. 1961 was a noteworthy exception in that the temperature rise was extremely slight and the salinity decreased from July to October. Since in normal years the bottom water at sta. D112N is insulated from surface seasonal influences by the thermocline and the overlying core of the cold layer, and since an increase in salinity cannot well originate from the less saline overlying waters, the normal seasonal trend at D112N appears to reflect gradual advection from waters outside Baie des Chaleurs.

Lauzier & Bailey (1957) and Lauzier & Trites (1958) discuss the penetration into the Gulf of St. Lawrence of deep water having a higher salinity ($> 34\text{‰}$) and a higher temperature ($> 4^{\circ}\text{C}$) than those of the sub-thermocline cold layer, and forming a third layer in the deep Laurentian Channel. Between this layer and the intermediate cold layer there is a "boundary zone" having salinities between 33 and 34‰, whose properties depend on those of the third layer (Lauzier & Trites, 1958). Since stations D112N and 112 are at the frontier between the cold layer and the boundary zone, there is a possibility for some deep-water influence at these depths. According to Lauzier & Bailey (1957), the third layer undergoes an increase in volume from spring to autumn. It would do so at the expense of the cold layer which, if it is defined as water colder than 0°C (Lauzier & Bailey, 1957), simultaneously diminishes in volume or, if it is defined as a sub-thermocline zone of minimum temperature (Tully & Giovando, 1963), slowly warms up becomes more saline from spring to autumn. This might account for the observed gradual seasonal trend of bottom-water properties off Grande-Rivière. If so, the reversed trend in 1961 may have been related to weaker pressure from the deep layer, which may sometimes flow out of the Gulf, although the usual flow is inward (MacGregor, 1956).

The sub-thermocline cold layer, as in the North Pacific (Dodimead, 1961; Tully & Giovando, 1963), is considered as a remainder of the single winter

mixed layer of negative temperature which has escaped seasonal surface warming. The temperature and thickness of the cold layer in summer appear grossly related to surface temperatures in the previous winter. The observations given above for 1960-63 show that the lowest summer temperatures (fig. 6) and greatest thickness (fig. 5 ; see also Jean, 1964) of the sub-thermocline zone were recorded in 1961, which also saw the greatest amount of ice in the previous winter (Lauzier & Marcotte, 1965). 1962 was somewhat warmer in both of these features, 1960 still warmer, and 1963 warmest ; for the latter year, Tiphane & Boudreault (1964) give temperatures of 0.3, 1.3 and 0.5°C at a depth of 90-100 m at sta. 112, on 3 and 30 July and 28 August respectively, incidentally revealing still another rise of temperature in July. The thickness and low temperatures of the cold layer in the summer of 1961 may have prevented the slow seasonal advection of the third layer to have detectable effects.

Short-term events in early summer

Physical oceanographic events occurring mostly in July have been found to include small increases of bottom salinity and temperature off Grande-Rivière, a rise in the thermocline, short-term cooling spells of surface waters inshore and offshore, a surface salinity minimum and erratic currents at sta. D112N. These events deserve some attention in the present work because of changes in the migratory behavior and distribution of cod and several other animals, which take place in mid-July also. Two processes have been suggested previously (Lauzier & Marcotte, 1965), which could account for these and other simultaneous events outlined below : lateral displacement of the Gaspé Current, and upwelling.

ADVECTION : LATERAL DISPLACEMENT OF THE GASPÉ CURRENT

Lauzier & Marcotte (1965) point out the role of the Gaspé Current in the thermal structure of water masses in the Grande-Rivière area. This current, which may send a branch into Baie des Chaleurs along the Gaspé shore (Lauzier, 1941), carries its own water stratification, established previously in the cold St. Lawrence Estuary. Any lateral oscillations or spread of the current may thus produce otherwise unaccountable seasonal changes in the entrance of Baie des Chaleurs. According to Lauzier (1957b), a summer minimum of salinity, due to an increase of fresh-water from the St. Lawrence spring runoff, is carried southeastward across the entrance of Baie des Chaleurs by the Gaspé Current and may serve as a seasonal indicator of the Gaspé Current. In the Grande-Rivière area, it occurs usually in July, as shown above. The thinning and freshening of the surface layer in summer are considered to be characteristic of the southwestern Gulf of St. Lawrence by Lauzier, Trites & Hachey (1957), who suggest that this behavior may be accounted for by the slowing down and consequent spreading out of the Gaspé Current at that time. The

influence of the Gaspé Current is certainly most pronounced in the surface layer, as shown especially by the salinity minimum in summer. It may involve the cold layer also, however.

It has been shown above that a summer rise in the thermocline, in other words a thinning of the surface layer, generally occurred off Grande-Rivière in most years. It is therefore of interest to compare the seasonal changes of surface salinity with the other trends examined above. There is a good summer relation between a low surface salinity and a rise of the thermocline for the years 1952-58. Comparing fig. 6-7 with fig. 2-4, it is seen that the well-marked minima of 1952-56 correspond to a rise in the thermocline and cold layer, whereas the weak and seasonally diffuse minima of 1957-58 are not accompanied by a rise. In 1960-61, there is no apparent relation between the two processes: the salinity in July 1960 was apparently low but no thermocline rise occurred, and no summer minima seemed to occur in 1961 and 1962, when the thermocline rose. Besides, does the interpretation proposed by Lauzier, Trites & Hachey (1957) provide a mechanism which, as such, could explain an upward rise or expansion of the cold layer? This seems doubtful. The slowing down and spreading of the Gaspé Current would have to be accompanied by lateral spreading or westward displacement of its cold layer as well, which could then bring into the 112-D112N area, in a single "package", a thicker sub-thermocline zone and a thinner surface layer, both formed in the colder St. Lawrence Estuary. This is a different mechanism, which is discussed in a paragraph below.

Lauzier & Marcotte (1965) consider that the lower surface salinities in summer may contribute to a greater stability of the water layers on either side of the thermocline, thus preventing exchanges between them. However, the thermal structure in 1960 (fig. 5), a year of low salinity, is rather suggestive of instability, whereas that of 1961, a year of average salinity, and that of 1962, a year of high salinity, suggest more stability. This is contrary to expectations.

A lateral displacement of the Gaspé Current at all depths is probably responsible for the large and remarkably similar seasonal changes of surface and bottom salinity at sta. 112 in June and early July, which may be observed in 1954, 1955 and 1957 (fig. 6-7), and possibly also for the cooling of the cold layer at sta. D112N on 29-30 August 1960 (fig. 5 and 6). This interpretation of the latter instance would find support from the parallel drop of surface temperature (15 to 12°C from 19 to 29 August 1960) both at sta. D112N (my own data) and at the Grande-Rivière wharf (Marcotte, 1964a) which, on inspection, appears sharper than normal at this time of the season. A lateral influence from the Gaspé Current on 29 August 1960 is open to doubt, however, because no such drop was apparent closer inshore at sta. 112, as shown in fig. 6.

UPWELLING

Upwelling in coastal areas may cause a rise in the thermocline (Tully & Giavando, 1963). Lauzier & Marcotte (1965) consider upwelling as occurring in the area, mainly in spring and early summer, as a result of the strong south-eastward drift of surface waters away from shore, driven by strong winds or by the Gaspé Current. This upwelling could account for the marked July decreases of temperature at the Grande-Rivière wharf (Tremblay & Lauzier, 1942) and, depending on its origin, could at the same time obliterate or reduce the normal summer minimum of surface salinity, if the upwelling water came from the saltier cold layer, for instance.

Support for this interpretation comes from eight events, all of which were observed in July 1962: (a) The slight and temporary increase of bottom salinity and temperature at sta. D112N probably reflects a rise of the warmer and saltier deeper waters. (b) The cold layer warmed up on 16-18 July and the thermocline rose. (c) A very strong slope characterized the 1, 5 and 10°C isotherms, rising from Miscou Bank toward Grande-Rivière, on 12 July 1962, as shown on fig. 9 of Tiphane (1963), whereas the 5°C isotherm sloped in the other direction on 3 July 1961. (d) A simultaneous, considerable and temporary decrease of surface temperature occurred at Grande-Rivière, as shown on the graphs given by Marcotte (1964a), the details of which are given in the section on observations. (e) In the fishing banks area (table VIII), the usual summer maximum of surface temperature was delayed as compared to 1961, and was preceded by a general cooling in July 1962. (f) No summer minimum of surface salinity was observed (fig. 6) when the upwelling was presumably most intense. (g) Strong erratic currents occurred simultaneously at sta. D112N. (h) Winds stronger than usual blew continuously mostly from the northeast during the first half of July 1962, whereas equally predominant but somewhat weaker and not continuous winds in July 1961 blew mostly from the southwest, and similar but even weaker winds apparently blew in the summer of 1960 (tables II-III).

It may be observed, when the data are available, that these eight phenomena were quite pronounced in 1962, but that there were some weaker variants in 1961 also, and none in 1960. They may have occurred in the years 1952-58, but they are much more difficult to demonstrate in these years. Tremblay & Lauzier (1942) have called attention to a similar instance of weather-related upwelling at Grande-Rivière in July 1940.

Acknowledgements

I am indebted to the administration of the Fisheries Branch, Québec Department of Industry and Commerce, for supplying the facilities to pursue this research as a biologist at the Station de Biologie marine, Grande-Rivière

(Gaspé) (Dr. Alexandre Marcotte, Director). Thanks are due to former staff members Robert Raymond and Marcel Poirier for making the observations of 1952-58, and to Robert Boudreault, presently physical oceanographer in the Fisheries Branch, for compilation of the data, unpublished information, reading and discussion of the manuscript.

Dr. Louis M. Lauzier, Fisheries Research Board of Canada, and Dr. M.J. Dunbar, Marine Sciences Centre, McGill University, kindly read an early draft of the paper and made many useful criticisms for which I am grateful.

Mr. Marcel Tiphane, Geology Department, University of Montréal, generously made all the salinity determinations of 1960-62 samples by conductivity.

References

- 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*. London: Fishing News (Books) Ltd., **2**: 529-536.
- BOUDREAUULT, F. R., 1966. Océanographie physique de la Baie-des-Chaleurs, 1965. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1965**: 17-30.
- BOUDREAUULT, F. R., 1967a. Observations d'océanographie physique dans la Baie-des-Chaleurs, mai-novembre 1959-1960. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, (**39**): 1-51.
- BOUDREAUULT, F. R., 1967b. Observations d'océanographie physique à la station-pilote 112, 1952-1961. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, (**43**): 1-42.
- BOUDREAUULT, F. R., 1967c. Régime thermique saisonnier d'une station-pilote à l'entrée de la baie des Chaleurs. *Naturaliste can.*, **94** (5): 695-698.
- BOUDREAUULT, Y. 1964., Mesure du rayonnement solaire incident à Grande-Rivière en 1963. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1963**: 11-15.
- BRUNEL, P., 1968. The vertical migrations of cod in the south western Gulf of St. Lawrence, with special reference to feeding habits and prey distribution. Ph. D. thesis, Mar. Sci. Centre, McGill Univ., Montreal, 510 p.
- CLARKE, G. L. and E. J. DENTON, 1962. Light and animal life. *In: Hill, M. N. (ed.). The Sea*. N. Y.: Wiley, **1**: 456-468.
- CRAIG, R. E. and R. L. CRAIG, 1965. The prediction of undersea light, with special reference to Scottish fishing areas. *Photochem. Photobiol.*, **4**: 633-636.
- DODIMEAD, A. J., 1961. Some features of the upper zone of the sub-arctic Pacific Ocean. *Bull. int. N. Pacif. Fish. Comm.*, (**3**): 11-24.
- JEAN, Y., 1964. Seasonal distribution of cod (*Gadus morhua* L.) along the Canadian Atlantic coast in relation to water temperature. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **21** (3): 429-460.
- LACROIX, G., 1968. Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (golfe Saint-Laurent). D. Sc. thesis, Dept. Biol., Laval Univ., 360 p.

- LACROIX, G. et G. FILTEAU, 1969. Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (golfe Saint-Laurent). 1. Conditions hydroclimatiques et analyse volumétrique. *Naturaliste can.*, **96** (3): 359-397.
- LAUZIER, L. M., 1941. Contribution à l'océanographie physique de la baie des Chaleurs. *Annls ACFAS*, **7**: 124.
- LAUZIER, L. M., 1957a. Variations of temperature and salinity in shallow waters of the southwestern Gulf of St. Lawrence. In: Leim, A. H. (ed.). Report of the Atlantic Herring Investigation Committee. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, (**111**): 251-268.
- LAUZIER, L. M., 1957b. The St. Lawrence spring run-off and summer salinities in the Magdalen Shallows. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, (**111**): 193-194.
- LAUZIER, L. M. et G. FILTEAU, 1948. Observations de température et de salinité à la station Laval 290, en 1946. *Rapp. Stn biol. St-Laurent* (Univ. Laval, Québec), **6** (1946): 69-71.
- LAUZIER, L. M. and W. B. BAILEY, 1957. Features of the deeper waters of the Gulf of St. Lawrence. In: Leim, A. H. (ed.) Report of the Atlantic Herring Investigation Committee. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, (**111**): 213-250.
- LAUZIER, L. M., R. W. TRITES and H. B. HACHEY, 1957. Some features of the surface layer of the Gulf of St. Lawrence. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, (**111**): 195-212.
- LAUZIER, L. M. and R. W. TRITES, 1958. The deep waters in the Laurentian Channel. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **15** (6): 1247-1257.
- LAUZIER, L. M. et A. MARCOTTE, 1965. Comparaison du climat marin de Grande-Rivière (baie des Chaleurs) avec celui d'autres stations de la côte atlantique. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **22** (6): 1321-1334.
- MACGREGOR, D. G., 1956. Currents and transport in Cabot Strait. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **13** (3): 435-448.
- MARCOTTE, A., 1961. Recensement des poissons démersaux à l'entrée de la baie des Chaleurs. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1960**: 100-106.
- MARCOTTE, A., 1962. Recensement des poissons démersaux à l'entrée de la Baie-des-Chaleurs. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1961**: 105-111.
- MARCOTTE, A., 1963. Recensement des poissons démersaux à l'entrée de la Baie-des-Chaleurs. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1962**: 165-168.
- MARCOTTE, A., 1964a. Observations quotidiennes sur la température superficielle de l'eau de mer à Grande-Rivière (Baie-des-Chaleurs), 1951-1962. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, (**20**): 1-48.
- MARCOTTE, A., 1964b. Température de l'eau de mer à Grande-Rivière. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1963**: 19-23.
- MOSBY, H., 1932. Sunshine and radiation. Norw. North Polar Exped. "Maud", 1918-1925, *Sci. Res.*, **1** (7): 1-110.
- NICOL, J. A. C., 1960. The biology of marine animals. London. 294 p.
- NICOL, J. A. C., 1963. Some aspects of photoreception and vision in fishes. *Adv. mar. Biol.*, **1**: 171-208.

- POIRIER, L., D. GRANGER, M. WEINSTEIN et P. BRUNEL, 1969. Pêches hyperbenthiques et planctoniques quantitatives à l'entrée de la baie des Chaleurs: protocole et méthodes en 1968. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1968**: 47-57.
- POOLE, H. H. and W. R. G. ATKINS, 1929. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **16** (1): 297-324.
- TIPHANE, M., 1962a. Observations océanographiques dans la Baie-des-Chaleurs, juin-septembre 1961. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, (15): 1-20.
- TIPHANE, M., 1962b. Observations océanographiques dans la Baie-des-Chaleurs, juin-septembre 1962. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, (16): 1-20.
- TIPHANE, M., 1963. Étude des températures des eaux de la région de la Baie-des-Chaleurs. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, **1962**: 19-31.
- TIPHANE, M. et R. BOUDREAU, 1964. Observations océanographiques dans la Baie-des-Chaleurs, été 1963. *Cah. Inf. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, (21): 1-20.
- TREMBLAY, J.-L. et L. M. LAUZIER, 1942. Explication de minimums de température des eaux de surface à Grande-Rivière en juillet 1940. *Annl. ACFAS*, **8**: 76.
- TROUT, G. C., 1957. The Bear Island cod migrations and movements. *Fishery Invest.* (London), (II) **21**(6): 1-51.
- TULLY, J. P. and L. F. GIOVANDO, 1963. Seasonal temperature structure in the eastern subarctic Pacific Ocean. In: Dunbar, M. J. (ed.), Marine distributions. *Spec. Publ. R. Soc. Can.*, (5): 10-36.
- WOODHEAD, P. M. J., 1966. The behaviour of fish in relation to light in the sea. *Oceanogr. mar. Biol. ann. Rev.*, **4**: 337-403.

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE
DES MILIEUX SUB-ANTARCTIQUES

III. ÉTUDES HYDROLOGIQUES DE MILIEUX DULÇAQUICOLES
ET MARINS DE LA RÉGION DE LA BAIE DU MORBIHAN
(ARCHIPEL DES KERGUELEN)

E. LAGARDE, J. P. MENET

Institut Bouisson Bertrand, Montpellier, France

et

R. LESEL

Laboratoire d'Hydrobiologie, Biarritz, France

Résumé

L'étude hydrologique de deux biotopes marins et d'un biotope dulçaquicole de la région de Port-aux-Français (Archipel des Kerguelen) a été entreprise de juin 1967 à mars 1968.

Les mesures physico-chimiques : température, pH, rH, salinité, $P.P.O_4^{---}$, $S. SO_4^{--}$, $N. NO_3^-$, Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} ont permis de définir d'une manière précise les conditions hydrologiques de deux stations marines, situées, l'une au fond d'un fjord allongé soumis directement à l'influence des facteurs météorologiques propres à cette région (Bras Baudissin), l'autre à la limite des eaux de la baie du Morbihan et de la pleine mer (Passe Royale). Des recherches hydrologiques complémentaires sur un biotope dulçaquicole ont permis d'étudier les échanges s'opérant entre les eaux douces et marines et de formuler une hypothèse tendant à expliquer certaines variations ioniques observées.

Abstract

The hydrological study of two marine biotopes and one fresh water biotope from the Port-aux-Français area (Kerguelen Archipelago) was undertaken from June 1967 to March 1968.

The physicochemical calculations : temperatures, pH, rH, salinity, $P.P.O_4^{---}$, $S. SO_4^{--}$, $N. NO_3^-$, Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , allowed a precise definition of the hydrological state of two sea stations, located one at the end of a long fjord directly subjected to the influence of meteorological factors peculiar to this area (Baudissin sound), the other at the limit of the waters of Morbihan bay and the open sea (Royal pass).

Additional hydrological researches on a fresh water biotope allowed a study of exchange between soft waters and suggested an explanation for some of the observed ionic changes.

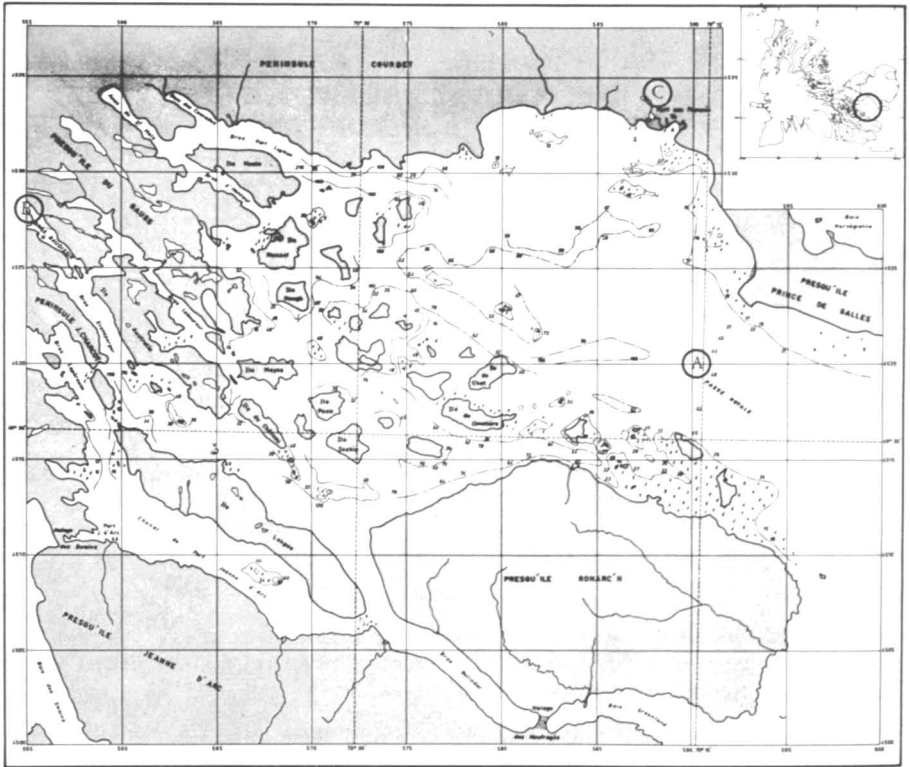


FIGURE 1 : Carte de la baie du Morbihan, d'après L. Leclair.

- A — Station hydrologique de la Passe Royale
- B — Station du Bras Baudissin
- C — Station de l'Etang de la Radio

(Dans le cartouche est figurée, sur la carte générale de l'Archipel des Kerguelen, la zone où les investigations hydrologiques ont été pratiquées).

Introduction

Alors qu'apparaissent déjà nombreux les travaux consacrés à l'étude de la faune et de la flore de l'Archipel des Kerguelen, il est surprenant de constater l'absence quasi totale de données hydrologiques relatives à cette région. À notre connaissance, seuls Delepine (1963) et Hureau (sous presse) ont évoqué ces problèmes.

Les travaux microbiologiques poursuivis depuis 1955 à Port-aux-Français par nos équipes requièrent maintenant une connaissance plus complète des milieux naturels dulçaquicoles et marins de cette région du Sub-Antarctique, aussi avons-nous été amenés à préciser certains paramètres hydrologiques qui sont présentés ici.

Matériel et méthodes

LES STATIONS DE PRÉLÈVEMENT

La baie du Morbihan (30 x 20 km environ), située au sud-est de l'archipel Kerguelen, communique largement à l'est avec l'Océan Indien par la passe Royale, large de 12 km. Les communications entre les eaux de la baie, soumises aux influences d'ordre météorologique (pluies, vents, etc. . .) et les eaux de mer beaucoup plus stables sont ainsi facilement réalisées. Le bras Baudissin, fjord allongé de 6 km de longueur sur 0,800 km de largeur, peu profond (15 m au maximum), situé au nord-ouest de la baie, présente des conditions hydrologiques très différentes. Il est en effet directement soumis à l'action des vents dominants de nord-ouest sud-est et il constitue de plus un réceptacle naturel aux eaux de pluie et de fonte des neiges coulant dans la vallée qu'il prolonge.

En fonction de ces considérations, nous avons choisi deux stations de prélèvements (figure 1) : 1) La station dite de la passe Royale, située sur une ligne joignant la pointe est de l'îlot Antares et la pointe Guitte, à 2 km de celle-ci (alignement Pointe-Morne - Ile du Chat). 2) La station dite du bras Baudissin, au niveau d'un coffre mouillé à 150 m de l'îlot du fond du fjord.

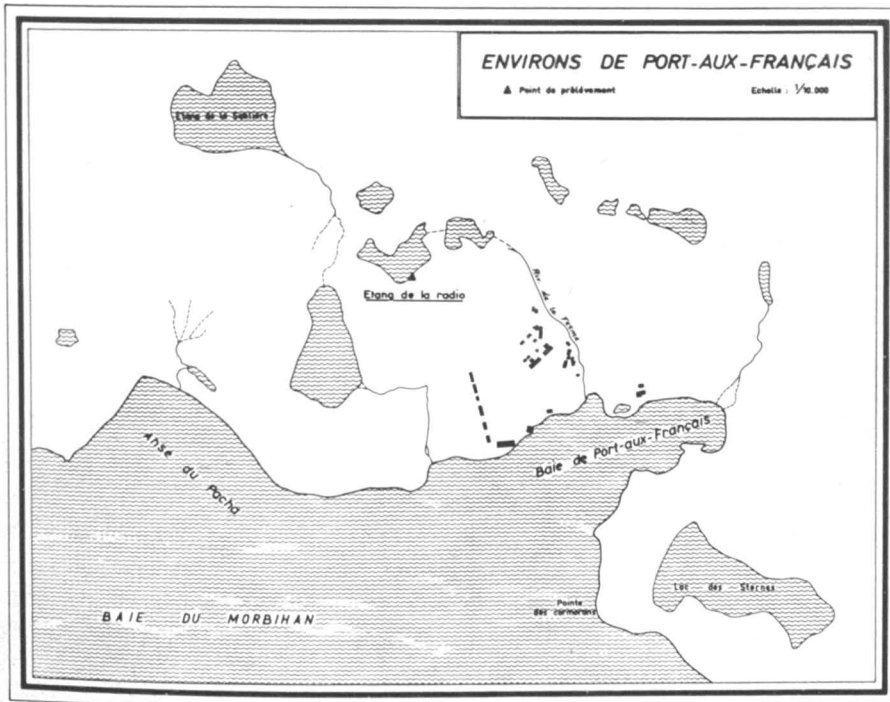


FIGURE 2: Carte des environs de la base de Port-aux-Français montrant la station de prélèvement de l'Etang de la Radio.

Par ailleurs, un biotope dulçaquicole, décrit dans une publication antérieure (Menet et Lagarde, 1968) a été également prospecté. Il s'agit de l'étang de la Radio situé à proximité immédiate de la base de Port-aux-Français (figure 2). Il sert de bassin collecteur alimentant en partie la rivière de la ferme qui se déverse elle-même dans la petite baie de Port-aux-Français.

Au niveau de l'embouchure de cette rivière, nous avons implanté une station d'étude de la diffusion de la pollution (Lagarde, Lesel, Menet, 1969).

LES TECHNIQUES DE PRÉLÈVEMENT

Les prélèvements d'eau à la station de la passe Royale ont été effectués avec des bouteilles à renversement de type Mécabulier à réservoir plastique, à partir d'un chaland. Les échantillonnages ont été réalisés en surface et à 5, 10, 20, 30 m et fond (40 – 45 m). A la station du bras Baudissin, peu profonde, seules les eaux de surfaces ont été prélevées directement. L'eau de l'étang de la Radio a été prélevée du bord à l'aide d'une seringue de Cornwall dont le tuyau était monté à l'extrémité d'une canne de 1,30 m de longueur.

CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Les eaux de mer des stations de la passe Royale et du bras Baudissin ont été divisées en 4 échantillons.

- un pour la mesure de la salinité
- un pour le dosage de certains cations
- un pour diverses analyses chimiques.

Ces trois fractions ont été conservées à -20°C jusqu'à l'exploitation des résultats en métropole.

— un 4^e échantillon, additionné de Lugol a été destiné à l'étude du phytoplancton.

MESURES EFFECTUÉES "IN SITU"

Le pH et le rH ont été systématiquement déterminés sur place par emploi d'un pH mètre – rH mètre de terrain. La température des eaux de la passe Royale a été mesurée grâce à des thermomètres à renversement aux niveaux suivants : surface, 5 mètres, 20 mètres, fond (40 – 45 m). Au bras Baudissin, la température a été mesurée directement (thermomètre au 1/10 de degré). À l'étang de la Radio, la température de l'eau a été mesurée grâce à un thermomètre enregistreur à relevé hebdomadaire.

En raison du programme particulièrement chargé de cette campagne, nous n'avons pu effectuer qu'un nombre relativement limité de mesures. Des inves-

tigations importantes telles que des mesures d'oxygène dissous et de productivité primaire sont ainsi incluses dans le plan de recherches de la prochaine campagne 1971-72, à l'issue de laquelle nous bénéficierons également des résultats des études en cours consacrées aux mouvements des eaux de la baie.

L'absence de moyens logistiques compatibles avec une prospection hors des limites de la baie du Morbihan, nous a de même empêché de réaliser une étude hydrologique comparative de la zone océanique proche. Cette étude pourra sans nul doute être réalisée au cours de la prochaine campagne.

MESURES EFFECTUÉES EN MÉTROPOLÉ

La chlorinité des eaux de mer a été mesurée à la burette de Knudsen, selon la méthode classique décrite par Oxner (1920), et la salinité totale déduite par application des tables de Knudsen (1901).

Les phosphates totaux ont été dosés par la méthode colorimétrique décrite par Murphy et Riley (1962) recommandée pour l'eau de mer par Strickland et Parsons (1968). La lecture de la réaction a été effectuée à 885 nm grâce à un spectrophotomètre Beckman DU.

Les nitrates ont été dosés au Technicon selon une méthode décrite dans un travail antérieur (Lagarde 1968), et consistant en une réduction par un sel d'hydrazine en milieu alcalin et dosage colorimétrique par le réactif de Griess à 540 nm.

Les sulfates ont également été dosés au Technicon (Lagarde, 1968) après précipitation par une solution gélatinée de chlorure de baryum et mesure néphélométrique à 480 nm.

Les ions Na^+ , K^+ , Ca^{++} , et Mg^{++} ont été dosés en spectrophotométrie d'absorption atomique grâce à un appareillage Perkin Elmer 303 (flamme acétylène-air).

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Les graphiques de la figure 3 ont été établis à partir des données fournies par la station météorologique de Port-aux-Français.

Résultats

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES (janvier 1967 à mars 1968)

Cette région du Sub-Antarctique est essentiellement caractérisée par un régime de vents quasi permanents soufflant essentiellement du sud-ouest au

nord-ouest avec des vitesses souvent importantes, allant jusqu'à 250 km/heure (figure 3).

Les pluies, fréquentes, sont cependant difficiles à mesurer de manière précise, en raison du principe même des pluviomètres utilisés. En effet, ces

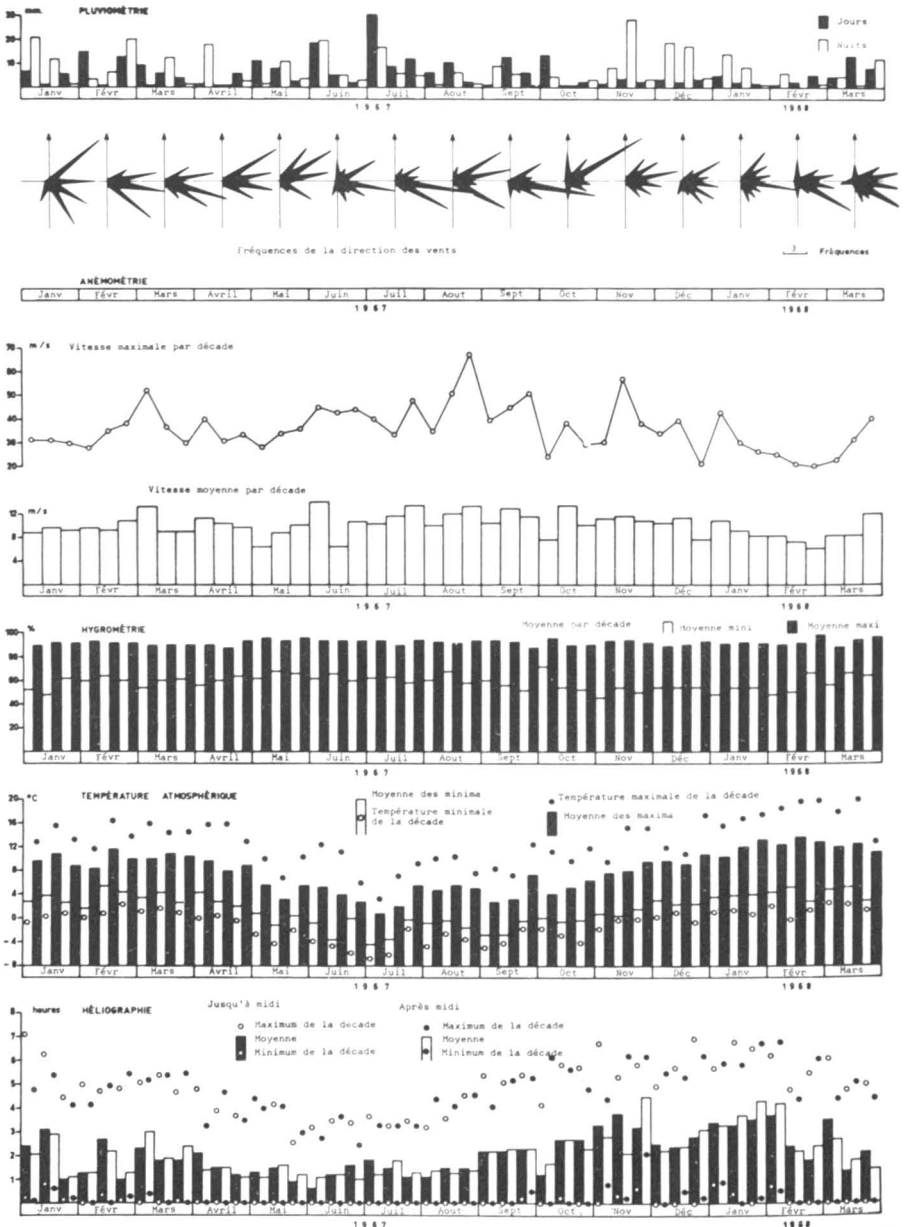


FIGURE 3: Les facteurs climatiques à Kerguelen, d'après les relevés de la station météorologique de Port-aux-Français (janvier 1967 à mars 1968).

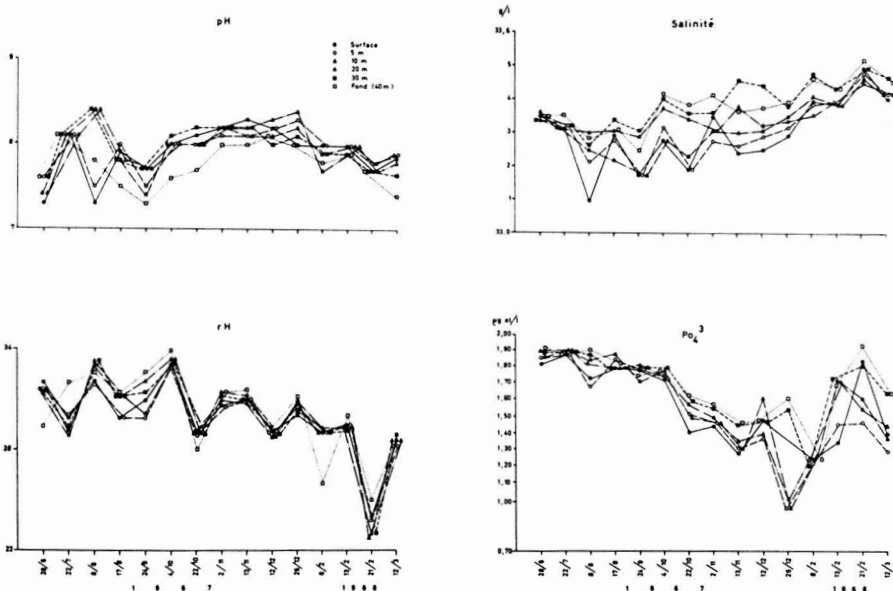
PASSE ROYALE

FIGURE 4 : Mesures de pH, rH, salinité, Phosphates aux six niveaux de la station dite de la Passe Royale.

appareils, du fait de la force des vents, ne collectent qu'une partie des précipitations qui tombent souvent presque horizontalement. Les mesures mentionnées sur le graphique de la figure 3 sont donc inférieures aux chiffres réels.

Les températures sont rarement négatives, sauf en juin-juillet (minimum -6°C) alors que les maxima ne dépassent pas 18°C (février-mars).

Les mesures héliographiques ont montré un ensoleillement moyen dans l'ensemble durant l'automne et l'été.

DONNÉES HYDROLOGIQUES À LA STATION DE LA PASSE ROYALE

Les mesures couvrent la période allant du 28 juin 1967 au 12 mars 1968, elles ont été effectuées sur 15 séries de prélèvements.

Température

Les températures extrêmes sont de 8.18°C (en surface, 12 mars 1968) et de 1.45°C (à 20 mètres, 22 juillet 1967). Les différences sont peu marquées d'un niveau à l'autre, et on note une augmentation générale de la température de la surface vers la profondeur pendant la période du 28 juin 1967 au

TABLEAU I

Données hydrologiques relevées à six niveaux de la station dite de la Passe Royale.

No	Dates de prélèvements	Profondeur (m)	Température °C	pH	rH	Cl ‰	S ‰	P. PO ₄ --- μ at g/l	S. SO ₄ --- ppm	N. NO ₃ --- ppb
1	28/6/67	0	2,45	7,3	32,0	18,46	33,35	1,82	900	35
2	"	5	2,40	7,6	31,6	18,46	33,35	1,86	900	30
3	"	10		7,4	31,6	18,45	33,34	1,87	900	32
4	"	20	2,40	7,4	31,6	18,47	33,36	1,90	900	46
5	"	30	2,45	7,6	31,4	18,45	33,34	1,89	900	31
6	"	F.50m.	2,50	7,6	29,4	18,46	33,35	1,92	1.000	37
7	22/7/67	0	1,80	8,1	29,8	18,44	33,32	1,89	900	60
8	"	5	1,60	8,1	30,0	18,45	33,33	1,89		50
9	"	10		8,1	29,2	18,44	33,32	1,90		44
10	"	20	1,45	8,1	28,8	18,44	33,32	1,90		36
11	"	30		8,1	29,4	18,45	33,33	1,90		39
12	"	F.50m.	1,50	8,1	32,0	18,47	33,36	1,89	875	46
13	8/8/67	0	1,82	7,3	32,0	18,32	33,10	1,74	850	54
14	"	5	1,80	7,5	31,8	18,39	33,22	1,69		42
15	"	10		8,4	33,0	18,41	33,25	1,85		42
16	"	20	1,82	8,4	33,2	18,43	33,30	1,84		46
17	"	30		8,4	33,2	18,41	33,26	1,88		42
18	"	F.50m	1,80	7,8	32,5	18,42	33,28	1,91	930	46
19	17/8/67	0	1,82	7,9	29,9	18,43	33,29	1,80	900	64
20	"	5	1,80	8,0	29,9	18,42	33,27	1,85		64
21	"	10		7,8	31,2	18,39	33,23	1,87		46
22	"	20	1,78	7,8	31,2	18,44	33,32	1,80		44
23	"	30		7,8	31,2	18,45	33,34	1,80		44
24	"	F.50m.	1,75	7,5	31,4	18,44	33,32	1,83	830	42
25	24/9/67	0	1,95	7,7	30,8	18,36	33,17	1,79	900	36
26	"	5	1,95	7,5	29,8	18,36	33,17	1,79		41
27	"	10		7,4	32,2	18,36	33,17	1,73		40
28	"	20	1,85	7,7	30,2	18,42	33,29	1,82		32
29	24/9/67	30		7,7	31,4	18,51	33,44	1,47		40
30	"	F.41m.	1,80	7,3	32,6	18,47	33,37	1,48	900	40
31	4/10/67	0	1,98	8,0	33,0	18,42	33,28	0,59	850	27

No	Dates de prélèvements	Profondeur (m)	Température °C	pH	rH	Cl ‰	S ‰	P. PO ₄ --- μ at g/l	S. SO ₄ --- ppm	N. NO ₃ - ppb
32	"	5	1,90	8,0	32,8	18,44	33,32	0,86		30
33	"	10		8,0	33,3	18,46	33,35	0,87		30
34	"	20	1,85	8,0	33,3	18,45	33,34	1,01		30
35	"	30		8,1	33,1	18,47	33,38	1,55		28
36	"	F.38m.	1,82	7,6	33,8	18,48	33,39	1,62	860	30
37	22/10/67	0	2,80	8,1	29,0	18,48	33,39	1,25	850	48
38	"	5	2,7	8,0	28,8	18,48	33,38	1,22		28
39	"	10		8,0	28,9	18,49	33,41	1,26		30
40	"	20	2,6	8,0	28,7	18,46	33,35	1,25		34
41	"	30		8,2	28,7	18,52	33,47	1,21		26
42	"	F.40m.	2,3	7,7	28,0	18,52	33,46	1,25	930	20
43	2/11/67	0	3,20	8,2	30,6	18,47	33,38	1,35	850	24
44	"	5	3,20	8,1	30,5	18,48	33,39	1,46		24
45	"	10		8,2	31,0	18,47	33,38	1,73		25
46	"	20	3,05	8,2	31,4	18,48	33,39	1,71		24
47	"	30		8,2	31,2	18,50	33,43	1,74		34
48	"	F.45m.	2,80	8,0	31,4	18,50	33,43	1,70	830	24
49	13/11/67	0	3,80	8,3	31,0	18,54	33,49	1,84	860	32
50	"	5	3,65	8,1	31,0	18,52	33,47	1,47		36
51	"	10		8,1	30,9	18,52	33,46	1,62		20
52	"	20	3,42	8,2	31,2	18,51	33,45	1,55		20
53	"	30		8,2	31,0	18,54	33,49	1,83		30
54	"	F.35m.	3,18	8,0	31,6	18,55	33,52	1,98	900	24
55	12/12/67	0	5,70	8,2	29,2	18,49	33,40	1,40	850	18
56	"	5	5,60	8,2	29,1	18,50	33,42	1,30		15
57	"	10		8,1	28,7	18,50	33,42	1,39		15
58	"	20	5,20	8,3	28,8	18,50	33,42	1,45		12
59	12/12/67	30		8,0	28,8	18,52	33,46	1,65		19
60	"	F.38m.	6,00	8,1	29,0	18,51	33,45	1,65	900	18
61	26/12/67	0	6,30	8,0	30,0	18,44	33,31	1,80		05
62	"	5	5,70	8,3	30,5	18,40	33,25	1,76	860	05
63	"	10	5,55	8,2	30,6	18,41	33,27	1,73	930	05
64	"	20	5,50	8,4	30,9	18,44	33,32	1,74		16
65	"	30		8,1	30,3	18,41	33,27	1,79		16
66	"	F.37m.	4,72	8,0	31,1	18,47	33,27	1,75		37
67	8/2/68	0	8,1	8,0	29,0	18,49	33,40	1,80		08
68	"	5	7,9	8,0	29,0	18,50	33,42	1,78	850	10

TABLEAU I (suite)

Données hydrologiques relevées à six niveaux de la station dite
de la Passe Royale.

No	Dates de prélèvements	Profondeur (m)	Température °C	pH	rH	Cl ‰	S ‰	P. PO ₄ --- μ at g/l	S. SO ₄ --- ppm	N. NO ₃ - ppb
69	"	10		7,9	29,0	18,37	33,19	1,41		05
70	"	20	8,0	7,7	29,2	18,37	33,19	1,53	900	08
71	"	30		7,9	29,0	18,39	33,23	1,50		07
72	"	F.36m.	7,0	7,8	26,1	18,45	33,34	1,57		08
73	13/2/68	0	6,9	8,0	29,9	18,46	33,36	1,60		25
74	"	5	6,9	8,0	29,9	18,47	33,38	1,64	900	20
75	"	10	7,0	8,0	29,8	18,46	33,35	1,45	900	16
76	"	20	6,8	8,0	29,8	18,41	33,27	1,46		19
77	"	30		7,9	29,7	18,44	33,31	1,46		27
78	"	F.33m.	6,32	7,9	30,6	18,44	33,31	1,50		16
79	21/2/68	0	7,50	7,7	24,2	18,46	33,36	1,56		30
80	"	5		7,8	23,8	18,50	33,42	1,58	900	28
81	"	10	7,32	7,8	23,0	18,40	33,24	1,29	900	22
82	"	20	7,30	7,7	22,8	18,41	33,26	1,32		21
83	"	30		7,7	23,0	18,43	33,30	1,32		20
84	"	F.40m.	6,40	7,7	25,2	18,47	33,37	1,36		20
85	12/3/68	0	8,18	7,85	28,5	18,46	33,36	1,46		19
86	"	5	7,71	7,9	28,2	18,52	33,46	1,47	860	16
87	"	10	7,91	7,9	28,5	18,40	33,25	1,49	850	20
88	"	20	7,57	7,8	28,6	18,42	33,28	1,39		12
89	"	30		7,65	28,8	18,44	33,31	1,61		18
90	"	F.38m.	6,81	7,4	28,3	18,44	33,32	1,40		20

26 décembre 1967. L'inversion se produit sur les prélèvements faits à partir du 8 février 1968, en période d'été les températures de l'eau diminuant naturellement avec la profondeur (tableau I et figure 5).

pH et rH

Le pH présente des variations sensibles ($\text{pH} = 7,3$ à $\text{pH} = 8,4$) plus marquées durant la première moitié de la série d'échantillonnages. D'une manière générale, les valeurs les plus basses ont été relevées au voisinage du fond et les plus élevées à -30 mètres, mais sur une série de prélèvements faits à des niveaux différents on peut quelquefois noter des variations importantes (échantillonnages du 8 août 1967).

Le rH varie aussi de manière marquée ($\text{rH} = 23$ à $\text{rH} = 33$) mais les valeurs mesurées aux divers niveaux restent cependant voisines, de sorte que seule l'allure générale de la courbe accuse des variations (tableau I et figure 4).

Salinité

À la passe Royale les variations de la salinité sont de faible amplitude, les valeurs extrêmes trouvées étant respectivement 33, 10 et 33,42 g %. Les salinités les plus basses sont observées en surface indépendamment de la saison, en raison des précipitations (tableau I et figure 4).

Phosphates

On note peu de variations dans les teneurs mesurées quel que soit le niveau ou la période d'observation. On observe, toutefois, une diminution légère, mais régulière, au cours de l'hiver puis une augmentation brusque, mais de courte durée, en février. Les teneurs les plus élevées sont toujours mises en évidence dans les eaux les plus profondes (tableau I et figure 4).

Nitrates

À la passe Royale, les teneurs en nitrates vont de 5 à 60 ppb. C'est en surface qu'en toute logique les variations les plus fortes ont été observées, les horizons plus profonds apparaissant plus stables. Les valeurs les plus élevées ont été relevées pendant l'hiver et l'inversion très nette entre la température et les taux de nitrates apparaît en octobre – novembre (tableau I et figure 5).

Sulfates

Les teneurs en sulfates sont pratiquement constantes quels que soient le niveau ou la période d'échantillonnage, elles sont de plus équivalentes à celles relevées dans d'autres biotopes marins (tableau I).

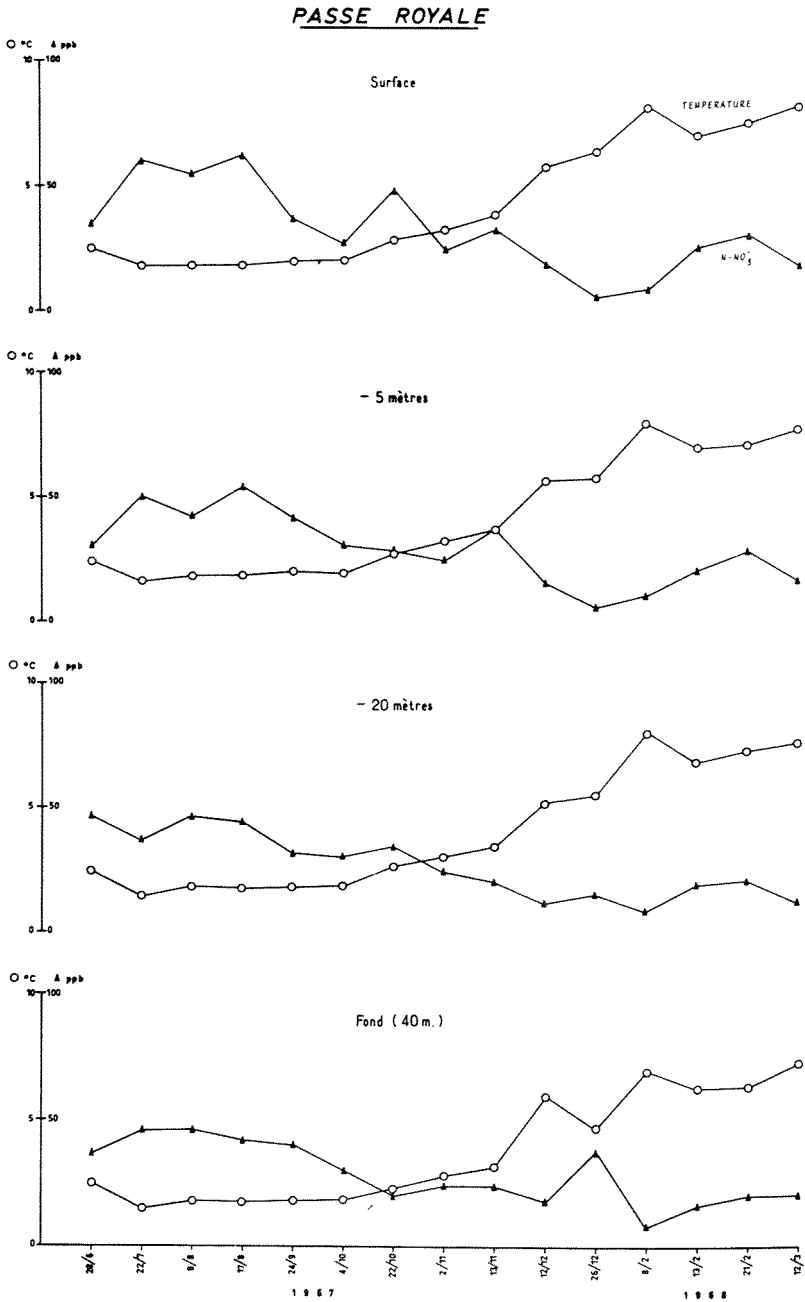


FIGURE 5 : Mesures de la température et des nitrates à quatre niveaux de la station dite de la Passe Royale.

Cations Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺

Les valeurs relevées pour Na⁺ (9,630 g par litre en moyenne) et pour K⁺ (0,433 g par litre) sont pratiquement constantes, donnant un rapport Na⁺ / K⁺ de 22,20.

Par contre, Mg⁺⁺ varie de 1,14 g à 1,80 g par litre et Ca⁺⁺ de 0,250 g à 0,437 g par litre.

Le rapport Mg⁺⁺ / Ca⁺⁺ oscille ainsi entre 3,66 et 4,54 (valeur moyenne = 4,10).

DONNÉES HYDROLOGIQUES À LA STATION DU BRAS BAUDISSION

Vingt-trois échantillonnages ont été effectués à cette station, entre le 6 mai 1967 et le 25 mars 1968. Les résultats des mesures, du fait de la topographie du fjord sont très sensiblement différents de ceux obtenus à la passe Royale.

Température

La température de l'eau de surface varie de 0,5°C (9 août 1967) à 9°C (22 février 1968) ; sa courbe d'évolution est irrégulière, car, ainsi que nous l'avons relaté plus haut, ce biotope est très directement soumis à l'influence de divers facteurs météorologiques parmi lesquels il faut retenir surtout, la température atmosphérique, les vents et les précipitations (tableau II et figure 6).

pH et rH

Le pH et le rH présentent aussi des variations importantes. Le pH évolue en effet de 6,4 à 8,2 et le rH de 19,6 à 33,0 (tableau II).

Salinité

Les mesures de salinité montrent trois chutes importantes en rapport avec de fortes précipitations (13 juin, 9 août et 5 octobre 1967). À ces valeurs correspondent bien évidemment des modifications profondes de la composition des eaux, comme nous le verrons plus loin. La salinité de l'eau de surface du bras Baudission varie ainsi de 6,27 à 32,35 g par litre (tableau II et figure 6).

Phosphates

Les teneurs en phosphate sont voisines de celles relevées à la passe Royale et paraissent peu affectées par les précipitations (à l'exception toutefois de l'échantillonnage du 9 août 1967 (tableau II)).

Nitrates

Les constatations faites à la passe Royale sont également valables pour la station du Bras Baudission. Élevées pendant la période hivernale, les teneurs

TABLEAU II

Données hydrologiques relevées dans les eaux de surface de la station dite du Bras Baudissin.

No	Date des prélèvements	Température °C	pH	rH	Cl ‰	S ‰	P. PO ---- μ at ⁴ . g/l	S. SO --- ppm ¹	N. NO - ppb ³
1	6/5/67	6,0	7,8	22,6	14,34	25,92	1,06	625	52
2	18/5/67	5,0	8,1	32,4	17,61	31,82	1,82	775	57
3	13/6/67	2,0	7,6	33,0	11,63	21,02	1,27	530	60
4	19/6/67	3,0	7,7	31,4	15,54	28,09	1,52	700	54
5	1/7/67	2,5	7,4	29,4	16,68	30,14	1,55	775	54
6	13/7/67	1,0	7,6	25,4	17,15	30,99	1,75	800	54
7	29/7/67	1,5	7,7	25,4	13,40	24,23	1,55	630	56
8	9/8/67	0,5	6,4	25,2	3,51	6,37	0,42	175	64
9	22/8/67	2,1	7,1	26,0	16,60	30,00	1,57	750	62
10	8/9/67	1,6	6,9	26,8	17,28	31,23	1,57	775	51
11	22/9/67	1,9	8,2	31,8	12,97	23,45	1,28	600	40
12	5/10/67	3,4	7,5	25,9	8,45	15,29	1,78	425	40
13	18/10/67	2,8	8,2	24,0	17,90	32,35	1,94	830	43
14	24/10/67	3,5	7,6	19,6	17,57	31,75	1,40	800	22
15	8/11/67	3,5	7,8	33,0	15,37	27,77	1,11	750	12
16	21/11/67	4,2	7,5	25,2	16,54	29,88	1,50	760	10
17	7/12/67	5,4	7,6	21,0	17,72	32,01	1,57	825	8
18	22/12/67	6,8	8,0	27,4	17,58	31,76	1,64	825	11
19	4/1/68	8,1	6,8	30,0	17,58	31,76	1,71	800	12
20	6/2/68	6,5	7,5	27,0	18,06	32,64	2,23	860	16
21	14/2/68	6,8	7,7	25,7	17,91	32,37	1,17	850	10
22	27/2/68	9,0	7,8	27,0	17,38	31,41	1,66	850	10
23	25/3/68	7,0	7,4	23,7	17,00	30,72	2,22	760	10

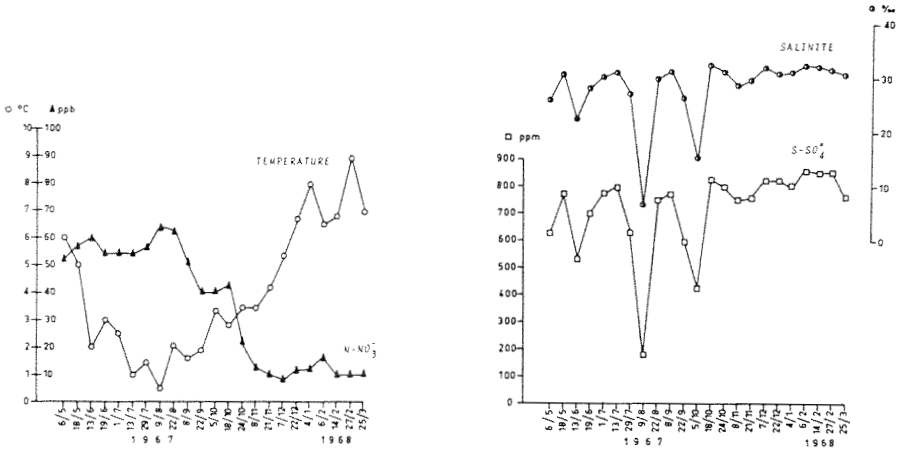
BRAS BAUDISSIN

FIGURE 6 : Mesures de température, nitrates, salinité, sulfates, dans l'eau de surface de la station dite du Bras Baudissin.

en nitrates s'abaissent au moment du réchauffement de l'eau et on observe sur le graphique, deux inversions très nettes des courbes de température et de nitrates se situant au début de l'hiver et à la fin du printemps (tableau II et figure 6).

Sulfates

À l'inverse des nitrates et des phosphates, les sulfates accusent de fortes variations directement liées à la dilution de l'eau de mer par les eaux de pluie ou de ruissellement. Les fluctuations de la courbe de teneurs en sulfates sont de ce fait rigoureusement parallèles à celles de la courbe de salinité (tableau II et figure 6).

Cations Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}

Les dosages de l'ion Na^+ ont donné des résultats comparables à ceux effectués sur les eaux de la passe Royale, ($6,66 < \text{Na}^+ < 9,20$ g/l). K^+ et Mg^{++} présentent des teneurs inférieures ($0,200 < \text{K}^+ < 0,400$ g/l, $0,86 < \text{Mg}^{++} < 1,34$ g/l) alors que les quantités de Ca^{++} sont supérieures à celles des eaux de la passe Royale ($0,287 < \text{Ca}^{++} < 0,525$ g/l⁽¹⁾). Nous reviendrons plus loin sur ces considérations.

1. Nous avons volontairement exclu des calculs, les valeurs trouvées sur les échantillons récoltés au bras Baudissin, les 13 juin, 9 août et 5 octobre 1967, en raison du fait que les prélèvements, effectués après de fortes perturbations d'ordre météorologique, ne nous ont pas paru être suffisamment représentatifs du biotope étudié.

TABLEAU III

Données hydrologiques relevées dans les eaux de surface de la station de l'Étang de la Radio.

Prélèvements		Températures		pH	rH	P. PO ₄ --- μ at . g/l	S. SO ₄ --- ppm	N. NO ₃ --- ppb
N°	Dates	atm. °C	°C eau					
1	7/6/67	7,5	1,0	8,5	36,2	0,05		
2	15/6	1,5	0,5	5,6	28,4	0,00		
3	23/6	1,0	-0,8	9,2	31,2	0,02		
4	29/6	1,5	0,0	7,9	29,6	0,12		
5	7/7	-2	-0,5			0,10		
6	15/7	1,7	0,0	8,6	29,6	0,12		
7	20/7	3,6	0,0	9,4	35,8	0,11		
8	27/7	3,6	0,8	5,7	27,6	0,06		
9	3/8	2,0	0,0	8,9	29,0	0,01		
10	11/8	3,5	1,5	6,9	28,4	0,06		
11	18/8	7,0	2,0	7,8	27,4	0,08		
12	23/8	5,5	2,5	7,8	28,8	0,03		
13	31/8	4,0	1,0	6,7	30,0	0,54		
14	7/9	2,3	1,2	9,0	34,8	0,18		
15	15/9	0,5	1,0	8,0	36,5	0,19		
16	21/9	6,5	1,5	9,3	32,8	0,20		
17	28/9	5,3	5,0	7,6	30,0	0,00		
18	5/10	3,5	4,0	6,8	25,2	0,02		
19	12/10	4,5	5,5	8,6	33,0	0,20		
20	20/10	6,0	3,0	8,0	28,2	0,04		
21	26/10	13,5	5,5	6,4	24,8	0,04		
22	3/11	12,3	5,2	8,6	31,0	0,03		
23	9/11	8,7	9,5	6,4	24,0	0,04		
24	16/11	7,5	5,5	6,4	26,8	0,08		
25	23/11	5,0	9,5	8,0	28,2	0,07		
26	30/11	10,0	11,5	5,4	26,8	0,03		
27	7/12	9,5	8,0	6,1	23,6	0,00		
28	14/12	9,0	10,5	6,6	26,4	0,00		
29	21/12	18,5	12,3	8,8	33,0	0,09		
30	28/12	6,0	8,2	5,8	26,4	0,00		
31	4/1/68	14,0	13,0	7,2	33,0	0,05		
32	12/1	5,7	6,5	7,3	29,0	0,02		
33	18/1	12,5	10,0	7,0	29,6	0,14		
34	25/1	18,5	11,7	6,3	29,2	0,26		
35	1/2	8,7	9,5	7,9	30,8	0,05		
36	9/2	10,8	10,5	8,3	29,3	0,04		
37	16/2	13,5	13,1	7,5	31,5	0,05		
38	22/2	9,3	9,4	7,8	26,05	0,06		
39	29/2	12,5	13,7	6,9	22,3	0,07		

1 < S. SO₄ --- < 1,5 ppm

30 < N. NO₃ --- < 60 ppb

DONNÉES HYDROLOGIQUES À LA STATION DE L'ÉTANG DE LA RADIO

Trente-neuf échantillonnages d'eau de surface ont été réalisés, entre le 7 juin 1967 et le 29 février 1968.

Température

En raison de la faible profondeur de l'étang, on observe des variations quelquefois très accusées d'un prélèvement à l'autre. (21 et 28 décembre 1967). Les températures extrêmes relevées vont de $-0,80^{\circ}\text{C}$ à $18,5^{\circ}\text{C}$ (tableau III).

pH et rH

Le pH montre des fluctuations marquées (pH = 5,4 à pH = 9,4) liées à la nature des eaux alimentant le plan d'eau, ainsi que le rH qui évolue entre rH = 22,3 et rH = 36,2 (tableau III).

Phosphates

Les teneurs en phosphates des eaux de l'étang de la Radio sont nettement plus faibles que celles mesurées aux stations marines de la passe Royale et du bras Baudissin. Elles évoluent en effet, entre 0 et $0,54 \mu \text{at. g P.P.O}_4^{---}$ /litre (tableau III).

Nitrates

Pour des raisons d'ordre technique, nous avons seulement pu mesurer les nitrates dans un lot réduit d'échantillons. Les teneurs relevées vont de 30 à 60 ppb (tableau III).

Sulfates

Les eaux de l'étang de la Radio sont très pauvres en sulfates (1 à 1,5 ppm de S. $\text{SO}_4 =$ par litre) (tableau III).

Cations Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}

Les teneurs relevées dans ces eaux sont faibles et très fluctuantes comme le montrent les chiffres suivants : $12,6 < \text{Na}^+ < 32,2 \text{ mg/1.}$, $0,77 < \text{K}^+ < 1,52 \text{ mg/1.}$, $1,62 < \text{Mg}^{++} < 3,78 \text{ mg/1.}$, tr. $< \text{Ca}^{++} < 2,10 \text{ mg/1.}$ Le rapport Na^+/K^+ varie donc de 16,84 à 20,24 et le rapport $\text{Mg}^{++}/\text{Ca}^{++}$ évolue de 1,96 à 2,82.

Discussion

Les résultats rapportés ci-dessous montrent que des variations importantes affectant certains composés minéraux présents dans les eaux surviennent au cours de l'année. Les nitrates et les phosphates, éléments biogènes par excellence, présentent des fluctuations qui sont en rapport direct avec les processus

TABLEAU IV

Pourcentage des différents cations (par rapport à la salinité totale)
et fluctuations relatives, aux stations de la Passe Royale (P. R.), du
Bras Baudissin (B. B.) et de l'Étang de la Radio (E. R.).

CATIONS	Passe Royale (P.R.)			Bras Baudissin (B.B.)			Étang de la Radio (E.R.)			
	<i>Pourcentage Moyen</i>			<i>Fluctuation relative maximale</i>			<i>Fluctuation relative moyenne</i>			
	D'après ROUCH (1946)	P.R.	B.B.	E.R.	P.R.	B.B.	E.R.	P.R.	B.B.	E.R.
Na ⁺	30,59	28,90	28,50	—	—	11,6	—	—	2,2	—
K ⁺	1,11	1,30	1,21	—	—	17,3	—	—	5,7	—
Na ⁺ /K ⁺	27,60	22,20	23,90	18,54	—	16,3	40,2	—	4,9	9,2
Mg ⁺	3,73	4,44	3,86	—	23,2	25,6	—	6,9	6,3	—
Ca ⁺⁺	1,20	1,09	1,41	—	31,2	33,3	—	7,7	11,4	—
Mg ⁺⁺ /Ca ⁺⁺	3,11	4,10	2,80	2,39	40,5	41,4	40,2	10,7	12,1	18,0

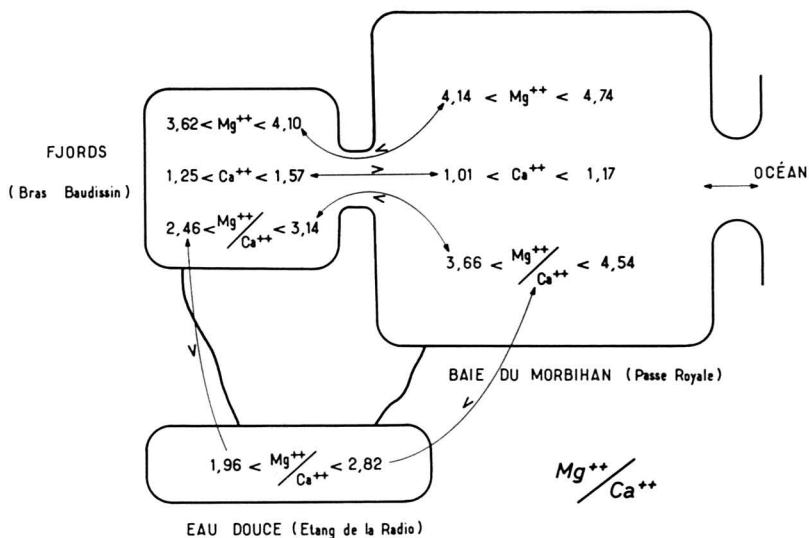


FIGURE 7 : Schéma proposé pour expliquer les variations de K^+ et Na^+ (exprimés en % de la salinité totale), les échanges entre les eaux douces et les eaux marines et les variations du rapport Na^+/K^+ .

de productivité primaire se développant au sein des masses d'eau marine, de faible profondeur en l'occurrence. Les variations des teneurs en sulfates s'expliquent, au bras Baudissin, uniquement par l'influence des précipitations et des lessivages terrigènes consécutifs. A la passe Royale, les taux de sulfates sont pratiquement constants quelle que soit la saison. Les fluctuations des anions s'expliquent ainsi d'une manière logique, par l'intervention des cycles biologiques ou par l'influence de facteurs climatiques.

Le problème des variations de certains cations est plus difficile à aborder. Depuis les travaux de Dittmar (1884) il est en effet devenu classique de considérer que l'eau de mer, malgré sa complexité, présente une composition stable, les proportions relatives de ses constituants restant toujours les mêmes. Il est cependant admis maintenant, en raison des progrès réalisés dans l'application des techniques analytiques, que la constante de Dittmar peut évoluer, de 1,377 à 1,420 selon Rouch (1946).

Le tableau IV met en lumière les différences relevées à la passe Royale et surtout au bras Baudissin par rapport aux valeurs moyennes citées par Rouch. Nous référant seulement aux valeurs de Na^+ , K^+ , Ca^{++} et Mg^{++} , nous tenterons de formuler une hypothèse relative aux légères variations observées, et nous utiliserons pour ce faire les pourcentages ioniques, de manière à éliminer les variations inhérentes aux fluctuations de la salinité.

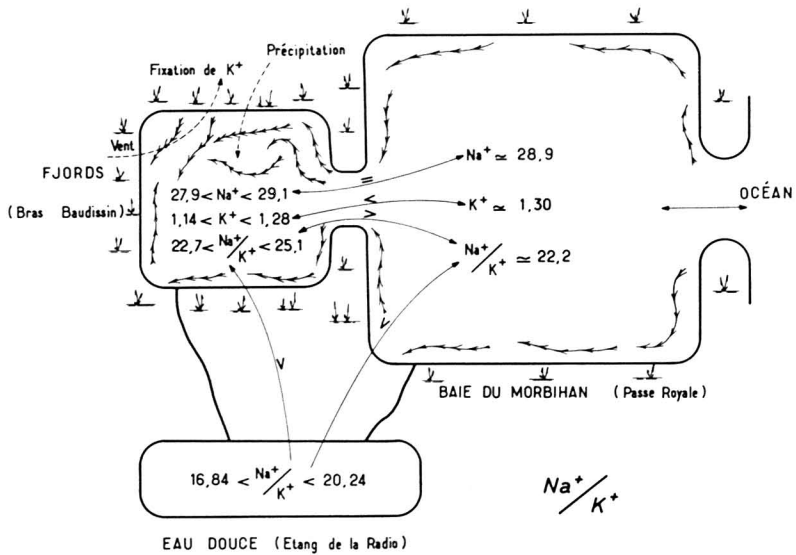


FIGURE 8 : Schéma proposé pour expliquer les variations de Mg^{++} et Ca^{++} , les échanges entre les eaux douces et les eaux marines, et les variations du rapport Mg^{++}/Ca^{++} .

Au bras Baudissin, pourtant fortement soumis aux apports d'eaux de ruissellement, Na^+ et K^+ montrent des variations moyennes faibles, 2,2% et 5,7 % respectivement (tableau IV et figure 7). À la passe Royale, nous avons constaté une remarquable constance des teneurs en Na^+ et en K^+ (variation inférieure à 1 % expliquant les "blancs" du tableau IV).

Des fluctuations plus importantes sont enregistrées pour Ca^{++} et Mg^{++} aux deux stations marines (tableau IV et figure 8). Les différences entre les stations du bras Baudissin et de la passe Royale s'expliquent logiquement si l'on considère que l'eau douce, plus riche en Ca^{++} que l'eau de mer, fait baisser le rapport Mg^{++}/Ca^{++} , et ce d'une manière plus marquée au bras Baudissin, davantage affecté par les apports terrigènes.

Il devrait en être de même en ce qui concerne le rapport Na^+/K^+ ; l'eau de ruissellement, relativement enrichie en K^+ par rapport à l'eau de mer, devrait abaisser Na^+/K^+ de façon plus marquée au bras Baudissin. Pourtant les valeurs du rapport y sont légèrement supérieures à celles relevées à la passe Royale. Cette anomalie apparente semble liée principalement à un appauvrissement en K^+ puisque les valeurs de Na^+ sont pratiquement identiques aux deux stations marines² (figure 7). Pour tenter d'expliquer ce phénomène, nous pensons

2. Dans les conditions expérimentales de dosages de K^+ et Na^+ , la précision obtenue peut être estimée à 2%. Les différences observées, quoique faibles, restent donc significatives.

que l'hypothèse suivante peut être proposée : l'eau douce étudiée a été prélevée dans une région pratiquement vierge d'implantation végétale. Les eaux de ruissellement arrivant réellement aux fjords traversent la zone de végétation, laquelle à Kerguelen, est presque exclusivement côtière. Il est donc possible qu'au niveau de cette zone s'opère une fixation plus ou moins intense de K^+ , comme le suggèrent les nombreux travaux cités par Javillier et coll. (1959). La vérification de cette hypothèse est incluse dans le programme de recherches actuellement en cours d'exécution.

Références

- DELEPINE, R., 1963. Les discontinuités océanographiques dans l'ouest de l'Océan Indien, d'après la température de l'eau de mer superficielle. *Bull. CNFRA*, **3**: 25.
- HUREAU, J. C., 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **68**, n° 1391, 250 p., 89 fig., 69 tabl. (sous presse).
- JAVILLIER, M., M. POLONOVSKI, M. FLORKIN, P. BOULANGER, M. LEMOIGNE, J. ROCHE, et R. WURMSER, 1959. *Traité de biochimie générale*. Masson éd. Paris.
- KNUDSEN, M., 1901. Hydrographical tables. Copenhagen, G. E. C. Gad.
- LAGARDE, E., 1968. Contribution à l'étude de la réduction bactérienne des composés oxygénés de l'azote minéral, dans des milieux sédimentaires lagunaires et marins. *Bull. Ass. Dipl. Microbiol., Nancy*, **110**: 25.
- LAGARDE, E., R. LESEL, et J. P. MENET, 1969. Contribution à l'étude écologique des milieux sub-antarctiques. II. Recherches préliminaires sur la pollution bactérienne de la Baie de Port-aux-Français. *Bull. Ass. Dipl. Microbiol., Nancy*, **115**: 1.
- MENET, J. P. et E. LAGARDE, 1968. Effets de l'ozone atmosphérique sur les peuplements bactériens d'un biotope sub-antarctique. *C. R. Acad. Sci.*, **267**: n° 23, Série D, 2041.
- MURPHY, J. and J. P. RILEY, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, **37**: 31.
- OXNER, M., 1920. Manuel pratique de l'analyse de l'eau de mer. I. Chloruration par la méthode de Knudsen. *Bull. C. I. E. S. M. M.*, **3**: 36p.
- PERES, J. M. et L. DEVEZE, 1963. Océanographie biologique et biologie marine. II. Paris: Presses universitaires de France, pp. 1-514.
- ROUCH, J., 1946. *Traité d'océanographie physique*. Paris: Payot, I, p. 66.
- STRICKLAND, J. D. H. and T. R. PARSONS, 1968. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, **167**: 1-311.

HERMAPHRODISME PROTÉRANDRIQUE CHEZ UNE CREVETTE
DE LA FAMILLE DES CRANGONIDÉS,
ARGIS DENTATA RATHBUN¹

J. FRÉCHETTE, G. W. CORRIVAUT

Département de biologie, Université Laval, Québec, Québec

et

R. COUTURE

Service de Biologie, Direction des Pêches, Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec

Résumé

Une étude écologique des populations d'*Argis dentata*, au large de Grande-Rivière, complétée par celle de l'évolution de l'appareil génital démontre l'existence de protandrie chez cette espèce.

Les courbes de fréquence de longueur sont caractéristiques d'une espèce protandre; les femelles vivent cinq ans et plus, tandis qu'aucun mâle ne dépasse l'âge de deux ans. Le rapport numérique chez les jeunes individus est en faveur des mâles; les individus plus âgés ne comprennent que des femelles.

Les observations morphologiques et histologiques corroborent ces résultats. On observe la présence d'un vestige du canal déférent chez des femelles matures, ainsi que la dégénérescence de la glande androgène chez les mâles âgés. Chez quelques types transitoires, l'appareil génital est intermédiaire entre celui du mâle et celui de la femelle; le canal déférent et la glande androgène sont présents sous une forme dégénérée, la gonade est remplie de jeunes ovocytes.

Abstract

An ecological study of populations of *Argis dentata*, off the coast of Grande-Rivière, complemented by a study of the development of the genital system, proves the existence of protandry in that species.

Length frequency curves are typical of protandric species, the females living five years or more and the males not exceeding two years of age. In young populations, males are more numerous than females, but older populations comprise females only.

1. Travaux sur les Pêcheries du Québec n° 39, Direction des Pêches, Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.

These results are confirmed by morphological and histological observations. One can observe the presence of a remnant of a vas deferens in some mature females, as well as the degeneration of the androgenic gland in old males. In some transitory forms, the genital system is of an intermediary type between that of the male and that of the female: the vas deferens and the androgenic gland are atrophied and the gonad is full of young oocytes.

Introduction

L'inventaire systématique des décapodes nageurs des eaux de la baie des Chaleurs a mis en relief les nombreuses lacunes de nos connaissances sur les cycles vitaux de plusieurs espèces de crevettes repérées dans la région de Grande-Rivière. L'étude de la dynamique des populations d'*Argis dentata* s'est avérée particulièrement profitable pour l'enrichissement de nos connaissances sur les mécanismes physiologiques de sa reproduction. En effet, la disparition radicale des mâles d'un âge supérieur à deux ans, concomitante à une augmentation du nombre des femelles d'un âge supérieur à trois ans, nous amène à soupçonner l'existence d'un protandrisme jusqu'à ce jour ignoré dans les populations d'*Argis dentata*.

Le protandrisme, appelé aussi hermaphrodisme protérandrique par un certain nombre d'auteurs, est un phénomène d'inversion sexuelle de mâle à femelle très bien connu pour quelques espèces de crevettes. Yaldwin (1966) a dénombré une dizaine d'espèces protandres. Dans la famille des Pandalidés, ce type d'hermaphrodisme se rencontre dans la plupart des espèces, à l'exception de *Pandalus bonnieri* (Pike, 1952) et *Pandalus propinquus* (Jaegersten, 1936), admis actuellement comme espèces gonochoriques. Parmi les Pandalidés protandres, citons *Pandalus borealis* (Allen, 1959, Carlisle, 1959, Charniaux-Cotton, 1963, Berreur-Bonnenfant et Charniaux-Cotton, 1965), *Pandalus platyceros* (Hoffman, 1968-69), *Pandalus montagui* (Allen, 1963). Ce sont les espèces les mieux étudiées. *Lysmata seticaudata*, espèce protandre de la famille des Hyppolitidés, a aussi fait l'objet de nombreux travaux de recherches (Carlisle, 1953, Charniaux-Cotton, 1958-59).

Dans la famille des Crangonidés dont fait partie le genre *Argis*, aucun cas de protandrisme n'a encore été décrit; Boddeke (communication personnelle) s'intéresse actuellement à ce problème chez *Crangon vulgaris*.

Pour vérifier si l'hypothèse d'un protandrisme pouvait être soutenue au cours du cycle vital de la crevette *Argis dentata*, nous avons entrepris depuis 1969 un travail systématique sur la physiologie de sa reproduction, en étudiant la morphologie des gonades et des organes endocrines, plus spécialement de la glande androgène de cette crevette, en relation avec certaines observations écologiques.

Dans la première partie de cette étude, nous rapportons des observations écologiques sur les populations qui nous permettent de légitimer l'hypothèse

de la présence d'un protandrisme au sein des populations de *A. dentata* ; puis, dans une seconde partie, nous étayons notre hypothèse par l'étude de l'évolution morphologique et histologique de l'appareil génital en fonction de la glande androgène, tant dans les populations mâles que femelles.

Méthodes

Les spécimens furent récoltés à l'aide d'un chalut à perche et d'un chalut à panneaux. Le chalut à perche utilisé mesure 3 mètres de largeur sur $\frac{3}{4}$ de mètre de hauteur, tandis que le chalut à panneaux, qui est un modèle réduit du chalut plat à crevettes employé par plusieurs pêcheurs professionnels du Golfe du Mexique, mesure 4 mètres de largeur sur 1 mètre de hauteur. Les deux types d'engins sont faits de filet de nylon à mailles de 19 mm et, dans les deux cas, la poche terminale est doublée à l'intérieur d'un second filet de nylon à mailles de 6 mm. Cette doublure du filet principal rend possible la capture des petits individus.

TABLEAU I

Caractéristiques des stations d'échantillonnage
d'*Argis dentata* à Grande-Rivière en 1967, 1968 et 1969.

Stations	Latitude Nord	Longitude Ouest	Profondeur (mètres)
A	48° 22' 40"	60° 25' 45"	55
B	48° 22' 08"	64° 24' 35"	64
C	48° 21' 40"	64° 22' 50"	73
D	48° 21' 24"	64° 22' 35"	82
E	48° 21' 05"	64° 22' 30"	91
F	48° 20' 15"	64° 21' 50"	110
G	48° 18' 54"	64° 20' 30"	117

Pour échantillonner la population, nous avons choisi sept stations au large de Grande-Rivière (figure 1). On retrouvera dans le tableau I les principales caractéristiques de ces stations. En 1967 et 1968, nous avons capturé des spécimens aux stations A, C, E, F et G, du mois de mai au mois de septembre, à toutes les trois semaines ; en 1969, les stations A, B et D ont été visitées à des intervalles de deux semaines. Aux stations A et B sont groupés les jeunes individus tandis que les adultes se rencontrent surtout aux stations de profondeur plus grande.

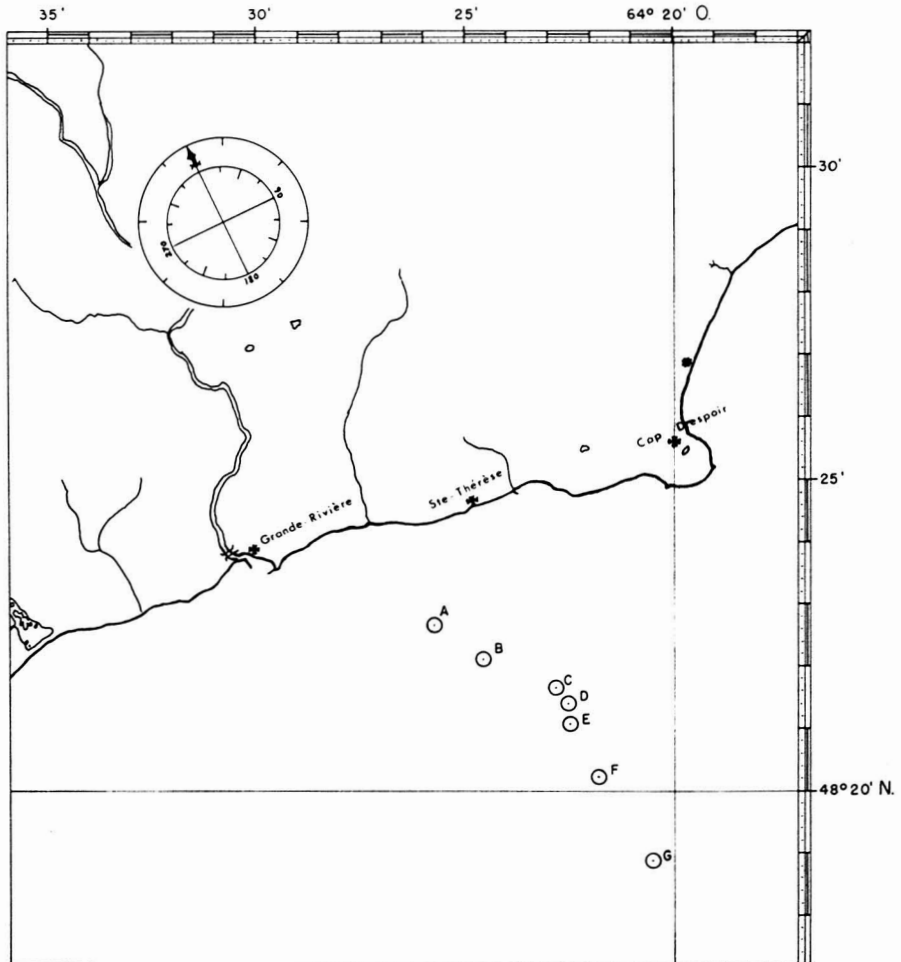


FIGURE 1. — Carte montrant les stations de prélèvement d'*Argis dentata* à Grande-Rivière, Gaspé.

La détermination du sexe a été faite par l'examen des caractères sexuels secondaires. Le mâle se distingue de la femelle par la présence d'un appendice interne sur chacun des endopodes de la seconde paire de pléopodes (figure 2). La taille ainsi que la présence de quelques soies en forme de crochets sur les endopodes de la première paire de pléopodes sont des caractères utiles pour l'identification du sexe mâle ; cependant ces distinctions ne sont significatives que pour les classes d'individus matures.

DESCRIPTION DU MILIEU

Les températures de fond au large de Grande-Rivière sont assez stables. En 1967, nous observons à 55 mètres, une température de 0.2°C le 24 mai et de 3.2°C à la fin de septembre, soit une variation de l'ordre de 3 degrés.

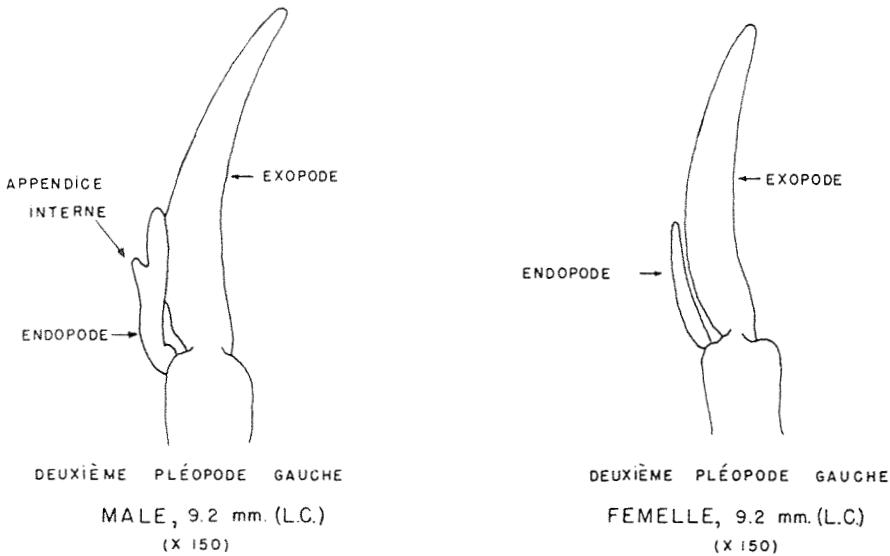


FIGURE 2. — Caractères sexuels secondaires chez *Argis dentata*.

À 73 mètres la température est de -0.2°C à la fin de mai et de 1.8°C à la fin de septembre, soit un écart de 2.0°C . À partir de 90 mètres, la température est inférieure à 1.0°C et les variations sont très faibles. En 1968, nous enregistrons des températures qui sont sensiblement les mêmes. Des résultats similaires ont été enregistrés par d'autres auteurs en 1960 (Lacroix et Filteau, 1969).

Comme le substrat est susceptible de jouer un rôle important dans la distribution d'*A. dentata*, nous avons établi la texture des substrats à l'aide du triangle textural de Powers et Robertson (1968). À Grande-Rivière, du rivage à 50 mètres, les fonds sont rocheux et sableux. À 55 mètres, le substrat a une texture sableuse. Par la suite, la texture passe graduellement de sable limoneux (73 mètres) à limon sableux (91 mètres). De 55 à 91 mètres de profondeur, on note également une assez forte proportion de petites pierres ayant entre 2 et 200 mm de diamètre.

Résultats

OBSERVATIONS ÉCOLOGIQUES

La détermination de l'âge par la méthode des fréquences de longueur s'est avérée satisfaisante pour l'étude des populations d'*A. dentata* à Grande-Rivière. Les critères validant cette technique ont été respectés. Cependant, pour confirmer les résultats, nous avons également utilisé la technique décrite par Cassie (1950, 1954, 1962). Cette méthode permet de séparer les différents groupes composant une courbe de distribution polymodale par l'utilisation du papier

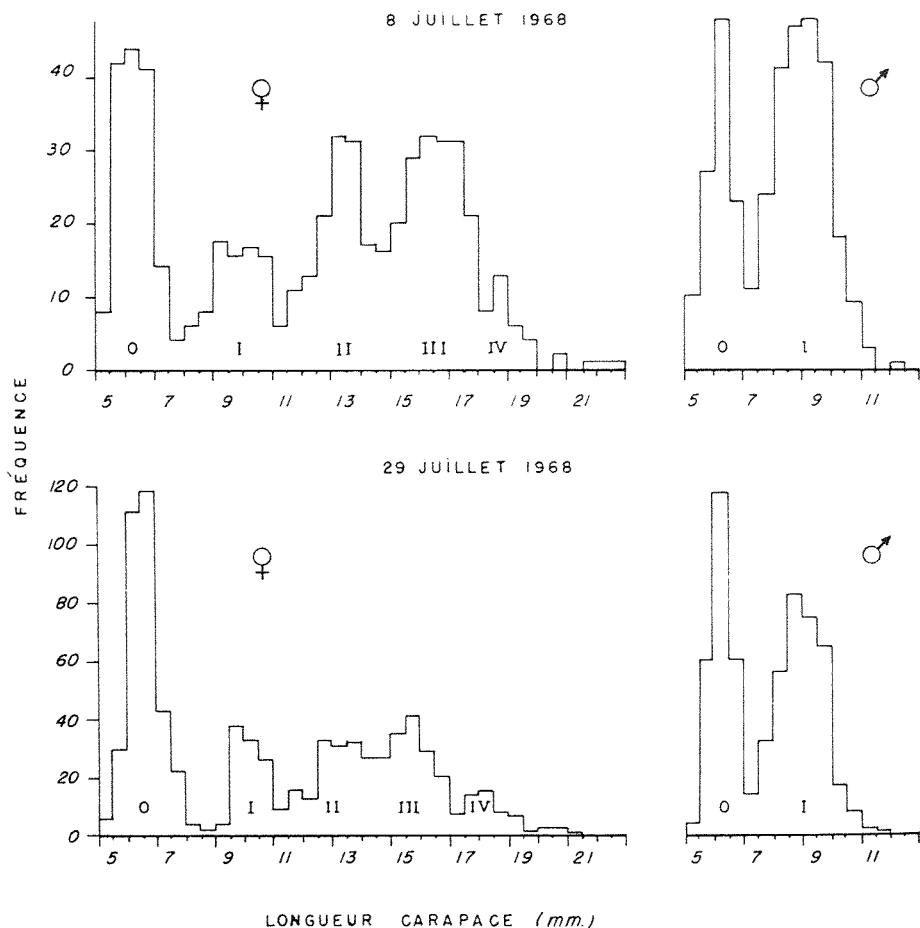


FIGURE 3. — Courbes de distribution de fréquences pour deux échantillons d'*Argis dentata* prélevés à Grande-Rivière en 1968. Les chiffres romains sous chacun des modes indiquent les classes d'âge.

graphique de probabilité. Elle permet également de déterminer le nombre d'individus de l'échantillon total appartenant à chaque classe d'âge.

Nous retrouvons à la figure 3 les courbes de répartition des fréquences de longueur de deux échantillons pris en 1968. Les différents sommets de chacune de ces courbes correspondent aux modes des courbes relatives à chaque groupe d'âge. Ces courbes ont été numérotées de 0 à IV pour les femelles et de 0 à I pour les mâles. La classe 0 comprend les individus d'un an, la classe I les individus de deux ans, et ainsi de suite. Dans les courbes de répartition de tous les échantillons de 1967, 1968 et 1969, on retrouve sans exception ces classes d'âge plus ou moins superposées; les deux échantillons présentés ici (figure 3) permettent une nette visualisation de ces classes d'âge.

Comme l'indiquent ces courbes, il existe une différence importante entre la longévité des mâles et celle des femelles. Les femelles vivent cinq ans et plus,

tandis qu'aucun mâle ne dépasse l'âge de deux ans. Une telle disproportion entre les âges est rarement observés chez les crevettes gonochoriques. Habituellement, les courbes de distribution des fréquences de longueur des mâles et des femelles chevauchent du début à la fin, indiquant un cycle vital égal pour les deux sexes. Les courbes données par Allen (1960) pour *Crangon allmani* et par Squires (1967) pour quelques Hippolytids de la baie d'Hudson le démontrent bien. De nombreux autres exemples peuvent également être cités, tant pour les Caridés (Allen 1964, 1965) que pour les Péneidés (Kutkuhn, 1966).

TABLEAU II

Rapport numérique entre les sexes pour *Argis dentata* de classe d'âge I à Grande-Rivière en 1967 et en 1968.

Année	Femelles		Mâles		Rapport ♂ / ♀
	Total	N./min.	Total	N./min.	
1967	539	1.6	1061	3.2	2.0 — 1
1968	505	1.3	1272	3.4	2.5 — 1

Les espèces présentant un dimorphisme sexuel affectant particulièrement la taille de l'un des deux sexes, peuvent avoir une distribution de fréquence semblable à celle que nous avons observée pour *A. dentata*. Un dimorphisme sexuel affectant la taille exige un taux de croissance différent pour chaque sexe. Or, chez *A. dentata* les taux de croissance des mâles et des femelles sont presque identique (Couture, 1970).

Les courbes de fréquence et le rapport entre les âges chez *A. dentata* se rapprochent beaucoup de ceux des espèces protandres. Citons les courbes données par Haynes et Wigley (1969) pour *Pandalus borealis* et celles de Allen (1963), de Couture et Trudel (1969) pour *Pandalus montagui*.

Le rapport numérique entre les sexes, au niveau de la classe I est en faveur des mâles (tableau II). À cause des effets probables de la sélectivité, ce rapport au niveau de la classe 0, qui est également en faveur des mâles, ne peut être considéré comme significatif. En 1967, chez les individus de la deuxième année, la répartition des sexes est de 2.0 mâles pour une femelle. En 1968, ce rapport est de 2.5 mâles pour une femelle. Chez *P. montagui*, espèce protandre, on trouve un rapport de 9 mâles pour une femelle au niveau de la classe I (Couture *et al.*, 1969). Pour une même espèce, ce rapport peut varier selon les différentes populations étudiées (Haynes et Wigley, 1969) ; cependant, malgré ces variations, le rapport est toujours à l'avantage des mâles, durant les années où les mâles sont matures, chez les espèces protandres.

Selon de nombreux travaux, les espèces gonochoriques ont un rapport mâles-femelles généralement égal à un ou même parfois favorable aux femelles (Allen, 1960, 1962, 1965 ; Pike 1954).

TABLEAU III
Comparaison du nombre de femelles appartenant aux classes d'âge I et II en 1967.

Dates	Classe I		Classe II		Augmentation N./min.
	N. total	N./min.	N. total	N./min.	
24 mai 1967	46	1.0	111	2.7	1.7
30 juin	161	2.3	334	4.7	2.4
27 juillet	61	2.0	79	2.6	0.6
14 août	71	1.2	121	2.0	0.8
5 septembre	104	1.7	168	2.8	1.1
27 septembre	96	1.6	76	1.3	-0.3
TOTAL	539		889		
N. moy./min.		1.6		2.7	1.1

TABLEAU IV
Comparaison du nombre de femelles appartenant respectivement aux classes d'âge I et II en 1968.

Dates	Classe I		Classe II		Augmentation N./min.
	N. total	N./min.	N. total	N./min.	
27 mai 1968	64	1.0	191	3.2	2.2
17 juin	114	1.5	185	2.5	1.0
8 juillet	91	1.2	141	1.9	0.5
29 juillet	143	1.5	168	1.8	0.3
21 août	(51) ¹	(1.7) ¹	—	—	—
18 septembre	42	0.6	137	1.8	1.2
N. total	454		822		
N. moy./min.		1.2		2.2	1.0

1. Ces chiffres ne sont pas inclus dans le total.

Normalement, on s'attend à ce que le nombre des individus composant un groupe d'âge diminue avec les années, en fonction du taux de mortalité. Chez *A. dentata*, on remarque que le nombre de femelles de la classe II, soit de la troisième année, est supérieur à celui de la classe I (tableaux III et IV). Les femelles de la troisième année sont toujours supérieures en nombre aux femelles de deux ans, sauf pour le 27 septembre 1967. L'augmentation moyenne est de 1.1 individu par minute de pêche en 1967 et de 1.0 en 1968.

L'immigration d'individus femelles appartenant à la classe II ne peut expliquer à elle seule une augmentation observée sur dix échantillons, répartis sur deux années d'observation. Comme cette augmentation coïncide avec la disparition complète des individus mâles de la classe I, une explication plausible pourrait être la transformation des mâles en femelles après leur seconde année. La mortalité annuelle chez *Argis dentata* est d'environ 50% (Couture, 1970) ; une diminution de moitié du nombre d'individus mâles et femelles de la classe I correspond environ au nombre de femelles de la classe II.

MORPHOLOGIE ET ÉVOLUTION DES GONADES CHEZ LE MÂLE ET LA FEMELLE

L'ovaire chez la femelle est de forme allongée (figure 4, b) ; sa partie antérieure couvre dorsalement une importante partie de l'hépatopancréas, tandis que postérieurement il peut s'étendre du premier au troisième segment thoracique, selon l'état d'évolution des ovocytes et l'âge du spécimen. Les ovocytes se répartissent uniformément tout le long de l'ovaire et leur développement se fait de façon assez synchrone. Les oviductes prennent naissance latéralement à la portion médio-antérieure de l'ovaire pour déboucher au niveau de la troisième paire de péreiopodes.

Chez le mâle, le testicule (figure 4, a) a l'aspect d'un tube fortement courbé sur toute sa longueur. Sa position dorsale est similaire à celle de l'ovaire de la femelle. Les canaux déférents partent de la partie médio-postérieure du testicule pour déboucher au niveau de la base de la cinquième paire de péreiopodes. On peut y reconnaître trois zones bien distinctes : une première zone fortement circonvoluée, où le tube prendra un diamètre uniforme qu'il gardera presque tout le long de son parcours ; une zone intermédiaire où est accolée au tube la glande androgène ; une troisième zone, l'ampoule terminale, où s'ajoute à la membrane conjonctive de la paroi une couche musculaire circulaire interne et une couche longitudinale plus externe. Au niveau de la région moyenne, la glande androgène est maintenue en place par un fin réseau de fibres conjonctives et par quelques fibres musculaires provenant de l'ampoule terminale.

Charniaux-Cotton (1954, 1955, 1958, 1959) a mis en évidence la structure de la glande androgène et démontré son action masculinisante par une série de greffes et d'ablations chez des femelles et des mâles. Cette structure détermine les caractères sexuels tant primaires que secondaires chez les crus-

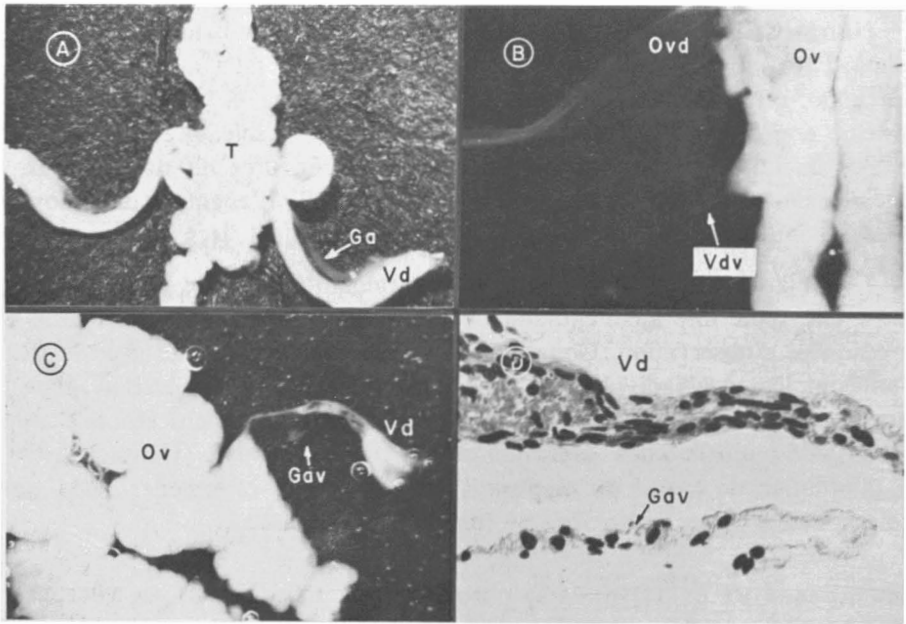


FIGURE 4. — (a) Appareil génital d'un mâle de 9.3 mm. (mesure du céphalothorax). Date d'échantillonnage: 7 novembre 1969. (b) Appareil génital d'une femelle secondaire de 12.6 mm. Date d'échantillonnage: 7 novembre 1969. (c) Appareil génital d'un type transitoire de 11.8 mm. Date d'échantillonnage: 7 novembre 1969. (d) Détail histologique du spécimen de la figure 4, c mettant en évidence le canal déférent dégénéré et la glande androgène vestigiale.

Ga: glande androgène; Gav: glande androgène vestigiale; Ov: ovaire; Ovd: oviducte; T: testicule; Vd: canal déférent; Vdv: canal déférent vestigial.

tacés (Charniaux-Cotton, *et al.*, 1966). L'ablation des glandes androgènes chez des mâles provoque une inversion de sexe de mâle à femelle, tandis que des greffes de cette glande à des femelles provoquent une inversion sexuelle de femelle à mâle. Parallèlement, nous retrouvons chez les crustacés ces deux types d'inversion sexuelle; un hermaphrodisme protérandrique chez les décapodes, spécialement dans la famille des Pandalidés et un hermaphrodisme protogynique chez une espèce d'isopode Anthuridé (Legrand, 1963).

Chez *A. dentata*, cette structure occupe un espace compris entre l'extrémité de l'ampoule terminale et la première circonvolution du canal déférent; au moment de la reproduction, la masse la plus proximale de la glande s'allonge pour aboutir à proximité du testicule. Elle est composée de plusieurs filaments parallèles de 5-10 microns d'épaisseur, formés d'une seule rangée de cellules; ces filaments sont séparés les uns des autres par des cloisons conjonctives, qui envoient des projections vers le canal déférent et attachent fermement la glande à celui-ci.

L'examen morphologique et histologique de l'appareil génital mâle et femelle d'individus de la classe I et II corrobore les indices écologiques de pro-

tandrisme. À partir de ce schéma général de l'appareil génital mâle et femelle, nous avons enregistré des variations, certaines très importantes, qui nous font conclure à une inversion de sexe.

Chez certaines femelles, nous avons noté la présence d'un tube correspondant, par sa situation anatomique, au canal déférent du mâle (figure 4, a). Ce tube a un diamètre inférieur au dixième de millimètre ; son point de départ sur l'ovaire est postérieur à celui de l'oviducte ; il nous a été possible de suivre son trajet jusqu'à la base du cinquième péreiopode, lieu d'arrivée du canal déférent chez le mâle. Par des coupes histologiques, nous avons tenté de vérifier la structure de ce tube.

Ce tube est en fait un canal déférent vestigial. Chez *Lysmata seticaudata*, on observe de la même façon la subsistance du canal déférent chez les femelles secondaires, individus ayant subi une inversion de sexe (Charniaux-Cotton, 1958). Chez *Pandalus borealis* (Berreur-Bonnenfant et Charniaux-Cotton, 1965), une autre espèce à hermaphroditisme protérandrique, cette structure vestigiale est le seul critère de distinction entre les femelles primaires et les femelles secondaires qui ont changé de sexe au cours de leurs cycles vitaux.

En observant successivement des femelles de la classe III et des femelles de la classe II, on constate que le diamètre du tube augmente lorsqu'on s'approche d'une certaine classe d'âge critique ; les types proprement transitoires capturés, dont nous parlerons plus loin, appartiennent à cette classe d'âge critique de 10-12 mm (longueur du céphalothorax). Chez les transitoires, ce tube a vraiment l'aspect d'un canal déférent et en a la plupart des caractéristiques sous une forme cependant dégénérée (figure 4, c et d). L'involution du canal déférent chez les femelles nous permet donc de situer approximativement l'inversion de sexe dans la classe d'âge de 10-12 mm. Ce fait concorde bien avec les observations écologiques ; nous n'avons retrouvé dans l'ensemble de nos échantillons aucun mâle excédant la longueur de 12.0 mm de céphalothorax.

Les femelles secondaires plus âgées des classes III et IV possèdent encore ce canal déférent vestigial, mais sous la forme d'un filament microscopique. La fragilité de cette structure rend très précaire la mise en évidence de femelles primaires et secondaires chez *Argis dentata*.

Parallèlement à ces observations chez les femelles, nous avons observé, chez les mâles de la classe 10-12 mm de céphalothorax, une dégénérescence de la glande androgène. Le nombre de filaments cellulaires décroît, la glande diminue de volume d'une façon considérable ; la partie proximale devient presque inexistante, pendant que la partie distale conserve l'aspect lobulé caractéristique.

L'examen de coupes sériées des glandes de ces mâles et de d'autres de classes plus jeunes infirme en partie ce fait de dégénérescence, mais ne nous permet pas une nette distinction entre les individus en voie de devenir femelles et ceux qui demeurent mâles pour une autre année.

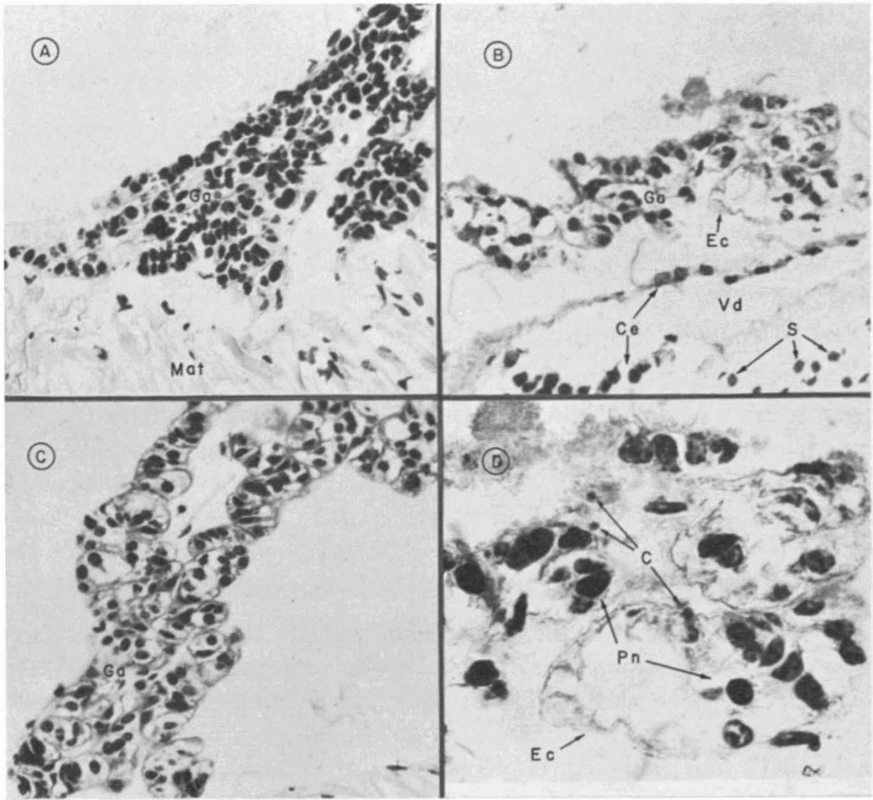


FIGURE 5. — (a) Glande androgène d'un mâle de 9.3 mm. Date d'échantillonnage: 4 juillet 1969. (160X). (b) Glande androgène d'un mâle de 10.3 mm. Date d'échantillonnage: 7 novembre 1969. (160X). (c) Glande androgène d'un mâle de 9.6 mm en période de reproduction. Date d'échantillonnage: 20 novembre 1969. (160X). (d) Détail de la figure 5,b. (400X).

C: cytolysosomes (Hoffman); Ce: cellules épithéliales; Ec: enveloppe conjonctive de la glande; Ga: glande androgène; Mat: muscle de l'ampoule terminale. Pn: noyaux pycnotiques; S: spermatozoïdes; V. d. canal déférent.

Tous les auteurs ne s'entendent pas sur les indices cytologiques de dégénérescence de cette glande. Il semble de plus, comme l'a démontré Hoffman (1969), que quelques-uns aient confondu l'évolution naturelle de la glande liée au phénomène cyclique de la reproduction avec l'involution de la glande au moment de l'inversion sexuelle. Après et pendant la période de reproduction d'*A. dentata*, certains secteurs de la glande dégénèrent; quelques cordons cellulaires disparaissent tandis que la masse principale de la glande demeure inchangée. Cette dégénérescence locale serait due à une hypersécrétion, exigée par la spermatogenèse rapide que l'on observe au niveau du testicule. Au moment de l'inversion de sexe, la dégénérescence de la glande est totale. Il faut noter cependant

que chez *A. dentata* de même que chez *P. platyceros* (Hoffman, 1968), l'inversion se produit après le temps de reproduction et qu'il n'est donc pas toujours possible de discerner les deux types de dégénérescence cellulaire de la glande androgène.

Nous avons retenu comme critères sûrs d'inversion la présence de noyaux pycnotiques et d'inclusions cytoplasmiques fortement basophiles, appelées cytolysosomes par Hoffman (1968), en même temps qu'un épaissement de l'enveloppe conjonctive de la glande. Il semble que la vacuolisation qui se produit dans les cellules à l'époque de la reproduction ne soit pas un critère positif de début d'inversion. Chez les mâles matures de toutes les classes, on peut retrouver d'importantes zones de vacuolisation à l'automne.

La figure 5 (a et c) illustre l'évolution de la glande androgène. Les glandes de la plupart des mâles échantillonnés avant la période de reproduction, c'est-à-dire avant octobre et novembre, présentent le même aspect caractéristique. Les cellules sont comprimées les unes sur les autres et peu de vacuoles sont contenues dans le cytoplasme, ce qui donne aux cordons cellulaires une forme mince et allongée ; on n'observe peu ou pas de noyaux pycnotiques. Les glandes de mâles immatures de la classe 5-6.5 mm ont une conformation similaire. Il s'agirait donc d'une phase de repos de la glande pendant laquelle le taux d'hormone produit serait minime.

Chez les mâles en période de reproduction, la structure histologique de la glande présente des modifications importantes. Les cellulés se vacuolisent fortement, les cordons cellulaires enflent, les noyaux montrent des stades évolutifs différents. Chez certains individus, le grossissement des vacuoles entraîne l'éclatement des membranes cytoplasmiques. À ce stade, certains cordons dégèrent ; aux vacuoles géantes produites sont associés des noyaux pycnotiques et des amas de cytoplasme. Cette dégénérescence est cependant locale, la majorité des cordons, quoique fortement vacuolisés, ne semblent pas en voie de dégénérescence.

Chez les mâles échantillonnés de la classe 10-12 mm (longueur du céphalothorax), quelques-uns présentaient une glande anormalement réduite. Dans ces cas précis, nous avons retrouvé sur des coupes tous les indices de dégénérescence décrits par Hoffman (1968), comme conduisant à l'inversion de sexe (figure 5, b et d). On note la présence d'inclusions cytoplasmiques fortement basophiles s'apparentant à celles déjà décrites chez *Pandalus platyceros*. De plus, beaucoup de noyaux sont pycnotiques et la paroi externe s'épaissit par l'apport d'un nouveau matériel probablement produit par les cellules même de la glande.

La recherche d'individus transitoires a aussi fait l'objet de notre étude. Contrairement aux Pandalidés, les caractères sexuels externes n'évoluent pas chez *Argis dentata*: nous n'avons pu par l'étude de ces caractères découvrir des types intermédiaires. Chez *Lysmata seticaudata*, Carlisle (1953) observe le

même phénomène et émet l'hypothèse d'une mue critique au cours de laquelle ces caractères sont brusquement modifiés.

Cependant, durant la période de reproduction, nous avons retrouvé dans nos échantillons un nombre considérable de femelles secondaires, dont certaines présentaient encore des caractères sexuels mâles significatifs. Ces individus sont nettement transitoires si nous comparons leurs appareils génitaux à ceux des mâles et des femelles (figure 4).

La figure 4 c illustre la gonade du spécimen le plus typique des types transitoires trouvés. Ce type intermédiaire se situe entre les individus femelles et mâles (figures 4 b et 4 a) par la morphologie de son appareil génital. Le canal déférent est encore assez bien différencié; on y reconnaît sans peine l'ampoule terminale. D'autre part, la région proximale circonvoluée du canal déférent, présente chez le mâle, est fortement dégénérée chez le type transitoire. Dans la région moyenne, un vestige de la glande androgène persiste encore; une coupe histologique à ce niveau (figure 4 d) nous permet de constater qu'il ne reste de la glande que les enveloppes conjonctives des cordons, associées à quelques noyaux pycnotiques. Comparativement au mâle, chez lequel le testicule est un tube très contourné, la gonade du type transitoire est légèrement contournée, à mi-chemin entre celle du mâle et de la femelle, et est remplie de jeunes ovocytes dont le diamètre est inférieur à celui des ovocytes d'une femelle primaire de taille similaire. La paroi de la gonade subit de plus une évolution bien visible; chez le mâle cette paroi se compose d'une membrane mince et flexible de tissu conjonctif, tandis que chez la femelle elle est plus épaisse et rigide; chez l'individu transitoire (figure 4 c), les ovocytes font saillie tout le long de la gonade laissant supposer que la paroi est encore très mince.

Discussion

L'ensemble des observations, tant écologiques que morphologiques, nous fait conclure à une inversion de sexe de type protérandrique chez *A. dentata*. Une étude histologique complète et approfondie de l'appareil génital mâle et femelle est en voie de réalisation et viendra compléter ces observations.

Les modalités de l'inversion de sexe chez *A. dentata* sont assez particulières par rapport aux autres espèces protandres. Ainsi chez les mâles de la classe I, nous n'avons pas observé d'ovocytes à l'intérieur de la gonade; alors que dans toutes les espèces protandres la gonade des mâles est un ovotesticule dont une portion renferme des ovocytes à divers stades de développement (Berreur-Bonnenfant, Charniaux-Cotton, 1965). Durant la phase mâle, le taux d'hormone androgène délivré par la glande, régularise la présence ou l'absence d'ovocytes dans la gonade; la présence d'ovocytes durant la phase mâle fonctionnelle s'apparente à certains cas d'intersexualité que l'on rencontre chez les Crustacés et

qui s'expliquent par un taux insuffisant d'hormone androgène (Charniaux-Cotton, H., 1962). La présence ou l'absence d'ovocytes dans les gonades des mâles n'est donc pas nécessairement liée au phénomène lui-même de l'inversion sexuelle.

De plus il semble que chez *Argis dentata* et peut-être chez d'autres espèces de la famille des Crangonidés l'inversion sexuelle se passe dans un temps relativement court, de sorte qu'il est nécessaire de recueillir des échantillons abondants de la population pour y découvrir des types transitoires, car l'observation des caractères sexuels secondaires externes ne nous permet pas de distinguer ces types transitoires. Autre fait d'importance, l'inversion de sexe, selon les données recueillies, survient à un temps précis de l'année après la période de reproduction; il est en effet significatif que la plupart des types transitoires aient été capturés durant le mois de novembre, au moment où l'activité spermatogénétique est intense dans les gonades des mâles. Hoffman (1968) a observé une particularité semblable chez *Pandalus platyceros*. Il est probable qu'une proportion importante des changements de sexe chez les mâles surviennent au cours des mois de décembre et janvier, soit au moment où la spermatogenèse a complètement cessé et au moment où le taux d'hormone androgène est probablement à son minimum. Rappelons que durant ces mois d'hiver, il est pratiquement impossible de capturer des spécimens dans leur milieu naturel.

Le chevauchement de la période d'inversion de sexe et de celle de la reproduction pose le problème du déterminisme hormonal de cette inversion. Charniaux-Cotton (1960) a émis l'hypothèse que l'inversion chez *Lysmata seticaudata* est due essentiellement à la dégénérescence de la glande androgène, laquelle devient incapable de sécréter un taux d'hormone assez élevé; cette hypothèse est basée sur des observations histologiques démontrant le caractère holocrine de cette glande. Dans cette optique, l'inversion sexuelle survient au moment où la régénérescence de nouveaux cordons cellulaires est moins rapide que la dégénérescence des cordons déjà en place. Au moment de la reproduction chez les mâles d'*A. dentata*, nous avons observé que la glande androgène diminue de volume d'une façon considérable. D'autre part Hoffman (1968,b) a mis en évidence le rôle saisonnier joué par les glandes du pédoncule oculaire au moment de l'inversion sexuelle; en effet les mâles, en période d'inversion, ne changent pas de sexe s'ils sont privés de leurs pédoncules oculaires. La dégénérescence de la glande androgène provoquant l'inversion serait donc déclenchée par des neurosécrétions provenant du complexe des glandes pédonculaires. Chez *A. dentata*, le nombre des captures de type transitoire, à la fin de la période de reproduction, pose le problème de l'importance de l'épuisement de la glande androgène en hormone dans le déclenchement de l'inversion, et légitime l'hypothèse qu'un taux particulièrement bas d'hormone androgène induit la production de neurosécrétions au niveau des glandes pédonculaires, lesquelles, à leur tour, provoquent la dégénérescence de la glande androgène et l'inversion de sexe.

Remerciements

Ce travail a été rendu possible grâce à la précieuse collaboration du personnel de la Station de Biologie marine de Grande Rivière. Nous désirons remercier le directeur, M. Alexandre Marcotte, D. Sc., pour les facilités matérielles mises à notre disposition durant l'exécution du travail. Au groupe de chercheurs en biologie marine de l'Université Laval et à M. Gabriel Filteau notre appréciation pour leur contribution aux frais de déplacement. Ce projet a été d'autre part subventionné en partie par le Conseil national de la recherche.

Références

- ALLEN, J. A., 1959. On the biology of *Pandalus borealis* Krøyer with reference to a population of the Northumberland coast. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **38**: 189-220.
- ALLEN, J. A., 1960. On the biology of *Crangon allmani* Kinahan in Northumberland waters. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **39**: 481-508.
- ALLEN, J. A., 1962. Observations on *Spirontocaris* from Northumberland waters. *Crustaceana*, **3**: 227-238.
- ALLEN, J. A., 1963. Observations on the biology of *Pandalus montagui* (Crustacea Decapoda). *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **43**: 665-682.
- ALLEN, J. A., 1964. On the biology of *Pontophilus spinosus* (Leach). *Cah. Biol. mar.*, **5**: 17-26.
- ALLEN, J. A., 1965. Observation on the biology of *Pandalina brevirostris* (Rathke) (Decapoda, Crustacea). *J. mar. biol. Ass. U. K.* **45**: 291-304.
- BERREUR-BONNENFANT, J. et H. CHARNIAUX-COTTON, 1965. Hermaphroditisme protérandrique et fonctionnement de la zone germinative chez la crevette *Pandalus borealis* Krøyer. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **90**: 243-259.
- CARLISLE, D. B., 1953. Studies on *Lysmata seticaudata* Risso. V. the ovarian inhibitory hormone and the hormonal inhibition of sex reversal *Publ. Stat. zool. Napoli*, **24**: 355-372.
- CARLISLE, D. B., 1959 a. On the sexual biology of *Pandalus borealis*. I Histology of incertory elements. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **38**: 381-394.
- CARLISLE, D. B., 1959 b. On the sexual biology of *Pandalus borealis*. II. The termination of the male phase. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **38**: 493-506.
- CARLISLE, D. B., 1959 c. On the sexual biology of *Pandalus borealis*. III. The initiation of the female phase. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **38**: 493-506.
- CASSIE, R. M., 1950. The analysis of polymodal frequency distribution by the probability paper method. *N. Z. Sci. Rev.*, **8**: 89-91.
- CASSIE, R. M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.*, **5**: 513-526.
- CASSIE, R. M., 1962. Frequency distribution models in the ecology of plankton and other organism. *Contr. No III, New-Zealand Oceanogr. dust.* pp. 65-94.

- CHARNIAUX-COTTON, H., 1954. Découverte chez un crustacé amphipode (*Orchestia gammarella*) d'une glande endocrine responsable de la différenciation des caractères sexuels primaires et secondaires mâles. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **239**: 780-782.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1955. Le déterminisme hormonal des caractères sexuels d'*Orchestia gammarella*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **240**: 1487-1489.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1958. La glande androgène de quelques crustacés décapodes et particulièrement de *Lysmata seticaudata*, espèce à hermaphroditisme protérandrique fonctionnel. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **246**: 2814-2817.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1959. Masculinisation des femelles de la crevette à hermaphroditisme protérandrique *Lysmata seticaudata* par greffes de glandes androgènes. Interprétation de l'hermaphroditisme chez les Décapodes. Note préliminaire. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **249**: 1580-1582.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1960. Physiologie de l'inversion sexuelle chez la crevette à hermaphroditisme protérandrique fonctionnel *Lysmata seticaudata*. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **250**: 4046-4048.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1962. Déterminisme de l'intersexualité chez les Crustacés supérieurs et particulièrement chez les amphipodes Talitridés. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **87**: 338-366.
- CHARNIAUX-COTTON, H., 1963. Fonctionnement de la gonade de la crevette hermaphrodite *Pandalus borealis*. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **88**: 350-351.
- CHARNIAUX-COTTON, H., C. ZERBIB et J. J. MEUSY, 1966. Monographie de la glande androgène des crustacés supérieurs. *Crustaceana*, **10**: 113-136.
- COUTURE, R. et P. TRUDEL, 1969. Biologie et écologie de *Pandalus montagui* Leach (Decapoda Natantia). II. Age, Croissance et reproduction *Naturaliste can.*, **96**: 301-315.
- COUTURE, R., 1970. Écologie d'*Argis dentata* (Decapoda) dans le sud-ouest du Golfe Saint-Laurent. Thèse de Doctorat, Université Laval, Québec, 180 pp.
- HAYNES, E. B. et R. L. WIGLEY, 1969. Biology of the Northern Shrimp, *Pandalus borealis* in the Gulf of Maine. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **98**: 60-76.
- HOFFMAN, D. L., 1968a. Histological studies of the gonad and androgenic glands of the protandric shrimp *Pandalus platyceras* Brandt and some aspects of endocrine control of Protandry. Doctoral dissertation, University of Washington, Seattle. 186 pp.
- HOFFMAN, D. L., 1968b. Seasonal Eyestalk Inhibition on the androgenic glands of a protandric shrimp. *Nature*, **218**: 170-172.
- HOFFMAN, D. L., 1969. The development of the androgenic glands of a protandric shrimp. *Biol. Bull.*, **137**: 286-296.
- JÄGERSTEN, G., 1936. Uher die Geochlects-verkaltnisse and das Wachtum lei *Pandalus*. *Ark. zool.*, **28** A(20): 1-26.
- KUTKUHN, J. H., 1966. Dynamics of a Penaeid shrimp population and management implications. *U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull.*, **65**: 313-338.
- LACROIX, G. et F. FILTEAU, 1969. Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent) I. Conditions hydroclimatiques et analyse volumétrique. *Naturaliste can.*, **96**: 359-397.

- LEGRAND, J. J., 1963. Mise en évidence d'un hermaphrodisme protogynique fonctionnel chez l'isopode Anthuridé. *Cyathura carinata* (Kröyer) et étude du mécanisme de l'inversion sexuelle. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris*, **256**: 764-766.
- PIKE, R. B., 1952. Notes on the biology of the prawn, *Pandalus bonnieri* Caullery. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **31**: 259-267.
- PIKE, R. B., 1954. Notes on the growth and biology of the prawn *Spirontoracis lilljeborgii* (Danielssen). *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **33**: 739-747.
- POWERS, C. E. et A. ROBERTSON, 1968. Subdivisions of the Benthic Environment of the Upper Great Lakes, with Emphasis on Lake Michigan. *J. Fish Res. Bd Can.*, **25**: 1181-1197.
- SQUIRES, H. J., 1967. Decapoda Crustacea from Calanus Collections in Hudson and Ungava Bay in 1953, 1954 and 1958-61. *J. Fish. Res. Bd Can.*, **24**: 1973-1903.
- YALDWYN, J. C., 1966. Protandrous hermaphroditism in decapod prawns of the families Hippolytidae and Campylonotidae. *Nature*, **209**: 1366.

COMMUNICATIONS BRÈVES

SUR LA LIMITE SEPTENTRIONALE DU CALMAR

LOLIGO PEALEI LESUEUR

M. C. MERCER

*Office des Recherches sur les Pêcheries du Canada
Station de Biologie, St-Jean, T.-N.*

Loligo pealei LeSueur est l'espèce la plus commune de calmar sur la côte orientale de l'Amérique. Là, ce céphalopode accomplit des migrations horizontales sud-nord et nord-sud, ainsi que des migrations verticales. Les animaux s'approchent de la côte au printemps et se retirent en profondeur en automne (voir Summers, 1969).

Dans un article sur la capture d'un troupeau de *Globicephala melaena* à Trois-Pistoles, sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, le 31 août 1930, Préfontaine (1930) a signalé une migration de *Loligo pealei* vers l'estuaire. Il écrit que, quelques jours avant la capture, à la suite d'un brouillard épais et d'un vent nord-est violent (qui durèrent au-delà de huit jours), une quantité considérable de calmars fut trouvé sur les rivages de Trois-Pistoles et des îles adjacentes. Préfontaine en récolta lui-même plus d'une douzaine et, dans l'estomac d'une femelle de *Globicephala*, il trouva des mâchoires de *Loligo pealei* « reconnaissables à leur forme et à leur couleur ». Mais Squires (1957), se rapportant à une lettre de Préfontaine à D. H. Thompson, nota la présence d'*Illex illecebrosus* à Trois-Pistoles en 1930. J'ai trouvé cette lettre (qui n'est pas datée mais qui contient des références à l'année 1933) dans laquelle Préfontaine écrit « In 1930, around the 20th of August, a large migration of squids occurred in the region of Trois-Pistoles. No identification was made, but there are many reasons to think they were *Illex illecebrosus* (Lesueur) the common squid of the Gulf. » Ainsi il semble que l'identification originale faite par Préfontaine était incorrecte ; évidemment, en 1930 il ne se rendait pas compte de la différence entre les deux espèces. Il n'y a pas d'autres mentions de capture sur *Loligo pealei*, ni dans le golfe Saint-Laurent ni dans la région terre-neuvienne.

Les récoltes les plus septentrionales de ce calmar ont été faites en Nouvelle-Écosse méridionale et dans la Baie de Fundy. J'ai personnellement identifié trois mâles de *Loligo pealei* pris à Belliveau Cove, Baie Sainte-Marie, Nouvelle-Écosse, le 9 juillet 1950, ainsi qu'un mâle capturé à St. Andrews, Nouveau-

Brunswick, le 30 juin 1949. Stevenson (1934) a signalé cette espèce et sa ponte à St. Andrews. En 1921 et en 1950, Huntsman (1924) et Bousfield et Leim (1958) ont trouvé cette espèce dans le Bassin de Minas. Murray et Wigley (1968) n'ont chaluté que treize spécimens dans la partie sud du plateau néo-écossais et cela en novembre seulement, n'en ayant guère trouvé en été ou en hiver ; cependant ils ont récolté des milliers d'*Illex*. Vingt-quatre traits effectués par le navire de recherche *E. E. Prince* sur le plateau néo-écossais, du 31 juillet au 4 août 1970, n'ont donné aucun spécimen de *Loligo* parmi 688 spécimens d'*Illex*. Il est certain, qu'*Illex illecebrosus* est l'espèce principale de la faune teuthologique dans les eaux près de la côte méridionale de la Nouvelle-Écosse, et que c'est dans cette région et dans la Baie de Fundy que *Loligo pealei* parvient à la limite septentrionale de sa distribution.

Références

- BOUSFIELD, E. L. and A. H. LEIM, 1958. The fauna of Minas Basin and Minas Channel. *Bull. nat. Mus. Canada, Contrib. Zool.*, **166**: 30 p.
- HUNTSMAN, A. G., 1924. Oceanography. In Handbook of Canada of the Brit. Assoc. Advanc. Sci. Univ. Toronto Press, pp. 274-290.
- MURRAY, H. E. and R. L. WIGLEY, 1968. Squid catches on three cruises of *Albatross IV* : Cruise 63-5, July-August 1963 ; Cruise 63-7 November-December 1963 ; Cruise 64-1, January-February 1964. Bur. Comm. Fish., Biol. Lab., Woods Hole, Lab. Ref. 68-2.
- PRÉFONTAINE, G., 1930. Notes sur *Globicephala melaena* (Traill). *Rapp. Ann. Soc. Provancher Hist. Nat. Canada*, 49-66.
- SQUIRES, H. J., 1957. Squid, *Illex illecebrosus* (LeSueur) in the Newfoundland fishing area. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **14**: 693-728.
- STEVENSON, J. A., 1934. On the behaviour of the long-finned squid (*Loligo pealii*, (LeSueur)). *Can. Field-Nat.*, **68**: 4-7.
- SUMMERS, W. C., 1969. Winter population of *Loligo pealei* in the mid-Atlantic bight. *Biol. Bull.*, **137**: 202-216.

REPRODUCTION DE *PANDALUS BOREALIS* KRÖYER
(CRUSTACEA, DECAPODA) DANS LE FJORD DU SAGUENAY

RICHARD COUTURE

*Service de Biologie, Direction de la Recherche
Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec, Québec*

Du 21 au 27 septembre 1970, nous avons participé, à bord du navire "E. P. Le Québécois" à une croisière d'exploration sur les crevettes dans le fjord du Saguenay. Nous avons pu y recueillir plusieurs échantillons de crevettes, dont l'analyse jette un peu de lumière sur la reproduction de *Pandalus borealis*.

TABLEAU I

Pourcentage des femelles aux différents stades de maturité selon les stations
(Fjord du Saguenay, 21-27 septembre 1970).

Endroit	Ovaire atteignant la partie antérieure du céphalothorax	Ovi-gères	Ovaire peu développé Ovocytes très petits	Nombre de spécimens
Pointe-à-Claveau	10.30	33.82	55.88	68
Baie Éternité	25.49	27.45	47.06	51
Ste-Rose-du-Nord	26.67	53.33	20.00	15
Pointe-du-Fort	8.89	48.89	42.22	45
Grande-Baie	15.38	23.08	61.54	13
Baie des Ha Ha	15.09	30.18	54.72	53
Moyenne	16.97	36.13	46.90	

Le tableau I donne la proportion de femelles aux différents stades de maturité pour chacune des stations dont les échantillons ont été conservés. Le pourcentage de femelles ovigères varie entre 23.08 et 55.33%, avec une

moyenne de 36.13%. Les femelles dont l'ovaire atteint la partie antérieure du céphalothorax sont prêtes à pondre. Elles constituent de 8.89 à 26.67% du nombre total de femelles, avec une moyenne de 16.97%. Ces deux catégories de femelles forment un pourcentage global de 53.10%. À l'opposé, nous trouvons un groupe important de femelles ayant des ovaires peu développés. La proportion de ces dernières varie de 20.00 à 61.54%, selon les stations, la moyenne étant de 46.90%.

La répartition des stades de maturité que l'on observe chez ces Crevettes du Saguenay diffère considérablement de celle des populations à ponte annuelle. Dans la région de Sept-Iles (Québec), (Couture, 1967), 79.4% des femelles sont ovigères à la fin de septembre. Ce taux atteint 98.7% à la mi-octobre. Haynes et Wigley (1969) décrivent une situation analogue pour les crevettes du golfe du Maine.

Squires (1965) note, cependant, que dans les eaux froides (-1.1 à 0°C) de Placentia Bay à Terre-Neuve, 40% des femelles ont des ovaires peu développés à la fin de l'automne. Il en conclut que dans ces populations la ponte est probablement biennale. La proportion élevée de femelles non encore prêtes à pondre que l'on observe dans le Saguenay à la fin de septembre nous porte à conclure que, là également, la ponte est biennale.

Dans les régions où la ponte est annuelle, la température des eaux fréquentées par *P. borealis* est presque toujours supérieure à 3°C . Dans le Saguenay, la température de l'eau au fond ne dépasse pas 1.6°C (Drainville, 1968). Les basses températures de l'eau du Saguenay semblent bien être la cause tant du ralentissement observé dans la maturation des gonades que de la ponte biennale.

Nous tenons à remercier Monsieur Jean Fréchet (Service d'Expansion industrielle du Ministère des Pêches et des Forêts du Canada), instigateur de cette croisière, le capitaine Willie Desrapes et l'équipage du "E. P. Le Québécois" pour leur collaboration.

Références

- COUTURE, R., 1967. Pêche expérimentale aux crevettes, été-automne 1966. *Rapp. Stn Biol. mar. Grande-Rivière*, 1966, pp. 75-89.
- DRAINVILLE, G., 1968. Le Fjord du Saguenay : I. Contribution à l'océanographie. *Naturaliste can.*, **95**: 809-855.
- HAYNES, E. B. and R. L. WIGLEY, 1969. Biology of the Northern Shrimp, *Pandalus borealis*, in the Gulf of Maine. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **98**: 60-76.
- SQUIRES, H. J., 1965. Decapod Crustaceans of Newfoundland, Labrador and the Canadian eastern Arctic. *Rep. Fish. Res. Bd Can.*, (Biol.), **810**, 212 p.

REVUE DES LIVRES

KINGSBURY, J. M., 1969. **Seaweeds of Cape Cod and the Islands**. Chatham Press Inc., Chatham, Mass. 212 p., 110 ill. 16 x 24 cm. Relié, \$12.50.

Le docteur Kingsbury nous offre une flore illustrée de Cape Cod et de ses environs immédiats. On ne peut que louer l'auteur pour cette initiative puisqu'il n'existe que très peu de travaux similaires pour les algues de l'ouest de l'Atlantique nord. Les seuls dont on puisse faire mention, en dehors de la désormais classique monographie de W. R. Taylor, sont deux publications déjà anciennes et fort incomplètes : Hoyt (1920) pour les algues de Beaufort et Hylander (1928) pour celles du Connecticut.

Après une brève introduction d'une dizaine de pages où il traite de généralités sur les algues et sur les méthodes employées pour les conserver, l'auteur passe directement à la description d'une centaine d'espèces benthiques. Ces algues sont réparties comme suit selon les différentes divisions : Cyanophytes (2), Chlorophytes (17), Phéophytes (38) et Rhodophytes (51). Le rapport existant dans ce travail entre le nombre des Rhodophytes et celui des Phéophytes (R/P) est d'environ 1.4, ce qui est grossièrement le rapport auquel il devrait arriver si l'auteur s'était attardé à décrire toutes les espèces présentes dans cette région. C'est donc dire que l'équilibre entre ces deux grands groupes est aussi bien respecté dans ce livre que dans la nature. Les 108 espèces décrites ne représentent en effet qu'une partie de la flore de cette région, ce dont l'auteur n'avertit malheureusement pas le lecteur. Il faut cependant admettre que, pour un public non initié, il n'aurait été d'aucune utilité de décrire les différentes espèces de genres tels que *Acrochaetium* ou *Streblonema* qui, à cause de la petite taille, passent évidemment inaperçues. Afin de bien servir ce public, le docteur Kingsbury présente, pour chacune des espèces mentionnées ou à peu près, une fidèle description de l'aspect macroscopique de la plante, parfois des détails anatomiques ou des renseignements sur son mode de reproduction, de même que sa situation écologique. Ce texte fournit en somme une image tout à fait acceptable des espèces, et parfois des détails originaux très pertinents, mais n'est pas vraiment complet. Aussi aurait-il mieux valu que l'auteur ajoute, pour chacun des cas, une ou deux références où le lecteur aurait pu trouver ou bien des détails additionnels ou bien des illustrations plus satisfaisantes. On regrette ainsi qu'à la fin du livre l'on ne retrouve que six références dont trois seulement sont l'oeuvre de phycologues. Le texte occupe une page entière, la page voisine étant consacrée à une illustration de la plante ainsi décrite. Il faut malheureusement constater que ces nombreuses planches ne sont pas numérotées, ce qui permettra plus difficilement d'y référer. Ces illustrations, des dessins en fait, oeuvres de Edward et Marcia Norman, représentent assez fidèlement la réalité. On est cependant hésitant devant les reproductions de certaines espèces telles *Ulothrix flacca* ou *Rhodochorton purpureum* qui, à mon avis, ne se présentent pas du tout sous cet aspect dans la nature. Il me faut également dire que le petit air vieillot qui se dégage de ce type d'illustration, où l'on ne retrouve pas les contrastes frappants fournis par la photographie, ne satisfait pas complètement le lecteur. Ceci est particulièrement vrai pour les espèces très fines ou formant des croutes telles que *Hildenbrandia prototypus* ou *Bangia fuscopurpurea*. La photographie aurait nettement mieux servi l'auteur dans ces cas.

Le livre dans son ensemble ne semble pas comprendre d'erreurs manifestes. Peut-être y a-t-il des points qui prêtent à discussion comme le fait de traiter de *Asparagopsis*

hamifera plutôt que de *Bonnemaisonia hamifera*, ou encore de conserver son nom à *Trailiella intricata* qui, en fait, est le tétrasporophyte de *Bonnemaisonia hamifera* et devrait porter ce nom. Cette relation entre les deux plantes est mentionnée par l'auteur, mais il n'en reste pas moins que toutes les deux sont traitées à 50 pages d'intervalle et dans des ordres différents. Mais ce sont là des questions de spécialistes auxquels ce livre ne s'adresse pas. Notons également que ce travail ne comprend pas de clefs d'identification. Seul un regroupement de caractères par divisions peut être trouvé à la fin, et l'auteur assume que les illustrations sont suffisamment évocatrices pour que l'intéressé puisse identifier son matériel par l'image. Je doute vraiment que cela soit possible, mais je dois d'autre part admettre que l'élaboration d'une clef, qui ne ferait pas appel à des détails anatomiques ou cytologiques, ou encore à l'examen des appareils reproducteurs, n'est pas facile à réaliser, et j'imagine que l'auteur a tenté de le faire avant d'adopter la formule proposée.

En somme, ce livre peut aider le non-spécialiste à identifier certaines des algues qu'il peut rencontrer dans cette région, mais ne sera que de très peu d'utilité pour le spécialiste auquel il n'apporte que très peu qu'il ne sache déjà. Peut-être provoquera-t-il chez ce dernier un peu de nostalgie en lui rappelant, par le type de ses illustrations, les travaux de ses prédécesseurs du siècle dernier dont les dessins merveilleux fournissent encore aujourd'hui de grandes jouissances esthétiques.

André CARDINAL

VOLLENWEIDER, R. A., (ed.), 1969. **A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments**. International Biological Programme and F. A. Davis Company, Philadelphia. xii + 213 pp., 23 ill., 15 x 21 cm. Broché, \$8.00.

Ce petit manuel méthodologique, le douzième d'une série réalisée sur l'instigation du *Programme biologique international*, s'adresse en tout premier lieu aux limnologues, mais il intéressera sûrement tout océanographe engagé dans l'étude des problèmes de production primaire. On a colligé dans ce volume compact et bien aéré une impressionnante somme de renseignements techniques, généralement présentés avec beaucoup de précision et de clarté. Ces matériaux sont partagés sous quatre têtes de chapitres : 1) la détermination qualitative et quantitative des biomasses ; 2) la mesure des taux de production ; 3) la détermination de la production bactérienne ; 4) la mesure des facteurs chimiques et énergétiques liés à la production primaire.

Les dix-sept auteurs qui ont rédigé leur section respective au sein de chacun de ces quatre chapitres ont ostensiblement adopté une même ligne de conduite : présenter un certain nombre *seulement* des techniques les plus pertinentes, en soulignant au passage les variantes utiles, leurs avantages et leurs faiblesses. Les écueils découlant de la multiplicité des auteurs et du fractionnement très poussé (répétitions, inégalités de traitement) furent, à mon sens, généralement évités. Soulignons de façon toute particulière l'excellente facture du chapitre consacré aux mesures des taux de production primaire, dans lequel on retrouve vraiment tout ce qui est essentiel, présenté de plus avec une rare sobriété.

La nature même d'un tel manuel invite l'utilisateur des méthodes qui y sont décrites à un retour aux sources documentaires originales. La bibliographie très étoffée qu'on y retrouve, étalée sur 22 pages, constituera — et surtout pour le débutant — un outil de tout premier ordre.

GUY LACROIX

JACQUIOT, C., 1970. **La forêt**. Coll. *Monographies de Botanique et de Biologie végétale*. Masson, Paris. xii + 160 p., 45 fig. 16 x 24 cm. Cartonné, 50 FF.

« Au moment où le développement monstrueux des installations industrielles, des autoroutes et de l'urbanisation dévore chaque jour davantage le manteau végétal de notre pays, où les réserves de substances carbonées : huile et pétrole [...] sont converties à un rythme dangereux en gaz carbonique en même temps qu'est entamée la réserve atmosphérique d'oxygène [...] la forêt est pour l'humanité un instrument de salut à la fois pour la régénération de l'atmosphère, pour la protection des sols et pour le maintien des ressources hydrologiques.

Par une coïncidence malheureuse c'est à cette époque cruciale que la réforme Pisani de 1965 a fait disparaître l'enseignement supérieur forestier en France en fusionnant en un hybride monstrueux la célèbre École Nationale des Eaux et Forêts de Nancy dont, pendant un siècle et demi, le rayonnement s'étendit au monde entier, avec l'École Nationale du Génie Rural. Réduit maintenant à quelques notions superficielles, l'enseignement forestier officiel marque, pour notre pays, en ce qui concerne la forêt, la première étape sur la voie du sous-développement » (p. xi). C'est par ce cri d'alarme que le Professeur Jacquot débute son livre. Un cri d'alarme qui nous fait réfléchir nous aussi au Québec sachant que certains de nos réformateurs se préparent à commettre la même erreur fatale, décidés qu'ils sont à démembrer l'unique faculté forestière française en Amérique du Nord.

La monographie du Professeur Jacquot fut rédigée dans une vision futuriste. C'est en pensant à une époque où, « devant évidence, il s'imposera de relever les ruines et de faire renaître en France un enseignement forestier de haut niveau, digne de son passé et pouvant rivaliser avec celui des autres pays [...] à moins de faire appel à des experts étrangers » (p. xi), qu'il désire, dès maintenant, attirer les chercheurs vers l'étude des problèmes forestiers et susciter de nouvelles vocations. C'est un ouvrage de synthèse. Il traite de la forêt en tant que biocénose. « Une biocénose dominée par l'arbre [...] qui, par sa masse, son mode de croissance, sa pérennité, exerce une action puissante capable de modifier le climat général, d'édifier à partir de substratum géologique un sol de structure particulière et, par la suite, de créer un milieu profondément différent par son climat et son sol du milieu qui serait défini par les seules données climatologiques et géologiques générales » (p. 1). Vu cette place prépondérante que tient l'arbre dans la vie de la forêt, il est normal de voir l'auteur lui consacrer les premiers chapitres de son livre. Il s'y penche sur ses caractères cytologiques et anatomiques, sur son fonctionnement et ses relations avec les facteurs du milieu où il vit et qu'il façonne à son tour. Mais, la biocénose forestière ne se limite pas aux seuls arbres. Elle comporte une multitude d'autres espèces végétales, les unes symbiotiques, les autres saprophytes ou parasites, pouvant avoir, selon le cas, des effets utiles ou néfastes sur la vie de la forêt. Parallèlement, la faune forestière peut exercer des actions soit utiles comme celle des Invertébrés du sol, des Rapaces, des Mammifères carnivores et des Insectes entomophages, soit nuisibles comme celles des Insectes défoliateurs. Enfin, certaines maladies des arbres peuvent étre dues aux conditions écologiques défavorables et aux conséquences, souvent désastreuses, de l'action humaine. Les deux derniers chapitres du livre sont consacrés à la description sommaire des principales essences et associations forestières de France et aux principes fondamentaux de la sylviculture et de l'aménagement des forêts.

Cinquième d'une collection qui s'adresse à la fois au grand public et aux enseignants, chercheurs et étudiants, l'ouvrage du Professeur Jacquot présente une excellente vue d'ensemble des problèmes biologiques de la forêt faisant ressortir la complexité et la fragilité de cette biocénose et, conséquemment, la nécessité de respecter les lois qui régissent son fonctionnement afin d'assurer le maintien de son équilibre et sa pérennité. Un livre,

clair et concis, très bien documenté qui intéressera non seulement les forestiers mais tous ceux que préoccupe la conservation des ressources naturelles et la sauvegarde du milieu humain.

Miroslav M. GRANDTNER

WHITTAKER, R. H.. 1970. *Communities and Ecosystems*. Collier-Macmillan, London. xi + 162 p., 6 tab., 36 fig. 15.5 x 23.5 cm. Broché, \$4.45.

Whittaker a conçu son livre comme un volume d'introduction à la synécologie. Partant de l'examen de la structure des communautés et de leurs relations avec l'environnement, il analyse d'abord l'aspect énergétique de leur production puis, la circulation des matières dans l'écosystème et, enfin, le processus de la pollution et des implications en écologie humaine.

A propos de la structure Whittaker fait distinction entre structure verticale ou stratification résultant de l'existence d'espèces de différentes formes biologiques et structure horizontale ou motif (pattern), exprimée par la distribution en mosaïque des espèces. Il introduit ensuite la notion de niche qui correspondrait à la place qu'une espèce occupe dans une communauté par rapport aux autres espèces. En général, il n'y a pas deux espèces qui occupent la même niche, en utilisant les mêmes ressources, au même moment, dans la même communauté stable. Cette dernière apparaît finalement comme un système fonctionnel d'espèces occupant des niches différentes, alors que la structure, la position des espèces dans le temps et dans l'espace, la valeur des progressions et la diversité spécifique sont des expressions dépendante de l'interaction et de l'organisation des espèces en communautés.

C'est alors qu'est examiné le comportement des communautés en fonction de l'environnement au moyen de l'analyse des gradients écosystémiques ou écoclines. Ces derniers pouvant être utilisés comme axes par rapport auxquels les communautés d'une région forment un motif qui à son tour peut être relié aux divers motifs que forment les gradients de l'environnement, les distributions spécifiques, les caractéristiques des communautés et les types de communautés que l'on décide de reconnaître.

Quant à la notion de l'écosystème, elle est liée à celle de la productivité que l'auteur considère comme la notion la plus fondamentale de l'écosystème. Toute activité biologique d'une communauté, et de l'homme, dépend de la productivité primaire, de l'énergie fournie par la photosynthèse. Cette productivité est contrôlée par un certain nombre de facteurs physiques de l'environnement, notamment : accessibilité des éléments nutritifs et de l'eau, de même qu'une chaleur suffisante. Le maintien d'un niveau élevé de production dépend, lui, de la vitesse avec laquelle les consommateurs et les réducteurs décomposent la matière organique et libère les éléments inorganiques pour une nouvelle utilisation par les plantes, rendant ainsi possible une circulation plus ou moins rapide des éléments nutritifs à travers l'écosystème. Comme la fonction de ce dernier consiste, entre autres, dans le transfert, la transformation, l'utilisation et l'accumulation des matériaux organiques et inorganiques, lorsque les substances polluantes y sont déversées, elles peuvent être concentrées, dans certains organismes, plusieurs milliers de fois et atteindre des niveaux toxiques. De plus, à cause de l'augmentation démographique et de l'accroissement de la technologie, une variété de plus en plus grande de substances, telles que les radioisotopes, les pesticides et les produits de combustion, n'arrive plus à être suffisamment diluée dans l'air ou dans l'eau, polluant l'environnement. Cette pollution peut, à la longue, mener à une véritable dégradation du milieu humain.

Après la lecture de ce volume, l'écologie apparaît, finalement, comme une science préoccupée non seulement par les problèmes de l'adaptation, d'évolution, d'appréciation et de compréhension des communautés, mais aussi par ceux de la connaissance des fonctions des écosystèmes et de la biosphère et, en dernier lieu, de l'aménagement des communautés naturelles et de l'environnement en relation avec les besoins de l'homme. Un livre que nous recommandons à tout écologiste.

Miroslav M. GRANDTNER

REICHLER, D.E., Ed., 1970. **Analysis of Temperate Forest Ecosystems**. Coll. *Ecological Studies 1*. Springer-Verlag, Berlin, xii + 304 p., 65 tab., 91 fig. 17 x 25 cm. Clothbound, U.S. \$14.50.

The familiar format of a collection of contributed papers has been derived in this case from an International Biological Program workshop-seminar held on behalf of the U.S. Ecosystems Analysis Project in 1968. The stated objectives were to summarize existing data and to establish a conceptual framework for ecosystem analysis with emphasis on temperate forests. Eighteen chapters deal with various aspects of ecosystem modeling, primary producers, consumer organisms, decomposer populations, nutrient cycling and hydrologic cycles. Also included are a world map and description of the UNESCO ecosystem classification and a world map of predicted annual carbon fixation.

The volume is a valuable and readily available description of the state of the art of ecosystem analysis. Inevitably with this format, the approaches and levels of treatment vary from author to author and coverage of the subject is sometimes incomplete. The lack of a section on micrometeorology and the general neglect of symbiosis, particularly of mycorrhizae, are two obvious omissions. The quality of the binding, type and reproductions are generally very good. Seemingly haphazard changes in paper quality are a minor annoyance.

For many readers, the major value of this book lies in its use of the ecosystem concept to develop a logical approach to the multitude of problems inherent in any ecosystem. The compartmentalization and subsequent re-structuring of the components of these complex systems into a comprehensible whole forces the individual researcher to see his own work in perspective and, conceivably, to better define its more critical aspects. The illustration of the wide variety of techniques and information required emphasize the need for data which can be articulated with related observations. Researchers in ecology and allied subjects cannot but benefit from this volume if only in gaining on appreciation of their colleagues' problems.

Carl H. WINGET

PIELOU, E. C., 1969. **An introduction to Mathematical Ecology**. Wiley - Interscience, New-York, London, Sydney, Toronto. viii + 286 p., 32 fig. 15.5 x 23.5 cm. Relié, \$14.55.

Les écologistes savent — ou pressentent — que leurs recherches seront de plus en plus reliées aux méthodes statistiques, et il sera de plus en plus difficile d'être écologiste si l'on ignore le maniement de ces outils de travail. Heureusement, des ouvrages comme celui de E. C. Pielou viennent à propos pour mettre à portée de la main une bonne partie de l'arsenal nécessaire. On y trouve en particulier un recueil de méthodes concernant la

dynamique des populations, la structure spatiale des populations monospécifiques, les relations spatiales de deux espèces (ou de plus de deux espèces), et les populations multispécifiques.

L'ouvrage est bien structuré, et les démonstrations généralement suffisantes pour la clarté de l'exposé. On pourra cependant regretter que la méthode choisie pour présenter les problèmes disperse les éléments de mathématiques dans un ordre quasi-aléatoire, et que les fondements du calcul des probabilités soient quelquefois masqués. En conséquence, l'« utilisateur » non mathématicien devra être prudent, et choisir les méthodes avec discernement, en tenant compte de leurs limites de validité, même quand celles-ci ne sont pas explicitement indiquées dans le texte.

On ne saurait reprocher à un tel ouvrage de ne pas être exhaustif, mais il est permis d'espérer que l'auteur rédigera dans la même veine un deuxième volume qui comportera des développements supplémentaires portant par exemple sur les méthodes non paramétriques, sur l'approche bayésienne, sur l'analyse des correspondances etc. Mais on peut dès maintenant prédire que l'ouvrage de Pielou va souvent servir de référence dans l'enseignement et d'outil de travail pour les chercheurs.

M. GODRON

FLAWN, P. T., 1970. **Environmental Geology: Conservation, land-use planning and resource management.** Harper & Row, New York. 313 p., 32 fig., 11 tab., 1 carte en couleurs h. t. 16 x 24 cm. Relié, prix non-indiqué.

La prise de conscience des dirigeants vis-à-vis l'urgente nécessité de travailler à la conservation du milieu apparaît comme une réaction traditive aux cris d'alarme des écologistes. *L'environnement* est devenu un mot à la mode depuis quelques années. Malgré tout le tapage verbal fait autour du sujet, il est permis de se demander si les moyens et les capitaux affectés à la conservation et à la mise en valeur des ressources ne sont pas dérisoires devant l'ampleur des tâches à accomplir. Il ne suffit pas d'avoir de bonnes intentions et de formuler des projets de loi optimistes quand l'équilibre même du milieu, en particulier du milieu urbain est en danger. Les événements dictent trop régulièrement aux responsables la voie à suivre, ce qui entraîne nécessairement des retards irréparables et rend les solutions plus difficiles d'application.

Les géologues de chez-nous, entre autres, ont longtemps considéré que leur tâche fondamentale et souvent exclusive consistait à rechercher les gîtes minéraux et à lever la carte des formations consolidées pour en établir la stratigraphie. Ils ont oublié malheureusement que le Quaternaire était plus fondamental au milieu humain que les ères anciennes certes plus intéressantes au point de vue pécunière pour les compagnies minières. Peu d'entre elles, d'ailleurs, se sont préoccupées de la conservation du milieu. Les exemples de pollution dus à des exploitations irrationnelles des ressources ne manquent pas au Québec. Toute étude du milieu se doit de partir d'une connaissance approfondie des événements qui ont eu lieu au cours des derniers millénaires et des processus encore en action.

Après la tenue du premier symposium sur *l'Environmental Geomorphology* (Binghamton, N.Y. 16-17 octobre 1970), il y a lieu de se réjouir de la publication d'un des premiers ouvrages de géologie consacrée à l'environnement, puisque cet événement marque un pas dans la bonne direction. La géologie nous paraît à plus d'un titre une science essentielle dans le maillon des spécialités concernées par le milieu, surtout lorsqu'il s'agit de conserver l'équilibre et d'aménager rationnellement les ressources.

Environmental Geology fournit à tous ceux qui se préoccupent de la conservation et de l'aménagement du milieu un point de vue intéressant qu'il importe de connaître. Outre une introduction générale dans laquelle l'auteur replace l'homme dans son milieu naturel et brosse un tableau géologique succinct de la planète des singes, l'ouvrage contient sept chapitres, trois appendices et un index général. L'intelligence des faits reposant sur une bonne compréhension des processus en action, l'auteur commence par souligner le caractère des divers agents et processus en action, plaçant ainsi le lecteur dans un cadre de référence approprié à l'étude du milieu et la recherche de solutions adaptées aux problèmes posés par la conservation. Il parle ensuite des propriétés des roches et des sols au point de vue génie, des ressources de la Terre, de l'homme comme agent géologique et en particulier des conséquences de l'industrialisation, de la conservation et de l'aménagement, des applications des données géologiques, et fournit en dernier essor un exemple tiré du milieu texan où les principes contenus dans l'ouvrage ont été vérifiés.

Nous accueillons donc avec joie et une certaine satisfaction cet ouvrage sachant qu'il apportera à de nombreux lecteurs un point de vue neuf et utile permettant de travailler plus intelligemment à la conservation du milieu et à l'aménagement rationnel des ressources. Le glossaire des termes relatifs à *l'Environmental Geology* fourni en appendice facilitera la lecture de l'ouvrage à ceux qui ne sont pas familiers avec cette spécialité.

Il nous apparaît essentiel qu'un grand nombre d'aménagistes et de spécialistes des questions d'aménagement du milieu, de la conservation et de la lutte contre la pollution prennent connaissance de cet ouvrage. On peut regretter toutefois que l'auteur n'ait pas jugé opportun de discuter de la notion d'échelle : une notion si fondamentale dans les sciences de l'espace, en particulier en aménagement. Trop souvent hélas ! un grand nombre des spécialistes s'occupant du milieu ignorent à peu près tout de cette question, ce qui entraîne des inconvénients sérieux voire même des erreurs fondamentales.

Jean-Claude DIONNE

COMMITTEE ON POLAR RESEARCH, 1970. *Polar research — A survey*. Nat. Acad. Sc., Washington, 204 p., 28 fig. 22 x 28.5 cm. Relié, \$15.00.

Quel est l'état de nos connaissances sur les milieux polaires ? Que reste-t-il à accomplir pour bien connaître cet environnement hostile à l'homme des moyennes et basses latitudes ? Quelles sont les priorités ? De quels moyens disposons-nous pour accomplir avec succès cette tâche ? Quelles solutions pouvons-nous suggérer aux organismes responsables de l'étude et de la mise en valeur du royaume des pingouins et des boeufs musqués ? Voilà autant de questions auxquelles le lecteur pourra trouver des réponses dans l'ouvrage *Polar Resarch — A survey*, publié par la National Academy of Sciences de Washington.

Il s'agit d'un rapport technique écrit en collaboration par les membres du Comité sur les Recherches Polaires rattaché au Conseil National de Recherche des États-Unis. Cet ouvrage, d'un grand intérêt pour ceux qui s'occupent de près ou de loin du monde polaire, constitue une mise au point substantielle sur la nature, l'étendue et l'état actuel des recherches multidisciplinaires dans l'Arctique et l'Antarctique. Sa portée excède largement le cadre des U.S.A. et les préoccupations des dirigeants de Washington, même si la majorité des connaissances acquises dans le domaine polaire relèvent plus ou moins directement des objectifs du Pentagone. De nombreuses recommandations spécifient les principaux problèmes et les questions scientifiques qui devraient être pris en considération et étudiés au cours des prochaines décades. Ce rapport ne brosse pas uniquement un tableau des réalisations accomplies, mais indique judicieusement ce qui reste à faire et suggère même comment le faire. Rédigé par des personnalités dont la compétence est reconnue, (la liste des

collaborateurs est fournie à la fin du rapport), il apparaît comme un guide précieux tant pour les chercheurs qui désirent orienter leur action dans la bonne direction que pour ceux qui détiennent les leviers du pouvoir et de qui dépend le succès de l'entreprise « polaire ».

Outre un chapitre d'introduction dans lequel sont réunies les principales idées et les recommandations générales, l'ouvrage comprend huit chapitres traitant des sujets suivants : géologie et géophysique des masses continentales, océans polaires, glaciologie, géodésie et cartographie, météorologie et climatologie, physique de la haute atmosphère, astronomie, biologie et médecine.

Les régions polaires, il est bon de le rappeler, constituent une partie importante du milieu terrestre que l'homme moderne se doit de connaître s'il désire comprendre intelligemment la dynamique des processus qui conditionnent son environnement général. C'est dans cet esprit positif que le rapport est rédigé. On ne peut qu'en recommander fortement la lecture à tous ceux qui travaillent à l'amélioration des conditions de vie et à la conservation des richesses de la nature. Avec de tels instruments entre les mains, il serait dommage que les autorités responsables n'assument pas leurs responsabilités. Comme le Québec possède son « petit monde nordique » sub-polaire, il serait utile que cet ouvrage soit lu et connu de plusieurs.

Jean-Claude DIONNE

NELSON, J. G. et CHAMBERS, M. J., (Éditeurs), 1969. **Geomorphology — Selected Readings**. Methuen, Toronto. 399 p., ill. 14.5 x 21.5 cm. Broché, \$4.95.

Convient-il de saluer avec circonspection ou avec enthousiasme la publication par Methuen, d'un recueil de 25 articles se rapportant à la géomorphologie du Canada ? L'idée de réunir sous une même couverture une série de textes déjà publiés ailleurs, nous paraît excellente en soi. Les éditeurs ont visiblement voulu mettre à la portée d'un grand nombre une série de travaux utiles à lire et même à retenir dans plusieurs cas. Pour une somme modique, l'étudiant et le jeune maître trouveront matière à culture et à réflexion pour plusieurs jours tout en obtenant une certaine idée de la géomorphologie qui se fait au Canada depuis 10-15 ans. Cet ouvrage, qui s'adresse à un vaste public, mais en premier lieu aux étudiants des Sciences de la Terre, en particulier aux géographes, méritait sans doute d'être publié.

Des travaux de vingt-quatre spécialistes, la grande majorité étant géographes-géomorphologues, sont réunis dans cet ouvrage. Les contributions ont des valeurs variées allant des articles scientifiques et techniques de fort calibre, à des textes de vulgarisation en passant par d'autres de portée générale tirés de « manuels ». L'accent a été mis, comme il convenait, sur le milieu froid. Plus de 60% des articles y sont consacrés, la part du lion revenant au glaciaire (33.3%). Dans l'ensemble, les textes renseignent utilement sur le milieu ou sur les processus. Vu sous cet angle, il convient de se réjouir de la publication d'un recueil de textes relatifs à la géomorphologie du Canada, initiative due à nos collègues des dynamiques départements de géographie de l'Alberta.

Toutefois, prétendre, comme le font les professeurs Nelson et Chambers dans l'introduction, que l'ouvrage est représentatif de ce qui se fait dans le domaine géomorphologique au Canada, nous paraît pour le moins exagéré et téméraire. Un simple coup d'oeil à la table des matières permet de constater que l'image offerte ne rend pas justice aux faits. Les prétentions des éditeurs qui ont voulu en faire un manuel de « *Process and method in Canadian Geography* » dont l'objectif est d'offrir au lecteur « *a representative*

sample of modern Canadian research in this field » (i.e. en géomorphologie) portent à discussion et appellent des commentaires. Suffit-il de décrire des phénomènes observés au Canada pour que le travail soit authentiquement canadien ? Nous en doutons fortement ! Présentement, il serait exagéré de parler de pensée ou d'école canadienne en géomorphologie, quand cette spécialité vient à peine d'obtenir ses lettres de créances dans le domaine des Sciences de la Terre et que nombreux départements de géologie demeurent hostiles à la géomorphologie des géographes. Il ne semble pas y avoir encore de traits caractéristiques permettant d'affirmer qu'il existe, en géomorphologie, une ligne de pensée typiquement canadienne, bien que l'on puisse distinguer trois tendances principales découlant des écoles fréquentées par ceux qui ont complété des études doctorales : l'école francophone européenne (France, Belgique, Suisse), l'école anglo-saxonne (Grande-Bretagne, Australie, Nouvelle-Zélande), et l'école américaine. La liste des collaborateurs en dit long sur le caractère authentiquement canadien de l'ouvrage. Les trois quarts des travaux sont signés par des étrangers ou des canadiens d'adoption récente et la ligne de pensée se révèle à 80% britannique.

D'autres faits contredisent les prétentions des éditeurs sur le caractère canadien de ce recueil de travaux. Une lecture attentive de la table des matières montre entre autres, que les régions étudiées sont loin d'être représentatives de l'unité canadienne : 36.3% des textes se rapportent à l'Arctique, 27.2% à l'Alberta, 13.6% à l'Ontario, 9% respectivement à la Colombie-Britannique et au Labrador-Ungava, 4.5% à la Nouvelle-Ecosse ; les autres provinces, y compris le Québec, sont ignorées. Il eut mieux valu alors limiter ses ambitions à un simple recueil de travaux géomorphologiques sur le Canada, sans chercher à offrir aux étudiants et à la communauté scientifique un ouvrage supposément représentatif de la géomorphologie moderne au pays.

Il est aberrant mais normal, croyons-nous, que les éditeurs aient réussi à ignorer deux des plus anciens et des plus importants périodiques de géographie au Canada, (la Revue de Géographie de Montréal et les Cahiers de Géographie de Québec, fondés respectivement en 1947 et 1956, et qui ont remplacé la plus ancienne revue de géographie au Canada : les Bulletins de la Société de Géographie de Québec), eux qui ont puisé leur matière principalement dans des publications canadiennes.

Quand on a la prétention de parler au nom d'une communauté, il importe de ne pas piétiner aveuglément les sentiers battus avec la naïveté d'être le premier à les parcourir. Cette attitude nous paraît dépassée. L'on pourra évoquer que la plupart des travaux publiés dans les deux périodiques francophones déjà mentionnés sont en langue française et que par conséquent il était difficile de les inclure dans un ouvrage de langue anglaise. Cet argument serait recevable si les éditeurs n'avaient pas fait exception pour un article de A. Pissart, publié d'abord en français dans un périodique européen et traduit en anglais pour les besoins de la cause.

La contribution des géomorphologues francophones du Canada bien que quantitativement inférieure à celle du monde anglophone n'est pas pour autant qualitativement inférieure ; loin de là ! Dans un ouvrage voulant refléter la situation canadienne, il aurait été convenable de souligner l'apport considérable des géomorphologues canadiens-français dans le domaine de la cartographie géomorphologique. A notre connaissance, les cartes géomorphologiques en couleurs de St-Onge, Ritchot, et Dionne n'ont pas encore leur équivalent dans le monde anglo-canadien. Les études sur le *glaciel* constituent également une contribution originale, (même à l'échelle mondiale), des chercheurs québécois. Dans un ouvrage partiellement consacré aux processus, il aurait été décent de souligner ce rôle prépondérant. De même, à notre connaissance, le Québec est de loin en avance sur les autres provinces dans le domaine de l'inventaire des formes et des structures périglaciaires fossiles. Un article sur les fentes en coin et leur signification morphoclimatique aurait

ajouté une discussion nouvelle à ce recueil, tout en plaçant le Québec francophone sur la carte du Canada. Hélas ! tout cela est ignoré dans un ouvrage qu'on a voulu représentatif de la situation canadienne. Ces remarques générales s'appliquent également à l'exposé intéressant mais incomplet de J.T. Parry sur la géomorphologie au Canada, dans lequel n'apparaissent pas les noms de géomorphologues québécois les plus actifs et les plus autorisés alors que l'on y trouve le nom de gens étrangers à la discipline.

En relisant le texte de Parry, l'introduction de Nelson et Chambers et en parcourant la table des matières de l'ouvrage, on en vient naturellement à la conclusion que nos collègues d'Alberta ignorent qu'il existe, au Québec, depuis 1966, une section de Géomorphologie et Quaternaire rattachée à un organisme scientifique reconnu qui tient des réunions annuelles où l'on présente des travaux divers et que trois colloques et un symposium ont déjà été tenus.

Mises de côté les prétentions déplacées des éditeurs, les *Selected readings in Geomorphology* de Nelson et Chambers ne manqueront pas d'intéresser et de rendre service à l'étudiant à qui ils sont destinés. Conscient de leur utilité, il convient d'encourager la multiplication de tels ouvrages à prix modique à condition de les épurer dorénavant d'une dialectique difficilement défendable.

Jean-Claude DIONNE

LAFLEUR, C. and BUTLER, J., (éditeurs), 1968. **Proceedings of the third International Peat Congress, Quebec, Canada, 18-23 August 1968.** Dept. of Energy, Mines and Resources, Ottawa and The National Research Council of Canada, Ottawa. x + 405 p., ill. 22 x 28.5 cm. Relié, prix non-indiqué.

L'initiation et l'encouragement de la coopération internationale et l'échange d'informations concernant la tourbe et les tourbières, tels sont les objectifs visés par la tenue des congrès internationaux de la tourbe. Le dernier de ces congrès tenu récemment à l'Université Laval réunissait environ 300 délégués de 15 pays d'Europe et d'Amérique. Des représentants de la plupart de ces pays ont présenté 71 communications scientifiques réunies dans ce volume et groupées en deux sections : 1) Aspects scientifiques et sciences de l'ingénieur, 2) Production et utilisation. Ces deux sections sont d'abord précédées par le texte des allocutions prononcées lors de l'ouverture du congrès où les auteurs brossent un tableau de la situation mondiale quant à l'importance et la répartition des dépôts tourbeux, la production et l'utilisation de la tourbe et les domaines de recherches qui s'y rapportent.

L'éventail de sujets de la première section est fort varié. La morphologie, le développement, la distribution et la classification des tourbières et les caractéristiques hydrologiques font l'objet de communications intéressantes en particulier celle de Bellamy (p. 74) où l'auteur propose une approche écologique à la classification des terrains tourbeux européens. L'intérêt de cette nouvelle classification réside surtout dans le fait qu'elle intègre bon nombre de résultats obtenus antérieurement par d'autres écologistes européens.

L'étude des propriétés chimiques, physiques et mécaniques de la tourbe tient une part importante des communications. Le besoin de connaissances dans ce domaine se fait surtout sentir lors de la standardisation des produits manufacturés et plus encore chez l'ingénieur qui doit entreprendre des travaux de toute nature en milieu tourbeux. La construction de voies de transport traversant ces étendues offrant peu de résistance au poids, pose de sérieux problèmes aux ingénieurs comme le signale Hemstock à la p. 57 :

“ Le muskeg représente au Canada une sorte de grande barrière située immédiatement au nord des régions développées ”. De nombreux travaux dans ce domaine laissent espérer que de nouvelles régions seront bientôt accessibles. Notons ici un travail fort intéressant de Radforth et Roe (p. 65) où les auteurs ont fabriqué un modèle mathématique de terrain sur ordinateur sur lequel peut “ circuler ” le modèle mathématique du véhicule à l'essai. La nécessité d'aller procéder aux essais directement sur le terrain est donc éliminée de même que les frais souvent onéreux de construction d'un prototype, de déplacement et de séjour sur le terrain. D'autres travaux portant sur des aspects particuliers, mais non moins intéressants, ont été présentés : activité du pergélisol dans les sols tourbeux, fraction minéralogique de la tourbe, stimulation du métabolisme microbien, relation entre certaines caractéristiques d'un dépôt tourbeux et le type de cuvette dans laquelle il se trouve et enfin, une étude microclimatique effectuée dans la tourbière Mer Bleu près d'Ottawa.

La seconde section traite de nouvelles méthodes d'extraction de la tourbe où la machine a avantageusement remplacé la petite pelle à bords tranchants de l'homme. Les multiples aspects du traitement de la tourbe brute occupent bon nombre de chercheurs, qu'il s'agisse du séchage, du broyage, de la récolte, du transport, de l'empaquetage de la tourbe ou de la normalisation des produits industriels.

Les grandes surfaces improductives que constituent les terrains tourbeux ont toujours exercé une certaine fascination sur l'esprit des agronomes et forestiers. Partout dans le monde où existent de tels dépôts, les travaux se poursuivent pour leur mise en valeur. Le potentiel agricole et forestier des dépôts de tourbe est examiné, les méthodes de culture se raffinent, l'action des fertilisants est soigneusement mesurée. Enfin, il convient de mentionner l'article du Dr Pritchard (p. 355) concernant le projet TELMA qui a trait à la conservation à des fins scientifiques et éducatives d'un certain nombre de dépôts tourbeux caractéristiques des différentes régions du globe.

Comme le lecteur a pu le constater, ce volume s'adresse surtout à l'industriel de la tourbe et à l'ingénieur, de même qu'à l'agronome et au forestier. Le naturaliste, bien sûr, trouvera profit à la lecture de certains articles à caractère écologique mais même ceux-là sont axés vers des applications pratiques. C'est en vain qu'il y cherchera à mieux connaître cet écosystème bien particulier qu'est la tourbière. Il pourra tout au plus acquérir de nouvelles connaissances touchant quelques aspects bien particuliers des dépôts tourbeux. Et il est normal qu'il en soit ainsi, car l'objet premier du congrès était l'étude de la tourbe elle-même.

La plupart des articles sont courts, concis, abondamment illustrés et terminés par une bibliographie qui, sans être exhaustive mettra l'intéressé sur la piste de nouvelles connaissances. Un résumé anglais et français accompagne chacun des articles. A propos de ce dernier, il m'est impossible de passer sous silence l'état déplorable du français utilisé. Un grand nombre d'« abstracts » anglais semble bien avoir été traduit par la ou les mêmes personnes puisque les mêmes erreurs se répètent du début à la fin. Ainsi, la traduction française de « bog » ou « peat bog » qui devrait être « tourbière » a été remplacée par toute une litanie de termes s'y rapportant plus ou moins, tels que : fondrière (p. 150) fagne et fondrière à sphaignes (p. 195), marais (p. 251), marais tourbeux (p. 277), etc. . . D'autres traductions sont aussi lamentables : « milled peat » (tourbe moulue) devient tourbe cassée ou tourbe concassée (p. 236) et tourbe fraisée (p. 300) ; « slab » (p. 288) devient pavé au lieu de plaquette ; « basin peat culture » (p. 311) est traduit par culture de tourbe en bassin clos au lieu de culture sur tourbe en bassin clos, ce qui fait toute la différence ; « peat moss » (p. 391) devient tourbe mousseuse (comme le savon) alors qu'il est correctement traduit à la page 279 par mousse de tourbe (qu'il convient de ne pas confondre avec « moss peat » : tourbe de mousse) etc. . . Non seulement les mots

n'ont pas la même signification dans les deux langues, mais les phrases sont trop souvent boiteuses comme c'est le cas à la p. 314 où on a traduit : « A similar Ca-effect was observed in respiration experiments when calcium was given in combination with nitrogen, but not singly » par : « Un effet Ca semblable a été observé au cours d'expériences de respiration alors que le calcium a été ajouté en combinaison avec l'azote, mais non seul ». Enfin, mentionnons l'emploi abusif du pronom « on » dont le plus bel exemple nous est fourni à la page 74 où tous les paragraphes du résumé débutent par ce pronom ; ce dernier est utilisé 8 fois au total dans ce même résumé, 6 fois aux résumés des p. 23 et 85 et 7 fois à la p. 358.

Malgré cet affront porté à la langue française, il n'en demeure pas moins que la lecture de ces comptes rendus renseignera certainement toute personne s'intéressant à la tourbe et aux tourbières puisqu'ils contiennent les tous derniers développements scientifiques dans ce domaine. Ils seront sans doute fort utiles à tous ceux qui doivent élaborer une politique de mise en valeur des terrains tourbeux.

Robert GAUTHIER

ERDTMAN, G., 1969. **Handbook of Palynology**. An introduction to study of pollen grains and spores. Munksgaard, Copenhagen and Hafner Publishing Co., New York. 486 p., 125 pl., 50 ill. dans le texte, 1 diagramme en annexe. 16.0 x 24.5 cm. Relié, \$24.75.

La Palynologie est la science qui étudie les grains de pollen et les spores. Ses contacts avec d'autres secteurs des sciences naturelles sont très nombreux et son apport est considérable dans des domaines très divers. Les grains de pollen et les spores sont à la fois l'objet d'études fondamentales et le moyen d'investigation pour des recherches très variées. Parmi ces dernières, c'est sans nul doute dans l'histoire de la végétation que l'analyse sporopollinique a porté ses plus beaux fruits. Mais elle a brillé également en stratigraphie, en génétique, et dans combien d'autres domaines... Cependant dans quelque application que ce soit, la parfaite connaissance de la morphologie des grains de pollen et des spores demeure la condition du succès.

Le Professeur Erdtman a voulu combler la lacune de manuels traitant la Palynologie sous son angle fondamental : la morphologie, et pour son application botanique directe : la taxonomie. L'ensemble du volume illustre cette idée directrice en faisant cependant place à une démonstration succincte des applications de la Palynologie. Il se pose donc en complément — quoiqu'il aurait dû logiquement les précéder — des manuels de Faegri et Iversen traitant de l'analyse sporopollinique sous ses différents aspects. Le livre se divise en trois parties intitulées : Morphologie, Taxonomie et Écologie. Suivent alors différents appendices portant sur les autres palynomorphes, sur l'installation d'un laboratoire de Palynologie, sur quelques techniques de préparation et de photographie des pollens, et sur la littérature spécialisée. On trouvera en outre un glossaire et une liste des références. Dans la première partie, l'auteur reprend ses exposés, publiés par ailleurs, concernant les systèmes de formes et la terminologie. Il développe ensuite son point de vue sur la stratification du sporoderme. Le tout est illustré dans les treize premières planches qui suivent directement cet exposé théorique. Il termine par un chapitre sur la cytologie et le polymorphisme. La deuxième partie débute par une introduction sur les relations entre la Taxonomie végétale et la morphologie des grains de pollen et des spores. L'auteur discute ensuite de la caractérisation palynologique des taxa pour les unités supérieures à l'ordre, puis pour l'ordre, la famille et le genre. La morphologie pollinique intra-spécifique est aussi abordée, ainsi que le problème des hybrides. Sous un chapitre spécial traitant

de la morphologie pollinique et la taxonomie des Angiospermes se trouvent plus de cent planches de microphotographies remarquables. L'auteur effectue enfin une revue des différentes familles en établissant le bilan des connaissances palynologiques pour chacune. La troisième et dernière partie du volume est assez hétéroclite puisqu'elle englobe, sous le titre d'Écologie, les différentes applications de l'analyse sporopollinique. On y parle de production pollinique, des spectres polliniques récents et de la représentation pollinique des espèces, de l'analyse pollinique comme méthode d'investigation en criminologie, en géologie économique, en paléobotanique. Deux diagrammes polliniques sont présentés comme exemples, l'un portant sur une tourbière, l'autre sur un sol. Cette dernière partie est assez courte et présentée simplement à titre d'information, conformément à l'idée directrice du volume.

Terminons cette présentation par une impression générale. Malgré son titre, ce volume ne se présente nullement comme un manuel. Il n'est absolument pas conçu comme un livre d'enseignement de la Palynologie, même sous ses seuls angles morphologique et taxonomique. Bien sûr, accompagnant la légende de certaines planches on trouve quelques questions à l'élève, imitées des manuels américains, mais la présentation que l'auteur a faite du sujet nécessite d'une part une profonde connaissance de la taxonomie végétale et, d'autre part, une formation palynologique préalable. C'est un élément d'information qui peut intéresser le spécialiste, mais on ne saurait recommander ce « manuel » aux étudiants.

Pierre RICHARD

WEIER, T. E., STOCKING, C.R., BARBOUR, M. G., 1970. *Botany*, 4ième éd. J. Wiley & Sons, New-York, London, Sydney, Toronto. ix + 708 p., 547 fig. dont 14 pl. en couleurs. 20 x 27 cm. Relié, prix non-indiqué.

Présenter au public scientifique un manuel de Botanique générale, prête très souvent à la critique : le physiologiste trouvant que sa discipline a été sacrifiée au profit de la morphologie, alors que le morphologiste se sent déçu de la place qu'on lui accorde. Dans la quatrième édition de *Botany* les auteurs semblent avoir évité cet écueil et l'équilibre est bien maintenu entre les différents chapitres. Ce qui frappe dans ce manuel, c'est l'excellence des illustrations : usage de microphotographies accompagnées de schémas explicatifs. Ces illustrations sont abondantes tout au long des trente chapitres du livre.

Quoique les auteurs affirment dans leur préface que l'étudiant doit maîtriser certains concepts avant d'entreprendre l'étude de la botanique, les premiers chapitres (Chap. I à VI) sont consacrés à une revue des bases de la biologie, mais où l'on trouve de fréquents renvois aux chapitres ultérieurs plus spécialisés. Dans ces premières pages, l'intérêt du lecteur est soutenu par les questions posées, les problèmes à résoudre et l'emphase donnée au rôle de la plante dans la biosphère. Certains trouveront que ces généralités alourdissent le manuel, d'autres seront heureux de cette récapitulation. Les chapitres suivants (Chap. VII à X) donnent de bonnes notions des structures rencontrées dans les tiges, racines et feuilles. On y trouve avec plaisir (p. 193-194-195) une discussion sur le mécanisme d'ouverture des stomates à la lumière de faits assez récents. Le métabolisme de la plante fait l'objet d'une étude bien suffisante dans le cadre d'un manuel dit « d'Introduction ». A signaler : planche en couleurs (p. 222 A — planche 3) illustrant les déficiences minérales. L'étude de la structure florale, de ses implications, du développement des fruits et graines est particulièrement claire et s'appuie sur des photos et schémas bien choisis. Les diagrammes illustrant *meiose* et *crossover* (p. 340-341) sont de même qualité. En tant que science relativement nouvelle, l'écologie devrait peut-être prendre une place plus importante dans le volume ; pourtant en quelque vingt deux pages, les auteurs arrivent à établir les lignes

de force du sujet et éveillent chez le lecteur le désir d'en apprendre davantage. Par une étude sommaire, mais bien résumée, des théories anciennes et modernes y compris la taxonomie numérique (p. 393) les auteurs débent dans l'étude de la classification des organismes végétaux ; ceci forme une partie considérable du volume. On y trouvera, à juste titre, dans le chapitre consacré aux algues, l'étude de l'alternance des générations et des cycles vitaux. Au fur et à mesure que l'étude progresse, des tableaux bien présentés (exemples : p. 579 et 638) expliquent les caractères comparés des groupes étudiés. Un dernier chapitre sur l'évolution est peut-être un peu court ; on aurait voulu y trouver une étude plus détaillée du concept et de l'origine des espèces.

Pourquoi ce volume si captivant compte-t-il quelques erreurs plus ou moins excusables ? Ainsi page 129 Fig. 7-26 montre des assises collenchymateuses semblant se situer dans « l'Ether »... alors que la Fig. 7-14 D p. 121 illustrant le même tissu, est tellement plus exacte ! Les identifications de *Lycopodium* seraient aussi à revoir : p. 15 Fig. 2-11 (*L. clavatum* pour *L. obscurum*) p. 584 : Fig. 27-6 (*L. clavatum* pour *L. annotinum*) Fig. 27-7 A (*L. Selago* pour *L. lucidulum*) Fig. 27-7 B (*L. complanatum* pour *L. obscurum*). Les Fig. 2-10 page 15 et Fig. 27-18 page 596 semblent bien être identiques. Pourtant la première est identifiée comme étant *Equisetum hyemale* L., la deuxième comme étant *Equisetum telmateia* !

En dépit de ces remarques, ce manuel se terminant par un glossaire bien fourni, est un livre à garder à portée de la main en vertu de ses explications claires et de son illustration soignée.

Roger VAN DEN HENDE

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

Sommaire

Le fjord du Saguenay. II. La faune ichtyologique et les conditions écologiques	GÉRARD DRAINVILLE	623
Croissance en longueur du meunier de l'est, <i>Catostomus catostomus</i> (Forster), du Saguenay	LOUIS-MARIE LALANCETTE et ÉTIENNE MAGNIN	667
Aperçu sur les peuplements d'invertébrés marins des fonds meubles de la baie de Gaspé, 1956-60	PIERRE BRUNEL	679
Les fluctuations quantitatives du zooplancton de la Baie-des-Chaleurs (Golfe Saint-Laurent) II. Composition des copépodes et fluctuations des copépodes du genre <i>Calanus</i>	GUY LACROIX et GABRIEL FILTEAU	711
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	PIERRE BRUNEL	749
Contribution à l'étude écologique des milieux sub-antarctiques. III. Études hydrologiques de milieux dulçaquicoles et marins de la région de la baie du Morbihan (Archipel des Kerguelen)	E. LAGARDE, J. P. MENET et R. LESEL	783
Hermaphrodisme protérandrique chez une crevette de la famille des crangonidés, <i>Argis dentata</i> Rathbun	J. FRÉCHETTE, G. W. CORRIVAUT et R. COUTURE	805
COMMUNICATIONS BRÈVES		
Sur la limite septentrionale du Calmar <i>Loligo pealei</i> LeSueur	M. C. MERCER	823
Reproduction de <i>Pandalus borealis</i> Kröyer (Crustacea, Decapoda) dans le fjord du Saguenay	R. COUTURE	825
REVUE DES LIVRES		827
SOMMAIRE GÉNÉRAL DU VOLUME 97		I
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS AVEC TITRES		VIII

